

La dégustation du champagne

Quelques éléments de réflexion sur l'impact de la forme du verre et de la taille des bulles

Gérard Liger-Belair¹, Clara Cilindre¹, Guillaume Polidori², Hervé Pron², Thomas Séon³, Elisabeth Ghabache³, Arnaud Antkowiak³, Philippe Jamesse⁴, Hervé Fort⁴

¹ Équipe Effervescence, Champagne et Applications - GSMA (UMR CNRS 7331)

Université de Reims Champagne-Ardenne - France.

² Laboratoire de Thermomécanique - GRESPI (EA 4694) - Université de Reims Champagne-Ardenne - France.

³ Institut Jean Le Rond d'Alembert - UMR CNRS 7190 - Université Pierre et Marie Curie - Paris - France.

⁴ Domaine Château Les Crayères - Reims - France.



Extrait de la Revue des Œnologues n° 149
www.oeno.tm.fr

TECHNIQUE

Introduction

Existe-t-il un verre idéal pour la dégustation du champagne et des vins effervescents, et la science a-t-elle son mot à dire? Telle est la problématique sur laquelle nous nous penchons depuis quelques années maintenant.

Comment évolue la concentration en CO₂ dissous dans un verre au cours d'une dégustation? Quel est l'impact de la forme du verre et de la température sur la désorption progressive du CO₂ dissous et des arômes d'un champagne ou d'un vin effervescent? Voilà autant de questions auxquelles la science peut effectivement répondre par l'emploi des outils de mesure adaptés. Dès lors, on peut tout à fait aborder cette question du verre idéal sous l'angle de l'analyse sensorielle. Pour ce faire, il faut avoir la réponse du panel le plus large possible, pour tenter de corréler le plaisir du dégustateur avec quelques-uns des paramètres analytiques accessibles à l'expérience. On peut alors imaginer, en multipliant les dégustations et en ajustant petit à petit les paramètres analytiques selon la réponse du panel, parvenir progressivement à une forme de verre qui plaît statistiquement au plus grand nombre pour la dégustation d'un champagne donné. Mais attention, cette forme de verre identifiée comme « idéale » par la majorité des dégustateurs

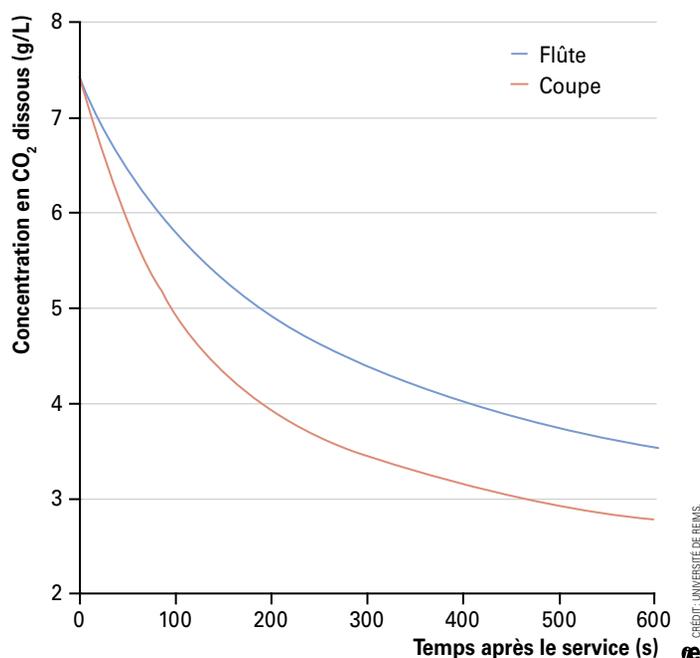
du panel pour un champagne, n'est pas nécessairement adaptée pour la dégustation d'un autre champagne. Il existe bien entendu une très large gamme de vins de Champagne qui offrent aux consommateurs des caractères très différents. Certains sont jeunes, d'autres d'âge respectable, certains sont bruts, d'autres doux, certains sont élaborés avec 100 % de chardonnay, d'autres sont des assemblages élaborés avec les trois cépages champenois (mais dans des proportions variables selon le millésime, le terroir)... De plus, en raisonnant exclusivement sur les paramètres analytiques évoqués plus haut, on occulte complètement l'aspect strictement esthétique (propre à chacun), qui joue bien évidemment un rôle dans le plaisir qu'on a à déguster un vin. Tout ceci rend notre quête du verre « idéal » et surtout « unique » un peu illusoire...

L'analyse de quelques paramètres analytiques objectifs peut cependant nous permettre d'éviter certains écueils lorsqu'on imagine un verre pour la dégustation du champagne et des vins effervescents. Nous proposons ici d'examiner l'influence de la forme du verre et le rôle présumé des bulles lors d'une dégustation de champagne ou de vin effervescent.

Impact de la forme du verre: flûte ou coupe?

Pour illustrer l'impact de la

■ **Figure 1 : Évolution au cours du temps de la concentration en gaz carbonique dissous dans un même champagne servi en flûte et en coupe.**



forme d'un verre sur quelques paramètres analytiques essentiels lors d'une dégustation, nous avons volontairement choisi de comparer les deux types de verre totalement opposés pour la dégustation du champagne que sont la flûte et la coupe. Ces résultats ont été publiés en détail récemment (Liger-Belair et al., 2009a, 2012a, 2012b). Nous en donnons ci-après une courte synthèse.

La perte progressive de gaz carbonique dissous

Du point de vue du dégustateur, la concentration en gaz carbonique dissous (issu de la prise de mousse en bouteille) joue un rôle essentiel. Elle est responsable de la formation des bulles, et de la sensation de piqure très caractéristique en bouche. Afin de conserver l'effervescence le plus longtemps possible, un verre doit donc conserver le plus longtemps possible son gaz carbonique dissous, une fois le champagne servi. En utilisant une balance de précision (au dixième de milligramme près), il est possible de mesurer la perte progressive de gaz carbonique dissous, une fois le champagne versé dans chaque type de verre. C'est une expérience toute simple qui nous renseigne sur la capacité d'une forme de verre donnée à retenir plus ou moins longtemps le gaz carbonique dissous, et donc l'effervescence, en son sein (figure 1).

Comme on pouvait s'y attendre, compte tenu de sa surface plus

faible, la flûte permet de conserver plus longtemps le CO₂ dissous que la coupe. En définitive, un verre doit donc présenter une surface d'échange avec l'atmosphère qui ne soit pas excessive afin de ne pas perdre trop vite le gaz carbonique dissous dans le champagne.

Le flux de gaz carbonique qui s'échappe des verres au cours du temps

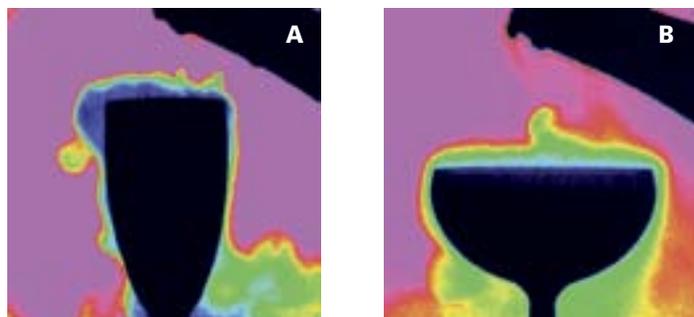
En dégustation, la concentration en CO₂ dissous dans le champagne joue certes un rôle important, mais le flux de CO₂ gazeux qui s'échappe des verres doit aussi être quantifié. En effet, lorsque le dégustateur inhale l'espace de tête au-dessus de son verre, les composés aromatiques volatiles responsables du « bouquet » du vin sont inévitablement mélangés aux vapeurs de CO₂ qui s'échappent via les bulles et l'interface champagne/air. La façon dont le CO₂ gazeux peut modifier la perception des arômes d'un vin n'est pas encore clairement établie à ce jour. Il est cependant bien connu des amateurs de champagne et de vins effervescents, qu'un excès de vapeurs de CO₂ peut irriter les muqueuses nasales lors de son inhalation (par stimulation du nerf trijumeau), provoquant ainsi une sensation de piqure très désagréable qui mettra souvent plusieurs secondes avant de disparaître. Les flux de CO₂ qui s'échappent de la flûte et de la coupe apparaissent sur la **figure 2**.

Tout au long des dix premières minutes qui suivent le service, le flux de gaz carbonique apparaît nettement supérieur au-dessus de la flûte qu'au-dessus de la coupe et ce, bien que la coupe permette une libération plus rapide du CO₂ dissous (**figure 1**). Ce résultat, en apparence paradoxal, est tout simplement dû à la large ouverture de la coupe qui dilue le gaz qui s'en échappe sur une surface bien plus importante que celle de la flûte, conduisant ainsi à des flux plus faibles que lorsque le champagne est servi dans la flûte. D'ailleurs, en filmant à l'aide d'une caméra infrarouge le service du champagne, on remarque bien que la concentration en CO₂ gazeux est nettement supérieure au-dessus de la flûte (**figure 3**).

Puisque la large ouverture de la coupe dilue le CO₂ gazeux qui s'en échappe, il en va de même avec les composés aromatiques volatils qui s'évaporent. Or, plus le flux d'un composé volatil est important, plus le composé en question sera perçu par celui qui inhale les vapeurs qui se dégagent au-dessus d'un verre.

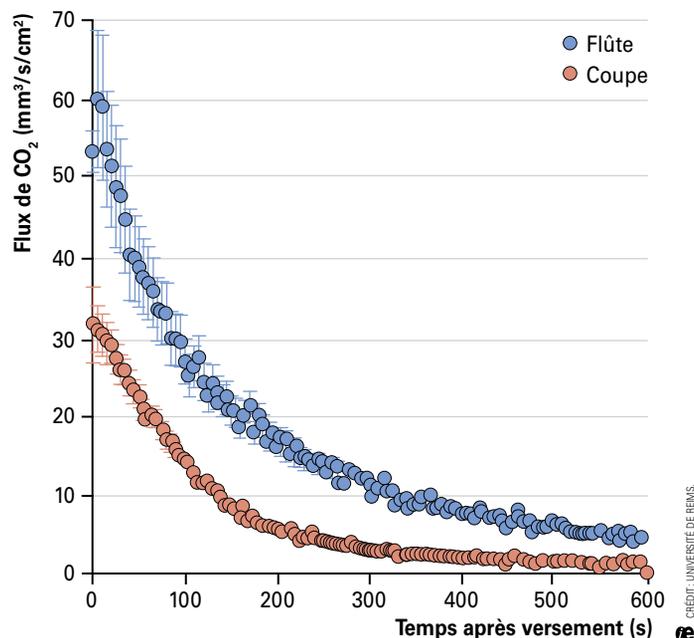
Le bon verre est finalement celui qui réalise un compromis entre la conservation du gaz carbonique dissous en son sein (ce qui assure une bonne longévité à l'effervescence), et la diffusion des arômes à un rythme suffisant pour être perçu par le dégustateur. En définitive, la coupe est à proscrire pour deux raisons. Tout d'abord elle empêche

■ **Figure 3: Le service du champagne, en flûte (A) et en coupe (B), filmé à l'aide d'une caméra thermique, permet de visualiser les volutes de gaz carbonique qui s'en échappent (Liger-Belair et al., 2012b; Bourget et al., 2013); Les fortes concentrations en gaz carbonique apparaissent en bleu foncé, les faibles concentrations en rouge.**



CRÉDIT : UNIVERSITÉ DE REIMS. Œ

■ **Figure 2: Flux de gaz carbonique qui s'échappent de la flûte et de la coupe, au cours des 10 premières minutes qui suivent le service du champagne.**



CRÉDIT : UNIVERSITÉ DE REIMS. Œ

le champagne de retenir correctement son gaz carbonique dissous. De plus, elle dilue les arômes qui s'en échappent sur une surface trop importante. Un champagne dégusté en coupe vous paraîtra le plus souvent très peu aromatique au nez. La flûte quant à elle retient bien mieux le gaz carbonique dissous dans le champagne que la coupe. Cependant, si elle est trop étroite, elle risque de concentrer le gaz carbonique et les arômes qui s'en échappent de façon excessive. Les « premiers nez » sur une flûte étroite sont systématiquement très agressifs pour les muqueuses nasales. Le bon compromis se situe donc probablement dans une forme plutôt intermédiaire entre la coupe et la flûte (Liger-Belair et al, 2012b).

Le rôle crucial de la hauteur de service

La mécanique fine de l'éclatement d'une bulle décryptée

Au cours d'une dégustation de champagne qui ne dure que quelques minutes, des dizaines de milliers de bulles éclatent en surface, libérant ainsi le gaz carbonique et les molécules

aromatiques dont elles se sont chargées pendant leur ascension dans le verre. Mais leur action ne s'arrête pas là... En éclatant, chaque petite bulle projette également un mince filet de champagne susceptible de catapulter de minuscules gouttelettes plusieurs centimètres au-dessus de la surface du verre. Ce sont donc des centaines et parfois même des milliers de gouttelettes qui sont projetées chaque seconde, plusieurs centimètres au-dessus de la surface, sous la forme d'un « aérosol de champagne » qui picote et rafraîchit agréablement le visage (**figure 4**). Mais le rôle de cet aérosol ne s'arrête pas à cette simple sensation tactile... Ces myriades de gouttelettes qui jaillissent au-dessus de la surface du verre s'évaporent en partie et permettent ainsi une libération encore bien plus efficace des arômes du vin (Liger-Belair et al, 2009a).

L'analyse fine de cet aérosol a montré qu'il était plus concentré en plusieurs dizaines de molécules d'intérêt organoleptique que le cœur du champagne dans la flûte (jusqu'à plus de 30 fois pour certaines molécules). Parmi ces molécules, on retrouve des acides gras, des

■ **Figure 4:** Les centaines de gouttelettes projetées chaque seconde par l'éclatement de centaines de bulles forment un « aérosol » de champagne au-dessus de la surface du vin, qui participe au plaisir de la dégustation.



CRÉDIT: ALAIN CORNU/ COLLECTION CIVIC. œ

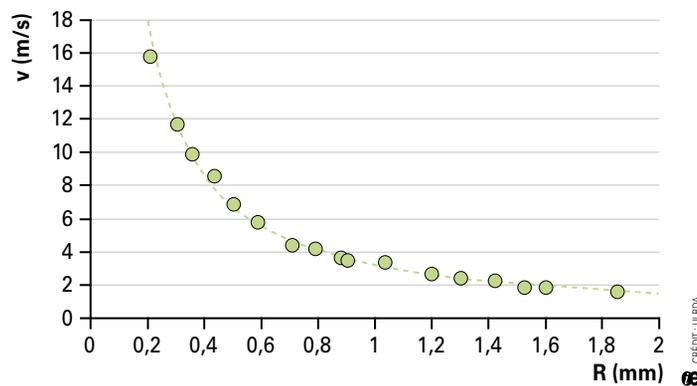
composés terpéniques et bien d'autres molécules impliquées dans l'arôme des vins. Or, la mécanique fine de l'éclatement d'une bulle répond à des régimes hydrodynamiques bien définis selon la taille de la bulle en question. Pour les bulles de champagne et des vins effervescents, dont les diamètres caractéristiques varient entre 0,5 et environ 2 mm pour les plus grosses, l'énergie cinétique libérée par la formation du jet de champagne dépend essentiellement de l'énergie de surface de la bulle encore intacte (*Liger-Belair et al, 2012c*). Des expériences menées dans le cadre de cette étude par nos collègues de l'Institut Jean Le Rond d'Alembert nous apprennent que la vitesse du jet est inversement proportionnelle au rayon de la bulle mère (*figure 5*). Plus les bulles sont petites, plus la vitesse d'éjection du jet est grande et plus le nombre de gouttelettes produites sera important (*figure 6*). En définitive, plus les bulles sont fines et meilleure sera l'évaporation des arômes en retour. Un bon point donc pour les bulles fines qui dispersent plus efficacement les arômes lorsqu'elles éclatent !

Une relation essentielle entre la hauteur de service et la taille d'une bulle

Cet effet « fines bulles » devient

extrêmement subtil lorsqu'on sait que la taille d'une bulle en surface varie avec la hauteur de champagne servi dans le verre. En effet, les bulles grossissent par diffusion lorsqu'elles remontent sous l'effet de la poussée d'Archimède. Elles parviennent donc en surface avec un volume qui va dépendre de la hauteur de champagne dans le verre. Nous avons déterminé, en utilisant les équations de la mécanique des fluides, la relation qui existe entre la taille d'une bulle de champagne lorsqu'elle parvient en surface et un certain nombre de paramètres physiques caractéristiques du champagne et du verre, dont la hauteur de service (*Liger-Belair, 2006*). Nous retiendrons que le volume d'une bulle varie proportionnellement avec la distance qu'elle parcourt, et donc avec la hauteur de champagne servi dans le verre (si la

■ **Figure 5:** Vitesse caractéristique du jet produit lors de l'éclatement d'une bulle en fonction de son rayon, dans de l'eau pure.



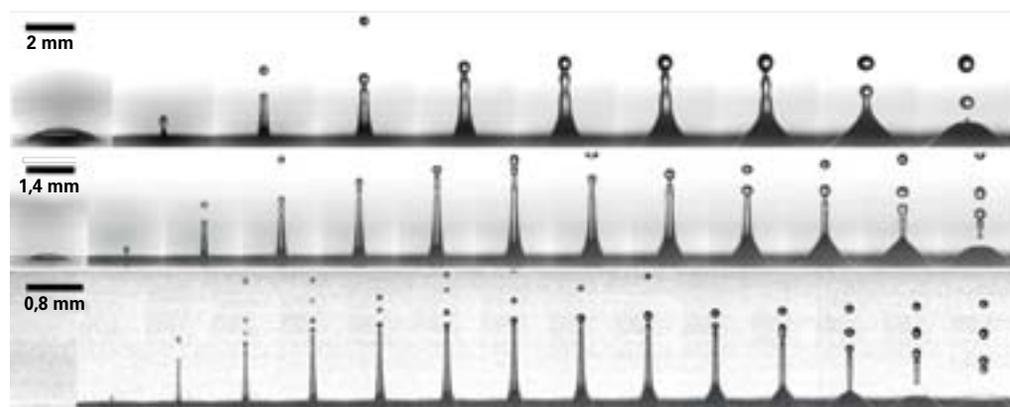
CRÉDIT: ULBDA. œ

hauteur de service est doublée, le volume de la bulle l'est aussi). Or, puisque la mécanique de l'éclatement d'une bulle dépend fondamentalement de sa taille, on comprend maintenant que la hauteur de service joue un rôle central sur la formation de l'aérosol de champagne et donc l'évaporation des arômes du vin... Nous avons testé l'effet « hauteur de service » en servant le même champagne dans une coupe et dans une flûte (*Liger-Belair et al, 2009b*). Juste après le service, les bulles qui parviennent à la surface de la coupe sont naturellement plus fines que celles qui parviennent à la surface de la flûte, puisque la hauteur de liquide est nettement plus faible dans la coupe que dans la flûte.

Le service du champagne au Domaine Les Crayères

Philippe Jamesse, chef sommelier du Domaine les Crayères, à Reims, est un expert reconnu pour sa grande connaissance de la Champagne et des vins de Champagne. Il y a quelques années (bien avant nos travaux sur l'impact des bulles et de la forme du verre sur la désorption du gaz carbonique et des arômes en condition de dégustation), Philippe Jamesse a eu l'intuition de dessiner trois verres très différents pour le service du champagne. Ces trois verres, lorsqu'ils sont servis avec un volume identique de champagne, procurent une expérience sensorielle différente lors de la dégustation d'un champagne donné. Toutes celles et ceux qui ont eu l'occasion de faire cette dégustation comparée le confirmeront. En février 2013, une équipe de la prestigieuse chaîne de télévision anglaise BBC a consacré une émission à la science des bulles de champagne menée à l'université de Reims, et à l'expérience sensorielle telle qu'elle est conduite aux Crayères par l'emploi des trois verres dessinés par Philippe Jamesse (*figure 7*). Aujourd'hui, l'éclairage récent de la

■ **Figure 6:** Séquences haute-vitesse qui illustrent la production de gouttelettes lors de l'éclatement de trois bulles de tailles différentes, dans de l'eau pure.



CRÉDIT: ULBDA. œ

science (présenté dans les paragraphes qui précèdent) permet d'apporter un autre regard et une explication très complémentaire de la réflexion empirique menée par le chef sommelier sur la dégustation et le rôle du verre. On peut voir sur les photographies de la **figure 7** que trois paramètres fondamentaux en dégustation permettent de distinguer les trois verres, lorsqu'ils sont identiquement servis avec 100 millilitres de champagne.

Tout d'abord, la hauteur de service y est très différente d'un verre à l'autre. Elle diminue du verre le plus étroit au verre le plus évasé. Les bulles vont donc avoir tendance à s'affiner du verre le plus étroit au verre le plus évasé... Inévitablement, la mécanique de l'éclatement et de la dispersion des arômes via les gouttelettes – intimement liée à la taille des bulles - diffère d'un verre à l'autre. La dispersion des arômes sera plus efficace dans le verre évasé, propice aux bulles plus fines. De plus, la surface du disque de champagne offerte au dégazage et à l'évaporation des arômes du vin augmente très nettement du verre le plus étroit au verre le plus évasé. L'évaporation des arômes sera donc plus efficace dans le verre évasé. Un champagne servi dans le verre évasé aura néanmoins tendance à dissiper plus rapidement son gaz carbonique et à s'oxyder plus rapidement que s'il est servi dans la flûte étroite.

Enfin, le volume de l'espace de tête, tel qu'il sera inhalé par le dégustateur, augmente considérablement du verre le plus étroit au verre le plus évasé. Le rôle du volume variable de l'espace de tête dans lequel le gaz carbonique et les molécules aromatiques volatiles se mélangent est actuellement en cours d'analyse dans notre laboratoire.

Ces observations nous permettent de comprendre pourquoi l'expérience sensorielle varie tant suivant la forme du verre proposé pour la dégustation. Notre travail de laboratoire s'inscrit donc dans une démarche innovante et totalement complémentaire de celle de l'œnologue et du sommelier. En effet, toute la subtilité de leur travail consiste à proposer au dégustateur une forme de verre qui s'accorde avec les caractéristiques du champagne qu'il souhaite déguster. Nos travaux pourraient ainsi permettre d'affiner leurs choix en fonction des caractéristiques analytiques des verres mesurées en laboratoire. En ce moment, et dans le but d'optimiser le plaisir de la dégustation,

■ **Figure 7 : Nos résultats scientifiques récents permettent d'éclairer sous un jour nouveau les trois verres destinés à la dégustation du champagne et dessinés par Philippe Jamesse.**



CRÉDIT: BBC

c'est sur la forme du verre, l'identification et la dispersion des arômes du champagne que nous poursuivons nos travaux, avec les outils de la science et le concours précieux des hommes de l'Art. Dominique Demarville et Thierry Gasco, respectivement chefs de caves des champagnes Veuve Clicquot et Pommery, ainsi que Philippe Jamesse, chef sommelier du Domaine Les Crayères, apportent leur expertise. Nous remercions enfin l'interprofession champenoise (CIVC, IOC...), avec qui nous entretenons des échanges fructueux sur ces sujets, mais aussi l'Association Recherche Œnologique Champagne et Université (AROCU) qui a su créer une interface très efficace entre la profession et nos recherches universitaires. ■

■ Références bibliographiques

G. Liger-Belair, G. Polidori, V. Zeninari "Unraveling the evolving nature of gaseous and dissolved carbon dioxide in Champagne wines: A state-of-the-art review, from the bottle to the tasting glass" *Anal. Chim. Acta* 732, 1-15, 2012a.

M. Bourget, G. Liger-Belair, H. Pron, G. Polidori "Unraveling the release of gaseous CO₂ during champagne serving through high-speed infrared imaging" *J. of Visualization*, 16, 47-52, 2013.

G. Liger-Belair, M. Bourget, H. Pron, G. Polidori, C. Cilindre "Monitoring gaseous CO₂ and ethanol above champagne glasses: flute versus coupe, and the role of temperature" *PLoS ONE* 7 (2), e30628, 2012b.

G. Liger-Belair, T. Seon, A. Antkowiak "A collection of collapsing-bubble-driven phenomena found in champagne glasses" *Bubble Sci., Eng. Technol.* 4, 21-34, 2012c.

G. Liger-Belair, S. Villaume, C. Cilindre, P. Jeandet, G. Polidori "CO₂ volume fluxes outgassing from champagne glasses in tasting conditions: flute vs coupe" *J. Agric. Food Chem.*, 57, 4939-4947, 2009a.

G. Liger-Belair, C. Cilindre, R. Gougeon, M. Lucio, I. Gebefügi, P. Jeandet, P. Schmitt-Kopplin "Unraveling different chemical fingerprints between a champagne wine and its aerosols" *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 106, 16545-16549, 2009b.

G. Liger-Belair "Nucléation, ascension et éclatement d'une bulle de champagne" *Annales de Physique* 31, 1-133, 2006. ■

■ **Figure 8 : Helen Czerski, journaliste à la BBC, Philippe Jamesse, chef sommelier du Domaine Les Crayères, et Gérard Liger-Belair, chercheur à l'université de Reims, discutent de l'impact de la forme du verre lors d'une dégustation de champagne.**



CRÉDIT: BBC