



LE PRINCIPE DES DISPOSITIFS D’AFFICHAGE TÊTE HAUTE

est le même que celui des fantômes de Pepper et effets apparentés. S’y ajoute un système optique permettant de former l’image à une distance appropriée devant la personne, de telle façon qu’elle n’ait pas à accommoder ses yeux pour lire les informations affichées.

sur l’écran. Cela étant réglé, nous disposons alors d’une image bidimensionnelle au centre de la scène, dont on s’assure qu’elle respecte les règles de la perspective (taille et position de l’image par rapport au sol).

De la lumière en relief

Mais d’où vient l’illusion du relief ? À quelques mètres de distance et sur fond noir, la parallaxe (chacun de nos yeux perçoit des images différentes, ce qui nous aide à localiser l’objet regardé dans son environnement) et l’accommodation (qui permet de voir net à courte distance) jouent peu. Elles ont des rôles mineurs, au contraire de l’éclairage et des ombres propres : ce sont les différences de luminosité entre les diverses parties du visage ou du corps et la manière dont ces écarts de luminosité varient lorsque la personne se tourne ou se déplace qui fournissent à notre cerveau des indices sur sa forme et son volume.

Cela signifie que les éclairages de la scène de projection et de la scène de prise

de vue doivent être rigoureusement identiques. En choisissant qui plus est des éclairages qui marquent bien les reliefs, nos sens sont dupés et l’illusion devient parfaite.

Aujourd’hui, on utilise aussi la superposition d’une image dans une scène dans les « affichages tête haute » destinés aux pilotes d’avions ou aux conducteurs de véhicules. Il s’agit de dispositifs qui affichent, dans le champ de vision de la personne au volant ou aux manettes, des informations sous une forme transparente, qui ne masquent pas la scène située au-delà (voir l’illustration ci-contre). Le pilote ou le conducteur n’a ainsi pas besoin de tourner la tête ou les yeux pour les lire, contrairement à la situation où les informations sont lues sur le tableau de bord.

Affichage accommodant

Le grand avantage de ces dispositifs est que l’on peut former l’image à bonne distance devant le conducteur, de façon que celui-ci n’ait pas besoin d’accommoder sans cesse ses yeux lorsque son regard passe de la route aux informations affichées et inversement. Ces efforts d’accommodation se révèlent en effet encore plus fatigants que les mouvements oculaires.

Le principe de l’affichage tête haute est exactement le même que pour les fantômes de Pepper. Ainsi, pour les automobilistes, la projection a lieu soit sur une lame semi-transparente inclinée et placée dans le champ de vision, soit directement sur le pare-brise.

Toutefois, les contraintes géométriques sont différentes, car il faut former l’image à une distance appropriée du conducteur. En pratique, on choisit une distance de l’ordre de 2,5 mètres pour les informations telles que la vitesse et les limitations de vitesse. Pour les nouveaux affichages, qui incluent des informations de type « réalité augmentée », l’image est formée à plusieurs mètres pour qu’elle soit bien intégrée à la scène. Cela exige des dispositifs optiques assez élaborés qui agrandissent l’image et décalent sa position à l’aide de lentilles ou de miroirs courbes, mais le confort d’utilisation est devenu remarquable. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

S. W. Patterson et K. P. Zetie, *Exorcising Pepper's ghost*, *Physics Education*, vol. 52(2), article 023007, 2017.

M. K. Hedili *et al.*, *Micro lens array-based high-gain screen design for direct projection head-up displays*, *Applied Optics*, vol. 52(6), pp. 1351-1357, 2013.

QUESTION AUX EXPERTS

Pourquoi les sondages électoraux se trompent-ils ?

Trois principales raisons expliquent que les sondages n'indiquent pas toujours l'état véritable de l'opinion.

Pascal MOLINER



Les sondages électoraux produisent des résultats qui, le plus souvent, se confirment dans les urnes. Toutefois, il arrive qu'ils se trompent de façon spectaculaire : par exemple le 21 avril 2002 en France lors de la qualification de Jean-Marie Le Pen au deuxième tour de l'élection présidentielle, le 23 juin 2016 lors du référendum sur l'appartenance du Royaume-Uni à l'Union européenne, ou encore le 8 novembre 2016 avec la victoire de Donald Trump à l'élection présidentielle des États-Unis. Trois grands facteurs peuvent être à l'origine de ces erreurs.

Tout d'abord, on comprend qu'un sondage sera moins fiable si on le réalise auprès d'un échantillon qui ne reflète pas au plus près les caractéristiques de la population globale appelée à voter. Pour s'approcher au mieux de cette représentativité, les sondeurs pratiquent le « redressement des résultats bruts » : ils mesurent les biais connus et corrigent.

Toutefois, en matière de sondage politique, cette méthode n'est possible que lorsque le scrutin anticipé peut être comparé à un scrutin antérieur. Ce n'est pas toujours le cas, comme en témoignent les récentes primaires de la droite en France ou le référendum sur le Brexit. En outre, puisque les sondages sont réalisés par téléphone ou via Internet, ils laissent dans l'ombre des pans entiers de la population : ceux qui n'ont pas de poste de téléphone fixe ou qui n'ont pas d'accès au Web.

Un deuxième facteur est que, avec l'emprise décroissante des grandes idéologies, le vote est de moins en moins une expression identitaire et de plus en plus un choix raisonné ou au contraire pulsionnel. Dans le premier cas, il résulte d'un calcul dont la solution peut n'apparaître clairement aux électeurs qu'à quelques jours du scrutin (par exemple celui du premier tour des primaires de la droite). Dans le second, la pulsion peut longtemps rester contrôlée jusqu'à ce qu'elle s'exprime dans l'isolement, laissant parfois un goût amer à l'électeur qui vient de l'assouvir (cas du vote pour ou contre le Brexit).

Dans tous les cas, le vote peut être précédé d'une longue période d'indécision. Sa déconnexion des identités sociales, familiales et parfois même politiques accroît son imprévisibilité, y compris aux yeux de l'électeur lui-même.

Non-représentativité de l'échantillon, volatilité et masquage des opinions

Un troisième facteur est le phénomène de « zone muette », étudié en psychologie sociale depuis les années 2000. Il se produit lorsqu'une opinion est discréditée par un ou plusieurs groupes occupant des positions de domination sociale (autorité morale, médias prépondérants, pouvoir financier, etc.). Confrontés à la pression normative de ces groupes, les individus

mentent pour masquer leur adhésion à l'opinion indésirable, car son affichage constitue une menace identitaire. C'est ce qui explique que le masquage peut se produire même dans des conditions d'anonymat.

Mais les sondés ont un autre moyen de masquer leurs opinions : refuser de participer au sondage. Les personnes qui adhèrent à une opinion contre-normative seront alors sous-représentées. Pour endiguer le phénomène, les sondeurs tentent de redresser leurs échantillons, mais dans quelles proportions faut-il le faire ? À l'évidence, ces proportions étaient insuffisantes en 2002, lors de l'élection présidentielle française.

Le meilleur moyen de neutraliser le masquage consiste à faire baisser la pression normative sur les sondés. Dans ce sens, il vaudrait peut-être mieux ne pas interroger ces derniers sur leurs intentions personnelles, mais plutôt sur ce qu'ils perçoivent des intentions de vote de leur entourage proche.

Non-représentativité, volatilité et masquage peuvent évidemment se cumuler ou interagir. Les problèmes de représentativité trouveront probablement des solutions techniques. Il en va autrement de la volatilité ou du masquage, qui concernent davantage le rapport des citoyens au pouvoir politique ou médiatique et aux sondages. En l'absence de réponses à ces difficultés, l'avenir des sondages électoraux sera compromis.

Pascal MOLINER est professeur de psychologie sociale à l'université de Montpellier III.

SCIENCE & GASTRONOMIE

Fritures protégées

Les composés phénoliques des aliments réagissent avec les aldéhydes toxiques engendrés par le chauffage de l'huile : la friture est moins nocive qu'on ne le pense.

Hervé THIS

La tentation finaliste est constante et Voltaire a eu raison de mettre en scène Pangloss, qui affirmait que tout était pour le mieux dans le meilleur des mondes. Ainsi, raisonnent les finalistes, le nez est merveilleusement adapté au port de lunettes et il est extraordinaire que les fruits comblent nos besoins en sucre !

Bien sûr, la biologie de l'évolution combat cette tentation téléologique. Pour les fruits, par exemple, il est plus raisonnable de penser que les primates ont coévolué avec les plantes : ces dernières, en évoluant vers la production de fruits colorés et chargés de divers sucres, attirent des animaux qui repèrent mieux les fruits dans le couvert végétal, les consomment et disséminent les graines, ce qui propage l'espèce végétale et réduit la concurrence des autres plantes.

De façon analogue, en cuisine, notre attachement à des traditions suscite parfois des discours de mauvaise foi : nous justifions nos goûts par des bienfaits qu'ils apporteraient ou par des pratiques d'élimination des inconvénients. Par exemple, nous nous autorisons à manger des frites sous prétexte de bien les éponger au sortir du bain de friture, pour éviter l'absorption d'huile.

Rosario Zamora et ses collègues de l'Institut de la Grasa, à Séville, ont récemment apporté de l'eau à notre moulin en identifiant des mécanismes moléculaires qui réduisent la toxicité des fritures : des aldéhydes toxiques produits lors de cette forme de cuisson sont piégés par des polyphénols présents dans les aliments frits. Le monde est bien fait !

Si la friture a l'avantage d'être une cuisson rapide et de former une couche croustillante,

elle a l'inconvénient de réunir des lipides, de la chaleur, de l'oxygène et souvent des catalyseurs d'oxydation, tel le fer présent dans le sang. Se forment alors des produits toxiques, en même temps que des goûts désagréables, possibles indicateurs de toxicité.

Parmi les produits toxiques formés, on a identifié des aldéhydes, tels l'acroléine et le crotonaldéhyde. Les deux composés comportent un groupe carbonyle ($C=O$), caractéristique de la fonction chimique aldéhyde, mais aussi une double liaison entre les atomes de carbone voisins de celui qui porte le groupe aldéhyde : toutes les conditions d'une forte réactivité chimique sont réunies.

Des réactions qui réduisent la toxicité

Dans les huiles de friture, l'acroléine est bien plus abondante que le crotonaldéhyde, et les deux composés sont heureusement plus concentrés dans l'huile que dans les aliments frits. Pourquoi ?

Cherchant des produits de réaction entre les aldéhydes et les composés phénoliques des aliments, les chimistes espagnols ont exploré des huiles de friture et des oignons frits du commerce. Les oignons rouges, notamment, contiennent une classe de composés phénoliques bien caractérisés, les flavonoïdes, et, surtout, de la quercétine et ses dérivés « glycosylés », c'est-à-dire liés à des sucres. Les chercheurs sévillans ont constaté que la première étape de la réaction des aldéhydes avec ces composés phénoliques est une addition [la molécule d'aldéhyde se lie à celle du composé phénolique]. Les produits d'addition

sont ensuite stabilisés par des cyclisations de l'aldéhyde, des parties de ce dernier réagissant avec des groupes du composé phénolique.

Les chimistes ont alors identifié et dosé les aldéhydes dans les vapeurs qui s'élèvent au-dessus des fritures. Le dosage de l'acroléine et d'autres aldéhydes a montré que cette évaporation réduit leur concentration dans l'huile : coup de chance, aurait dit Pangloss.

En revanche, quand l'huile de friture reçoit des oignons, la diminution de la concentration en aldéhydes dissous dans l'huile est plus faible. L'optimisme panglossien doit-il être abattu ? Non, car il est apparu que ces aldéhydes réagissent avec les polyphénols contenus dans les aliments frits. De surcroît, diront nos optimistes, ces réactions des aldéhydes avec les composés phénoliques s'ajoutent à celles avec les acides aminés ou les résidus d'acides aminés des protéines. Et, cerise sur le gâteau, si ces dernières réactions contribuent à des changements de goût appréciés, c'est aussi le cas de la réaction avec les composés phénoliques. Il reste à savoir exactement comment, mais la conclusion est que la nature nous comble de ses bienfaits. ■



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



© Jean-Michel Thiriet