

suppression au niveau de la bouche et une zone de fortes dépressions au-dessus des yeux et sur le dessus de la carapace (voir la figure page ci-contre) ; compte tenu de l'anatomie du poisson, cela engendre un couple qui l'incline encore plus. Tout compte fait, ces contributions déstabilisantes l'emportent sur l'effet stabilisant des tourbillons, lequel se voit (ouf!) malgré tout confirmé.

Mais pourquoi ces différences entre les deux études ? Les capteurs de pression de la première étude étaient-ils mal disposés ? Les détails anatomiques des espèces ont-ils joué ? Et comment les ingénieurs de Mercedes ont-ils conçu un véhicule particulièrement stable et aérodynamique à partir de conclusions fausses ?

En premier lieu, tous s'accordent à dire que les nageoires doivent jouer un rôle essentiel dans la nage du poisson-coffre. Si la queue (nageoire caudale) et les nageoires pectorales

jouent le rôle de gouvernes, les nageoires dorsales et anales agissent comme des hélices propulsives. Des mesures sur des poissons bien vivants ont montré que ces dernières engendrent leurs propres tourbillons, d'intensité similaire à ceux de la carapace, de même sens ou de sens contraire. Le poisson peut donc, à volonté, soit affaiblir l'effet de stabilisation, soit le renforcer, et cela sans compter la contribution des couples liés à la portance sur ses gouvernes.

Ensuite, si l'allure générale de la voiture, son arrière et la formation des tourbillons s'inspirent du poisson-coffre, il en va tout autrement du nez du véhicule, très arrondi, au contraire du museau pointu et anguleux du poisson. Une différence qui améliore considérablement la pénétration dans l'air et élimine les effets aérodynamiques déstabilisants. Moralité : de la nature tu t'inspireras, mais tu ne la copieras point ! ■

## ■ BIBLIOGRAPHIE

S. Van Wassenbergh *et al.*, **Boxfish swimming paradox resolved : Forces by the flow of water around the body promote manoeuvrability**, *J. R. Soc. Interface*, vol. 12, 20141146, 2015.

S. C. Farina et A. P. Summers, **Biomechanics : Boxed up and ready to go**, *Nature*, vol. 517, pp. 274-275, 2015.

I. K. Bartol *et al.*, **Body-induced vortical flows : A common mechanism for self-corrective trimming control in boxfishes**, *The Journal of Experimental Biology*, vol. 208, pp. 327-344, 2005.

Dans l'**inter**êt de la science

mathieu vidard | la tête au carré 14:05-15:00

**Intervenez**  
www.franceinter.fr

## SCIENCE &amp; GASTRONOMIE

# Rattraper la sauce hollandaise

*On rate parfois cette sauce, qui peut tourner.*

*En fait, il est facile de la rattraper, juste avec de l'eau.*

*Même si les mécanismes physicochimiques sont à éclaircir.*

Hervé THIS



La sauce hollandaise ? Une belle découverte de la cuisine, puisqu'il y a la puissance du goût du jaune d'œuf, la petite acidité du jus de citron ou du vinaigre réduits, la longueur en bouche du beurre fondu, parfois le piquant frais du poivre, du cayenne... Elle accompagne à merveille le poisson, par exemple. Son seul inconvénient : elle rate parfois. Comment éviter cet écueil ? Le problème n'est pas tant de ne pas rater que de savoir rattraper une sauce ratée. En fait, pourvu que l'on dispose d'un protocole approprié, la sauce hollandaise est inratable !

Depuis environ le XVI<sup>e</sup> siècle, on voit des sauces hollandaises variées : avec ou sans œuf, avec jus de citron ou vinaigre, avec de l'eau... Quoi de commun ? Le beurre, et le fait que ce beurre soit clairement émulsionné.

Utilisons du « bon » beurre. « Bon » ne signifie pas qu'on l'aime, mais que la matière grasse qui le constitue dissout des composés odorants, sapides ou à action trigéminal (les piquants, les frais...). Et si le goût du beurre n'est pas perdu lors de la cuisson, il se retrouve dans la sauce achevée.

Certes, les recettes proposent au choix eau, jus de citron, vinaigre, vin, bouillon, etc., mais il s'agit toujours de solutions aqueuses. Pourquoi peut-on faire une sauce avec seulement de l'eau et du beurre ? Parce que l'eau est la « phase continue » où les gouttelettes de beurre fondu viennent s'émulsionner, entourées par les protéines présentes dans le beurre. En pratique, il est donc simple de mettre de l'eau dans une casserole, d'ajouter du beurre et de fouetter en chauffant. Le goût ? Celui que

l'on veut : les composés hydrosolubles, qui se dissolvent dans la phase aqueuse, sont souvent sapides, tandis que le beurre pourra dissoudre des composés hydrophobes odorants. Par exemple, si l'on ajoute une branche de thym dans la sauce que l'on prépare, on récupérera – après filtration, bien sûr – une sauce où le goût de thym sera présent, les branches ayant laissé échapper des composés tels que le thymol, l'eugénol, etc.

Le jus de citron ou le vinaigre ? Ils apportent de l'acidité, par l'acide citrique ou l'acide acétique qu'ils contiennent. Le jaune d'œuf ? Il apporte beaucoup de goût, mais aussi un peu d'eau et des protéines. Certaines de ces dernières contiennent des résidus d'acides aminés soufrés susceptibles de coaguler, qui sont donc importants pour la question du ratage.

La principale cause de ratage, pour ce qui concerne les émulsions, est la quantité insuffisante d'eau, laquelle s'évapore lors de la production de la sauce. Il faut au minimum 5 % d'eau. C'est d'ailleurs une solution que les cuisiniers ont empiriquement trouvée : dans son *Traité pratique de cuisine bourgeoise*, le cuisinier français Auguste Colombié écrit, en 1893 : « Au cas où elle tournerait, on peut la ramener en ajoutant une cuiller à café d'eau fraîche ».

Nous avons testé ce précepte en préparant des sauces hollandaises selon une recette utilisée dans l'enseignement culinaire français actuel. La sauce a été préparée, puis nous l'avons chauffée excessivement afin de la faire tourner, ce qui est arrivé. Lorsque nous avons ajouté une cuillerée d'eau, rien ne s'est produit, même quand nous avons

bien fouetté la sauce. En revanche, avec deux cuillerées d'eau supplémentaires, la sauce s'est à nouveau liée, comme si de rien n'était. Nous avons alors décidé de faire tourner une deuxième fois cette sauce rattrapée ; après avoir chauffé un certain temps, la sauce a tourné à nouveau. Nous l'avons à nouveau rattrapée avec des cuillerées d'eau. Et ainsi de suite trois fois, quatre fois.

La cinquième fois, ayant ainsi battu le record du monde de sauce hollandaise ratée et rattrapée, nous avons voulu pousser le ratage jusqu'à la cuisson du beurre. Nous avons ainsi chauffé jusqu'à produire un beurre noisette. Quelques cuillerées d'eau ont conduit la sauce à se réémulsionner.

Comment est-ce possible ? Si les protéines coagulent, il est possible que les autres composés tensioactifs du jaune d'œuf prennent le relais pour l'émulsion. En tout cas, l'eau est le paramètre essentiel de réussite. La sauce hollandaise est inratable et, mieux, la compréhension de sa constitution physico-chimique permet de varier son goût à l'infini. La gourmandise en sort grandie ! ■



Hervé THIS, physicochimiste, est directeur du Centre international de gastronomie moléculaire AgroParisTech-Inra et directeur scientifique de la fondation Science & culture alimentaire (Académie des sciences).



Retrouvez la rubrique  
Science & gastronomie sur  
[www.pourlascience.fr](http://www.pourlascience.fr)



N°461 - mars 2016  
□ réf. M0770461



N°460 - février 2016  
□ réf. M0770460



N°459 - janvier 2016  
□ réf. M0770459



N°458 - décembre 2015  
□ réf. M0770458



N°457 - novembre 2015  
□ réf. M0770457



N°456 - octobre 2015  
□ réf. M0770456



N°455 - septembre 2015  
□ réf. M0770455



N°454 - août 2015  
□ réf. M0770454



N°453 - juillet 2015  
□ réf. M0770453



N°452 - juin 2015  
□ réf. M0770452



N°451 - mai 2015  
□ réf. M0770451



N°450 - avril 2015  
□ réf. M0770450



N°449 - mars 2015  
□ réf. M0770449



N°448 - février 2015  
□ réf. M0770448



N°447 - janvier 2015  
□ réf. M0770447

# POUR LA SCIENCE

Complétez votre collection  
dès maintenant!

**5,50€** dès le 2<sup>e</sup> numéro  
acheté!

À découper ou à photocopier et à retourner accompagné de votre règlement à : Groupe Pour la Science • 628 avenue du Grain d'Or • 41350 Vineuil • e-mail : pourlasciencevp@daudin.fr

☐ Oui, je commande des numéros  
de *Pour la Science* au tarif unitaire  
de 5,50€ dès le 2<sup>e</sup> acheté.

Je reporte ci-dessous les références à 8 chiffres correspondant aux numéros commandés et au format souhaité :

1<sup>re</sup> réf. \_\_\_\_\_ 01 x 5,50 € = \_\_\_\_\_ 6,50 €

2<sup>e</sup> réf. \_\_\_\_\_ x 5,50 € = \_\_\_\_\_

3<sup>e</sup> réf. \_\_\_\_\_ x 5,50 € = \_\_\_\_\_

4<sup>e</sup> réf. \_\_\_\_\_ x 5,50 € = \_\_\_\_\_

5<sup>e</sup> réf. \_\_\_\_\_ x 5,50 € = \_\_\_\_\_

6<sup>e</sup> réf. \_\_\_\_\_ x 5,50 € = \_\_\_\_\_

Frais port (4,90€ France - 12€ étranger) + \_\_\_\_\_

Je commande la reliure *Pour la Science*  
(capacité 12 n°s)  
au prix de 14 € \_\_\_\_\_ x 14 € = \_\_\_\_\_

**TOTAL À RÉGLER** = \_\_\_\_\_ €

J'indique mes coordonnées :

Nom : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

C.P. : \_\_\_\_\_ Ville : \_\_\_\_\_

Pays : \_\_\_\_\_ Tél. : \_\_\_\_\_  
Pour le suivi client (facultatif)

Mon e-mail pour recevoir la newsletter *Pour la Science* :

\_\_\_\_\_ @ \_\_\_\_\_

\* à remplir en majuscules

Je choisis mon mode de règlement :

☐ par chèque à l'ordre de *Pour la Science*

☐ par carte bancaire

N° \_\_\_\_\_

Date d'expiration \_\_\_\_\_ Code de sécurité \_\_\_\_\_  
(les 3 chiffres au dos de votre CB)

Signature obligatoire

En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès du groupe Pour la Science. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'organismes partenaires. En cas de refus de votre part, merci de cocher la case ci-contre ☐.

TOUTES LES ARCHIVES  
DEPUIS 1996 SUR  
**www.pourlascience.fr**