

IDÉES DE PHYSIQUE

Le fantôme du candidat

Faire apparaître sur scène un personnage qui se trouve à mille lieues de là n'a rien d'impossible : il suffit de projeter à plat son image, d'utiliser un film semi-transparent et de jouer sur les ombres et les lumières.

Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK

Tout récemment, l'utilisation d'« hologrammes » lors de spectacles musicaux ou de réunions politiques a fait le tour des médias : le public découvrait sur scène une image réaliste en relief (on dit de nos jours « 3D ») de danseurs ou d'un candidat à l'élection présidentielle, sans avoir besoin de lunettes spéciales.

En réalité, il ne s'agit pas d'hologrammes, mais d'une simple projection sur un écran semi-transparent. C'est une adaptation d'une méthode connue depuis le XIX^e siècle, sous le nom de fantôme de Pepper. Comment cette projection, qui inspire aujourd'hui les dispositifs d'« affichage tête haute » développés pour les pilotes d'avions et les conducteurs de voitures, crée-t-elle l'illusion du relief ?

Illusions au théâtre

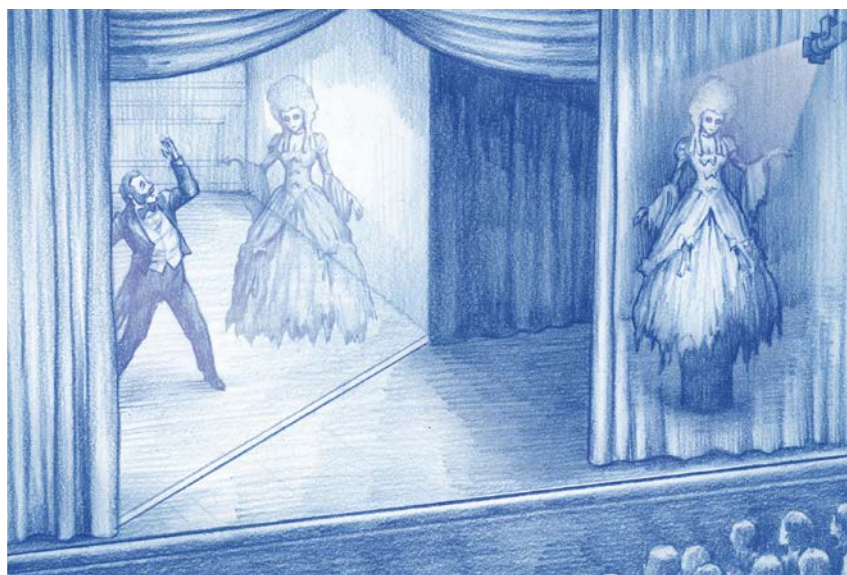
Revenons au XIX^e siècle. À cette époque où le spiritisme est en plein essor, Henry Dircks, un ingénieur anglais, invente (en 1858) un dispositif pour faire apparaître des fantômes sur une scène de théâtre. Il utilise pour ce faire une trappe, des miroirs et des jeux de lumière. Le principe de base est particulièrement simple et, comme nous allons le voir, nous l'avons tout involontairement expérimenté.

Lorsque, une fois la nuit tombée, nous entrons dans une pièce dont les volets ne sont pas fermés, nous voyons très bien

l'extérieur à travers la vitre, dont nous pouvons même douter de la présence lorsqu'elle est parfaitement propre. En revanche, dès que nous allumons la lumière dans la pièce, la fraction réfléchie par la vitre (environ 8 %) est bien plus intense que la lumière qui nous parvient de l'extérieur. La vue de l'extérieur est alors remplacée par la vue de l'intérieur, sauf pour les objets lumineux (lampadaires de rue, phares des voitures...) qui viennent se superposer au reflet déjà

présent. Réciproquement, en plein jour, on observe à travers la vitre l'image de la lampe allumée dans la pièce, superposée à la vue de l'extérieur.

Pour réaliser cette superposition d'images à des fins théâtrales, Henry Dircks eut l'idée de faire remonter à travers une trappe, et à l'aide d'un miroir incliné à 45 degrés, l'image d'une pièce située sous la scène vers une vitre disposée devant la scène avec la même inclinaison.



UN FANTÔME SUR SCÈNE : cet effet peut être obtenu grâce à une vitre verticale orientée à 45 degrés par rapport aux spectateurs. Ces derniers voient le reflet d'un personnage présent dans les coulisses (à droite) et qui leur est caché. Les coulisses sont dans l'obscurité, mais le personnage à faire apparaître de façon fantomatique est éclairé.

Dessins de Bruno Vacaro

■ LES AUTEURS



Jean-Michel COURTUY et Édouard KIERLIK sont professeurs de physique à l'université Pierre-et-Marie-Curie, à Paris. Leur blog : www.scilogs.fr/idees-de-physique

Leur dernier livre s'intitule : *En avant la physique !* (Belin-Pour la Science, 2017).

John Pepper, un chimiste, britannique lui aussi, simplifia grandement le dispositif en le réduisant à une simple plaque de verre, placée devant la scène fortement éclairée. Cette plaque réfléchit le contenu d'une pièce obscure cachée sur le côté (*voir l'illustration page précédente*). Quand la lumière de la pièce cachée est allumée et que celle de la scène est réduite, une forme lumineuse apparaît brusquement devant l'auditoire ! Succès assuré pour cette technique, que l'on retrouve aujourd'hui sous une forme adaptée dans les maisons hantées et autres trains fantômes des parcs d'attraction.

Une image projetée

Le procédé que l'on vient de décrire fait apparaître l'image d'un objet (ou d'un personnage) réel situé à proximité de la scène, mais caché du public. Comment faire apparaître une image de synthèse ou celle d'une personne absente ? En remplaçant la pièce cachée par un écran sur lequel est projetée l'image que l'on veut faire apparaître (*voir l'illustration ci-dessous*). La luminosité des projecteurs actuels permet en effet d'obtenir une image aussi lumineuse qu'une personne réellement sur scène.

Toutefois, de nombreux problèmes pratiques sont à régler pour créer l'illusion de volume et de la profondeur. Il faut pour

ce faire s'appuyer à la fois sur des astuces de physique et sur une bonne compréhension de nos perceptions.

Tout d'abord, il est hors de question d'utiliser une vitre. Outre la difficulté à la fabriquer en très grand format et à la transporter, une vitre présente une épaisseur et deux faces. Lorsqu'elle est fortement éclairée, se créent alors deux reflets, donc deux images, malgré les traitements antireflets qui ne font qu'atténuer un peu l'effet. Ce dédoublement n'est pas forcément gênant pour un fantôme, car cela accentue son immatérialité. En revanche, pour figurer une personne réelle, c'est rédhibitoire.

C'est pourquoi on préfère aujourd'hui aux vitres des films souples semi-transparents de type Mylar. Les difficultés ne sont hélas pas supprimées : d'une part le film doit être sans pli et suffisamment tendu pour ne pas vibrer au moindre courant d'air. D'autre part, sur le plan optique, le film doit se comporter de la même manière avec toutes les composantes de la lumière blanche, et cela tant en réflexion, pour ne pas perturber les couleurs de l'image, qu'en transmission, pour ne pas affecter celles des personnes ou du décor placés derrière le film.

Les meilleurs films s'approchent de plus en plus de ce comportement, mais il est bien souvent nécessaire de compenser certains défauts en ajustant savamment l'éclairage. Il faut ensuite ajuster la géométrie afin que le reflet de la projection se trouve au bon endroit pour le spectateur, notamment si l'on souhaite faire interagir la personne projetée avec une personne réelle présente sur scène.

Tout se passe alors comme si le projecteur renvoyait directement l'image sur un écran situé sur la scène. Mais comment fait-on pour donner l'impression d'avoir devant soi une personne en chair et en os dans ses trois dimensions ?

Premier point : il faut faire oublier la présence d'un écran. Pour atteindre cet objectif, il est essentiel que la personne projetée soit, dans l'image, sur fond noir, ce qu'on réalise lors de la prise de vue ou par un traitement d'image. Il faut ensuite veiller à ce qu'il n'y ait aucune réflexion parasite

UNE IMAGE PROJETÉE sur un plan horizontal, invisible des spectateurs, et qui se reflète dans un film semi-transparent incliné verticalement à 45 degrés permet de donner l'illusion qu'un personnage est présent sur scène.

