

L'AUTEUR



Thierry BOREL est ingénieur de recherche pour la Société Technicolor, à Cesson-Sévigné, en Bretagne, et membre du Programme d'excellence 3D de cette société.

images – nous y reviendrons. Le premier succès de la 3D, *Chicken Little*, des studios Disney, sort en 2005, mais il faudra attendre *Avatar* de James Cameron, fin 2009, pour que la 3D déclenche un réel engouement. Le cinéma d'animation contribue notablement au déploiement rapide de la 3D : les trois quarts des films 3D des années 2000 en sont issus. Les images créées par ordinateur sont techniquement parfaites, notamment parce que les images gauches et droites ne présentent ni différence de colorimétrie ni distorsions géométriques. Autre avantage des films d'animation, aucun système compliqué d'acquisition à deux caméras n'est nécessaire.

Ce rapide historique met en exergue la notion clef de confort de visualisation. Une maîtrise insuffisante de certaines règles de production peut entraîner des fatigues oculaires, des maux de têtes ou des nausées. En outre, nous ne percevons pas tous un contenu stéréoscopique de la même façon. Cinq pour cent de la population ne voient pas le relief lorsqu'elle est exposée à ce type de contenu et 20 pour cent de la population le voient différemment : par exemple, certaines personnes ne perçoivent pas les sujets qui « sortent » de l'écran. Pour créer un contenu 3D de qualité, il est primordial de bien comprendre le fonctionnement du système visuel humain.

Lorsque le regard se fixe sur un objet, deux phénomènes se déroulent simultanément, chacun assuré par des muscles spécifiques : la mise au point (ou accommodation) et la convergence. La mise au point est une déformation du cristallin (qui joue le rôle de lentille convergente) ; les rayons lumineux sont alors focalisés sur la rétine, de sorte que l'image est nette. La convergence est un mouvement latéral des globes oculaires : ils se tournent vers l'objet, afin que leurs axes optiques se croisent à son niveau.

La lumière issue de l'objet est ensuite transformée en influx nerveux, qui sont transportés jusqu'au cortex visuel, dans la partie postérieure du cerveau. Les influx y sont analysés avec d'autres informations, telle l'intensité des contractions des muscles oculaires assurant la convergence et la mise au point, ce qui crée une représentation de l'espace environnant en couleur et en volume.

Avec l'accommodation, la convergence est un indice majeur, qualifié de binoculaire, qui permet au cerveau de percevoir le relief. D'autres indices, dits monoculaires, sont

également importants : les lignes de fuite, les occlusions (un objet partiellement occulté par un autre se situe derrière lui), les tailles relatives (plus un objet semble petit, plus il est éloigné), les textures (plus leurs détails sont visibles, plus ils sont proches)... À cette liste d'indices statiques s'ajoute un indice dynamique nommé parallaxe de mouvement et qu'on observe par exemple à travers la fenêtre d'un train : le mouvement apparent d'un objet éloigné de la fenêtre est plus lent que celui d'un objet proche. Grâce à ces indices monoculaires, on peut percevoir l'environnement en profondeur même lorsque l'un des deux yeux est déficient.

Des indices qui doivent être cohérents

L'appropriation des indices de profondeur monoculaires par les artistes a été progressive. Les peintres de la Renaissance ont été les premiers à maîtriser les lignes de fuite. Après l'invention de la photographie, on a ajouté un indice de profondeur artificiel : le flou artistique. En rendant flou l'arrière-plan ou l'avant-plan tout en laissant net le personnage principal, on guide l'attention du spectateur vers ce dernier et on accentue les différences de distance perçues entre les plans de l'image, ce qui augmente l'impression de profondeur. Tous ces indices ont été repris par le cinéma.

Pour restituer le relief sur un écran, il ne suffit donc pas de présenter une image différente à chacun des yeux : on doit aussi s'assurer que les indices de profondeur monoculaire et binoculaire concordent. C'est toujours le cas dans le monde réel, mais pas en stéréoscopie : si un objet jaillit de l'écran, par exemple, mais qu'il est masqué par le bord de cet écran (de sorte que l'indice monoculaire d'occlusion indique qu'il est derrière l'écran), cela crée un conflit psychovisuel gênant. Vérifier l'harmonie des différents indices est un travail important, qui doit être effectué avant la phase de tournage.

Entrons maintenant dans cette dernière phase. De même que les yeux reçoivent deux images différentes, on enregistre deux vues d'une même scène sous des angles légèrement distincts, à l'aide de deux caméras montées sur un même bâti (ou on crée ces deux vues dans le cas d'un film d'animation). Elles sont écartées horizontalement l'une de l'autre d'une distance dite interaxiale. Plus elle est grande, plus l'effet 3D sera important.

✓ BIBLIOGRAPHIE

P. Routhier, *Paving the road to 3D TV viability*, ScreenPlays, 2011.
www.screenplays-digital.com/screenplays/201109?pg=21#pg21

C. Vienne *et al.*, *Eye movements during vergence effort in stereoscopic ocular pursuit task and their relations to visual fatigue and stereopsis*, Vision Science Society annual meeting, 2011.

L. Blondé *et al.*, *3D stereo rendering challenges and techniques*, Conférence on information science and system, 2010.

L. Lipton, *Foundations of the Stereoscopic Cinema*, Van Nostrand Reinhold Inc., 1982.