

■ LES AUTEURS



Jean-Michel COURTY
et Édouard KIERLIK
sont professeurs de physique
à l'Université Pierre
et Marie Curie, à Paris.
Leur blog : <http://blog.idphys.fr>

■ BIBLIOGRAPHIE

J.-P. Hulin, É. Guyon et L. Petit,
Hydrodynamique physique,
CNRS Éditions/EDP Sciences,
3^e édition, 2012.

de taille semblable à l'anneau sont donc absents. C'est pourquoi le tourbillon annulaire peut avancer à vitesse constante sur une distance assez longue.

S'il est difficile de modifier l'état de rotation d'un fluide, comment former malgré tout un tourbillon ? Il faut pour ce faire créer une « singularité » dans un écoulement. Prenez une goutte d'encre ou de lait, et laissez-la tomber dans un verre d'eau ; vous verrez qu'un anneau se forme et se déplace vers le bas. Pourquoi ? Dans le fluide en mouvement (la goutte d'encre ou de lait) comme dans le fluide au repos (l'eau du verre), il n'y a pas de rotation. En revanche, au moment où le fluide en mouvement pénètre dans le fluide au repos, leur frontière est le siège d'un cisaillement si intense que les effets de la viscosité s'y manifestent et mettent en rotation les fluides.

Une autre façon de créer un tourbillon annulaire consiste à immerger, dans de l'eau, un tube à ouverture circulaire et contenant un fluide coloré, puis à pousser ce dernier avec un piston hors de son tube. Dès que le fluide coloré commence à jaillir, il se forme sur le bord de l'ouverture un tourbillon, où le fluide coloré s'enroule autour du fluide ambiant (comme sur le schéma de la figure 2). À mesure que le fluide coloré sort du récipient, le tourbillon grandit, le fluide s'enroule de plus en plus sur lui-même et l'anneau ainsi formé s'écarte lentement de l'orifice. Puis, lorsque la longueur de fluide envoyé est de l'ordre de quatre fois le diamètre de l'orifice, l'anneau cesse de grossir et se détache. Il s'avance alors dans le fluide ambiant et s'éloigne de l'orifice. Eh oui, vous venez de réaliser un magnifique rond de fumée liquide ! ■

france culture

LA MARCHE DES SCIENCES

Découvertes, inventions, aventures savantes au fil de l'Histoire

Aurélie Luneau
14h-15h / chaque jeudi

franceculture.fr

SCIENCE

© 2013 France Culture. Tous droits réservés. Photo : M. D. / Contrasto

SCIENCE & GASTRONOMIE

Les jeux goûteurs de la rugosité

Pour des frites moins grasses, il faut les éponger très vite après cuisson. Et il faut fabriquer les spaghettis dans des machines en bronze afin que la sauce les nappe bien.

Hervé THIS

Il y a quelques années, des articles de technologie alimentaire montraient que les frites ayant la surface la plus rugueuse absorbaient plus d'huile. Ces expériences ont été réanalysées à la lueur d'une connaissance indispensable des mécanismes d'absorption.

Lors de la friture, l'eau présente dans les cellules les plus proches de la surface des bâtonnets de pomme de terre s'évapore ; elle forme ces bulles que l'on voit dans le bain d'huile. Ces bulles sont éjectées, parce que la vapeur, prenant 20 000 fois plus de volume que l'eau liquide, n'a pas la place de demeurer dans les bâtonnets. Puis, après un certain temps, les grains d'amidon de l'intérieur des cellules gonflent, s'empêsent, se soudent, formant une croûte quand l'eau de cet empois est évaporée. À ce stade, l'eau de l'intérieur, qui continue de s'évaporer, traverse difficilement la croûte, et la pression dans les frites augmente.

Le phénomène critique d'absorption de l'huile a lieu après la sortie des frites du bain : en refroidissant, la vapeur d'eau qui emplit l'intérieur de la croûte, en compagnie d'une espèce de purée, se recondense. Il s'ensuit une diminution de la pression, et l'huile qui adhère à la surface des frites est alors aspirée.

Plus la surface est rugueuse, plus les forces de tension superficielle permettent à l'huile d'adhérer, d'où les résultats expérimentaux évoqués plus haut. Mieux encore, les mesures de pression montrent que la recondensation se produit dans la deuxième minute après la sortie des frites du bain d'huile ; autrement dit, la cuisinière ou le

cuisinier disposent d'une minute pour éponger les frites au sortir du bain s'ils veulent éviter d'ingérer... jusqu'à 25 grammes d'huile pour 100 grammes de frites !

La rugosité de la surface des frites a aussi un effet sur le salage : si les grains de sel se retrouvent en fond de cornet, c'est qu'ils sont trop gros pour se loger dans les irrégularités du tissu végétal frit. D'où l'intérêt de produire du « sel glace », plus fin, que l'on obtient en broyant du sel ordinaire dans un mortier, à l'aide d'un pilon, ou en frottant du sel dans une poêle, à l'aide d'une petite casserole par exemple.

Tout récemment, un nouvel exemple de l'importance de la rugosité des aliments a été étudié : Masashi Yoshino et ses collègues de l'Université de Kyoto ont exploré l'importance des filières utilisées pour la production des spaghettis. Traditionnellement, les fabricants italiens utilisent des filières en bronze, mais des matériaux tels que le téflon, le polypropylène, le polycarbonate ou l'aluminium ont été introduits pour améliorer l'aspect, pour avoir des filières qui s'usent moins vite, pour produire des pâtes plus poreuses, de cuisson facilitée...

Toutefois les qualités gustatives du plat ne sont-elles pas le plus important ? Pour étudier ce point, les technologues japonais ont confectionné des spaghettis avec des filières expérimentales en divers matériaux et ont examiné au microscope les pâtes obtenues. Effectivement, les spaghettis ont des rugosités différentes selon que les moules sont en téflon, polypropylène, polycarbonate, aluminium, bronze : la rugosité

augmente avec les moules dans cet ordre. Les spaghettis les plus lisses sont ceux qui sont extrudés avec le moins d'énergie, et le plus rapidement, mais la rugosité n'a pas d'influence sur la température d'empesage de l'amidon (les spaghettis sont composés de grains d'amidon emprisonnés dans un réseau protéique produit par malaxage de la farine de blé dur avec de l'eau).

En quoi ces travaux éclairent-ils le monde culinaire et guident-ils notre gourmandise ? Les Italiens sont réputés pour l'adéquation de la sauce au type de pâtes, la sauce devant venir couvrir les pâtes d'une couche bien « équilibrée », des sauces plus fluides devant être utilisées pour des formes de pâtes capables de mieux retenir la sauce. Les entreprises de pâtes chérissent leurs filières traditionnelles en bronze, car, on le sait désormais, ces dernières permettent de produire des pâtes dont la rugosité tiendra bien la sauce.

La cuisine, comme la catalyse en chimie, considère que les interfaces sont essentielles. La superficialité va au fond des choses. ■



Hervé THIS est chimiste dans le Groupe INRA de gastronomie moléculaire, professeur à AgroParisTech et directeur scientifique de la Fondation Science & Culture Alimentaire [Académie des sciences].

Retrouvez les articles de H. This sur www.pourlascience.fr

