



Jeux de texture

HERVÉ THIS

L'exploration d'émulsions qui gélifient conduit... à un gâteau au chocolat.

Les émulsions sont des sources inépuisables de découvertes culinaires. Toutefois, ici, elles ne seront qu'un point de départ, et nous conduiront à des systèmes physico-chimiques plus complexes, que chacun peut pourtant réaliser en cuisine.

Au fil des mois nous avons considéré plusieurs types d'émulsions. La vedette est évidemment tenue par la mayonnaise, le prototype de l'émulsion citée par tous les livres de «physique de la matière molle». Elle s'obtient par dispersion, dans l'eau, de gouttelettes d'huile stabilisées par les protéines du jaune d'œuf. Voilà le thème ; abordons maintenant les variations.

La première est la mayonnaise sans jaune d'œuf : on la confectionne comme la mayonnaise classique, mais on remplace le jaune par le blanc. En effet, le blanc d'œuf est composé de 90 pour cent d'eau et de 10 pour cent de protéines, qui ont le même type de propriétés «tensioactives» que les protéines du jaune. En pratique, la procédure est exactement la même que pour la mayonnaise habituelle : dans un bol, on ajoute goutte à goutte de l'huile à un blanc d'œuf, en fouettant. Au début, le blanc mousse, mais, progressivement, l'huile, divisée en gouttelettes de plus en plus petites par l'action du fouet, remplace l'air qui se trouve dans les bulles. Comme les bulles d'air, les gouttelettes d'huile sont stabilisées par les protéines du blanc d'œuf, car ces dernières sont déroulées par le cisaillement du fouet, de sorte que leurs parties hydrophobes viennent au contact de l'huile, les parties hydrophiles des protéines restant dans l'eau.

Deuxième variation : la mayonnaise sans œuf, que l'on obtient à partir d'un peu d'eau chauffée (ce peut être un fond de crustacé), d'une demi-feuille de gélatine que l'on y dissout, et d'huile que l'on introduit en la fouettant, tout comme on fouette une mayonnaise. Dans un premier temps, une émulsion blanche apparaît, les protéines apportées par la gélatine venant se placer à l'interface de l'eau et de l'huile, autour de chaque gouttelette. Puis, quand cette émulsion repose et refroidit, elle gélifie parce que les molécules de gélatine ont tendance à s'associer par leurs extrémités et à former un réseau au sein duquel l'émulsion est piégée.

Cette gélification s'observe au microscope par un effet indirect : au début de la prise en gel, les gouttelettes d'huile se fondent les unes aux autres (*voir la figure*), parce que les molécules de gélatine qui entourent les gouttelettes d'huile s'associent, ce qui crée des contraintes supplémentaires. Une fois le gel formé, il libère l'huile si l'on a la curiosité de le fouetter à nouveau (une mayonnaise classique, au contraire, se stabiliserait davantage) : quand on bat le gel, on dissocie le réseau, et les gouttelettes d'huile sont libérées.

Cherchons une nouvelle variation. Le principe de la mayonnaise à la gélatine est le suivant : nous avons formé une émulsion, qui s'est transformée en un gel «physique», c'est-à-dire un gel qui se défait quand on le chauffe, et se rétablit en refroidissant. Pouvons-nous nous amuser à changer quelques ingrédients, afin d'obtenir de nouvelles variations sur le thème ? Revenons à la mayonnaise au blanc d'œuf,

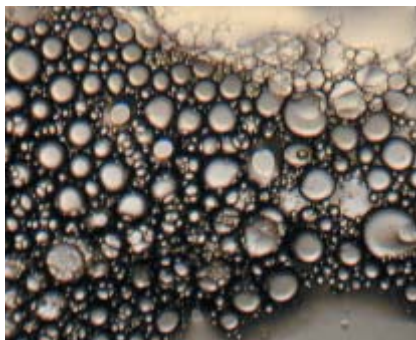
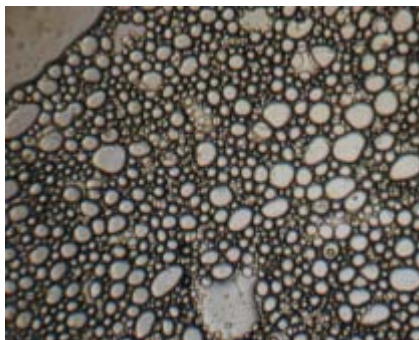
et cherchons à la faire gélifier. En termes moins prétentieux, il s'agit de cuire ! Cette fois, nous prévoyons la formation d'un gel chimique, permanent et non physique, comme avec la gélatine.

En pratique, essayons simplement de passer la mayonnaise au blanc d'œuf au four à micro-ondes pendant une minute environ, afin que les protéines qui entourent les gouttelettes d'huile s'associent : nous obtenons une sorte de masse coagulée où toute l'huile reste piégée. Nous retrouvons un système physique analogue à la mayonnaise gélifiée par la gélatine. L'huile est-elle bien tenue ? Pressons la masse : l'huile en sort.

Passons alors en cuisine et demandons à quoi peuvent bien servir ces jeux de texture, qui ne semblent bons qu'à faire des éponges à huile. À faire tenir les sauces ? Je vous propose plutôt l'idée suivante : remplaçons l'huile par du chocolat (il est composé d'une proportion notable de beurre de cacao) que nous laissons fondre dans une casserole avec un peu d'un liquide contenant de l'eau, tels du rhum, du café, du jus d'orange... Puis, quand la température de l'émulsion de chocolat ainsi formée est inférieure à la température de coagulation de l'œuf (62 °C), versons l'émulsion de chocolat sur un blanc d'œuf, en fouettant. Ayant formé l'émulsion de chocolat, cuisons la préparation au four à micro-ondes. Prédiction : les protéines du blanc d'œuf vont gélifier et emprisonner l'émulsion de chocolat.

Je vous recommande l'expérience : vous obtiendrez un délicat gâteau au chocolat ! Son goût est bien plus puissant que celui du chocolat, sans doute parce que le chocolat est dans un état dispersé, et sa texture est originale (on peut l'ajuster à volonté en modifiant les proportions d'eau et de chocolat). Je vous propose de le nommer «dispersion de chocolat»... et d'étudier comment, dans les trois systèmes considérés, la gélification perturbe l'émulsion.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 27 février 2001, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.



Ces deux photographies montrent la même zone d'une «mayonnaise à la gélatine», à deux instants successifs. La prise en gel a fait fusionner les gouttelettes d'huile voisines (leur diamètre moyen est de un dixième de millimètre sur l'image de gauche).

Les politiciens face à la vache folle

BRIGITTE CHAMAK

Rétention d'informations, lenteur des décisions et surveillance molle de l'application des décrets ont caractérisé cette crise... au moins jusqu'en 1996.



Jean-Michel Thiriet

Le mercredi 20 mars 1996, Stephen Dorrell, ministre britannique de la Santé, déclare à la Chambre des Communes que l'encéphalite spongiforme bovine serait transmissible à l'homme par des aliments, sous une forme apparentée à la maladie de Creutzfeldt-Jakob. Pourtant, quelques mois plus tôt, en décembre 1995, le même ministre avait affirmé qu'il n'y avait «aucun risque envisageable». Alors même que les hommes politiques se retranchent derrière les incertitudes scientifiques pour expliquer la lenteur de certaines décisions, l'analyse de l'histoire de la crise de la «vache folle» révèle de nombreux manquements graves aux principes élémentaires de précaution et de déontologie.

En Grande-Bretagne, au début de l'année 1987, pour ne pas nuire à l'industrie de la viande et au marché de l'exportation, les autorités britanniques ne diffusent pas toutes les informations qu'elles détiennent concernant l'épizootie qui touche les vaches britanniques. La publication des cas d'encéphalopathie spongiforme bovine est retardée. En avril 1988, une enquête épidémiologique conduite par John Wilesmith révèle que l'utilisation des farines animales de viandes et d'os est à l'origine de l'épizootie. Pourtant, ce n'est que trois mois plus tard que ces farines seront interdites, délai permettant aux producteurs de farines animales d'écouler leurs stocks.

Ce délai de grâce, l'absence de demande de retrait des anciens lots et le fait que l'exportation des farines animales n'ait pas été interdite confortent l'industrie des farines incriminées à ne pas réellement mettre en œuvre l'interdiction ; les éleveurs continuent à utiliser leurs stocks de farines. Ainsi, faute de message clair, des animaux seront contaminés jusqu'en 1996. Par ailleurs, le gouvernement britannique interdit l'utilisation de ces farines, mais en autorise l'exportation ! Sans conteste, cela pose un réel problème de déontologie politique. Par cette attitude, le gouvernement britannique a favo-

risé la propagation de l'épizootie en Europe, via l'exportation des produits incriminés. Le 13 novembre 1989, les abats bovins sont interdits en Angleterre, mais, là encore, ils peuvent être exportés.

Comment la communauté européenne a-t-elle réagi ? L'obsession de la mise en place d'un marché unique et la volonté de garantir la libre circulation des marchandises l'ont conduite à choisir le marché unique plutôt que la prudence et le droit à la santé. Un exemple illustre cet état d'esprit : le 30 mai 1990, la France décide de suspendre temporairement toute importation d'animaux vivants en provenance du Royaume-Uni. Un embargo de même nature est mis en place par l'Allemagne et l'Italie. Un conseil extraordinaire des ministres de l'Agriculture, réuni les 5 et 6 juin 1990, invite la commission à limiter les exportations britanniques de viande bovine qui devront provenir exclusivement d'exploitations où aucun cas de vache folle n'a été confirmé au cours des deux années précédentes. Le commissaire en charge de l'agriculture, Ray Mac Sharry, estime qu'aucune mesure complémentaire n'est justifiée. Le 14 juin 1990 le même commissaire déclare à Strasbourg que toute action unilatérale de la part des États membres limitant la libre circulation des biens de la communauté serait inacceptable.

Le 12 octobre 1990, le comité vétérinaire se réunit à Bruxelles. Un fonctionnaire assistant au débat rédige une note dont le contenu stupéfiant sera révélé dans la presse. Le représentant de la Commission déclare : «Il faut avoir une attitude froide pour ne pas provoquer de réactions défavorables sur le marché. Ne plus parler d'encéphalopathie spongiforme bovine. Ce point ne devrait pas figurer à l'ordre du jour». Au cours de la réunion, on demande officiellement au Royaume-Uni de ne plus publier les résultats de ses recherches. Il faut minimiser cette affaire à tout prix en pratiquant la désinformation.

Le contexte politique et économique était décidément peu favorable aux préoccupations sanitaires. La crise de la vache folle a été gérée par les ministres de l'agriculture soucieux, avant tout, de défendre les intérêts des producteurs de viande bovine. Les ministres de la santé étaient singulièrement absents. L'embargo décidé par la communauté le 27 mars 1996 marque le début d'une évolution dans l'attitude communautaire : désormais les problèmes de santé publique ne peuvent être ignorés... mais la libre circulation des marchandises reste toujours le pivot de la construction européenne.

De surcroît, les intérêts particuliers nationaux sont systématiquement passés avant l'intérêt général communautaire. Après la décision du Comité vétérinaire des 20 et 21 mai 1996 de maintenir l'embargo sur les dérivés de boeufs britanniques, le Royaume-Uni a décidé d'adopter une politique systématique d'obstruction au bon fonctionnement des institutions européennes. La communauté européenne n'a su imposer ni la transparence des informations entre les États membres ni la mise en place d'un réseau de surveillance fiable et efficace. Il faudra attendre le 27 juin 1994 pour que la commission européenne adopte une décision interdisant les farines animales dans l'alimentation des ruminants. Plus grave encore, on comprend mal pourquoi la communauté européenne a suspendu entre juin 1990 et mai 1994 tous les contrôles, au Royaume-Uni, visant à s'assurer du respect de la réglementation concernant la lutte contre l'épizootie.

Tous ces manquements du passé ont eu de graves conséquences. Ce nouvel épisode fera-t-il enfin comprendre que la prééminence des intérêts économiques à court terme se paye parfois très cher ?

Brigitte CHAMAK est historienne des sciences à l'IRESCO.

■ POUR LA SCIENCE

VOTRE ABONNEMENT 100 % NUMÉRIQUE

1 an au prix de 48 €

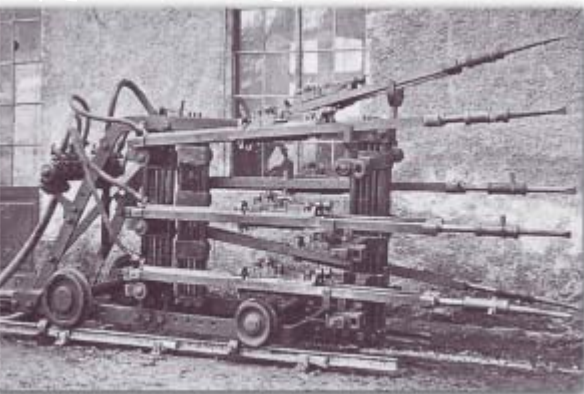
soit **4 € seulement par numéro** au lieu de ~~5,20 €~~

Pour consulter et télécharger
en toute liberté sur www.pourlascience.fr
les 12 prochains numéros
dès leur parution.



Oui, je m'abonne
à *Pour la Science* 100 % numérique
1 an (12 numéros) pour 48 €

Je préfère découvrir toutes
les offres d'abonnement disponibles
en cliquant ici.



Les tunnels alpins

MARIO SINTZEL • GERHARD GIRMSCHEID

À partir de la fin du XIX^e siècle, les tunnels se multiplient dans les Alpes, reflétant le progrès des techniques de construction. Les accidents de chantier diminuent, mais le percement des tunnels reste une entreprise périlleuse.

Les Alpes sont un obstacle majeur à la circulation. Avec leurs 300 milliards de tonnes de roches et de glace répartis sur 72 000 kilomètres carrés, elles forment une barrière entre l'Europe du Nord et l'Europe du Sud. L'histoire du franchissement de ces montagnes, par des sentiers, puis par des routes et, aujourd'hui, par des tunnels, reflète les événements politiques et économiques qui ont eu lieu dans les pays limitrophes, mais aussi l'évolution des techniques.

À partir du XII^e siècle, les personnes qui voyagent entre l'Allemagne et l'Italie empruntent le sentier du col du Saint-Gothard. La gorge de Schöllén est alors barrée par l'éperon rocheux du Chilchberg, que l'on contourne à l'aide d'une rampe en bois, souvent emportée par les eaux. En 1707, l'architecte suisse Pietro Morettini ouvre à l'explosif une trouée de 64 mètres de long dans le rocher, pour former ce que l'on nomme aujourd'hui le trou d'Uri. Avec ses 2,7 mètres de hauteur et presque autant de largeur, cette trouée est saluée comme un exploit. Puis, entre 1818 et 1830, les travaux entrepris par les autorités des cantons d'Uri et du Tessin finissent de rendre cet itinéraire carrossable.

Au XIX^e siècle, un nouveau moyen de transport apparaît : le chemin de fer. La réalisation de voies ferrées à travers les Alpes s'impose. En 1867, les Autrichiens ouvrent la première ligne, qui passe sous le col du Brenner. En 1871, les Français



1. Cette perceuse a été conçue en France et utilisée pour la première fois sur le chantier du tunnel du Mont-Cenis, qui relie l'Italie à la France et qui a été inauguré en 1871.

inaugurent la ligne qui relie l'Italie à la France, en passant sous le col du Mont-Cenis. Entre 1872 et 1882, les Suisses construisent la voie ferrée sous le col du Saint-Gothard, qui relie les villages d'Airolo et de Göschenen. L'ouvrage mesure près de 15 kilomètres de longueur. Pour réaliser ces voies ferrées, on construit des tunnels : les géologues procèdent à des relevés, les ingénieurs établissent les plans, percent des trous de mine et les garnissent d'explosifs. Viennent ensuite les tirs de mines, l'évacuation des déblais et la consolidation des voûtes pour empêcher les glissements de terrain ou l'effondrement de la roche : on pose des poutres de bois pour renforcer la voûte avant de la maçonner. À partir du début du XX^e siècle, les poutres sont remplacées par un coffrage en béton coulé sur place.

Si Pietro Morettini et ses ouvriers perçaient les trous de mine au marteau et au burin dans le front de taille (la surface rocheuse qui barre la section du tunnel), leurs successeurs, qui ont construit le tunnel du Mont-Cenis, puis celui du Saint-Gothard, ont utilisé des marteaux piqueurs à air comprimé qui leur ont facilité la tâche. Ces marteaux piqueurs ont été remplacés ultérieurement par des foreuses hydrauliques : le système de perçage est fixé sur un cylindre, qui tourne sous l'action d'un moteur à air comprimé et qui fait pression sur la paroi rocheuse grâce à un système hydraulique. La foreuse est creuse et munie d'une couronne à trois dents qui attaque et broie la roche.

En 1865, Alfred Nobel invente la dynamite : ce mélange explosif gélatineux constitué de 92 à 93 pour cent de nitroglycérine et



Gesellschaft für Ingenieurkunst, Zürich

2. Le 23 mai 1882, le premier train à avoir emprunté le tunnel du Saint-Gothard atteint Bellinzona.