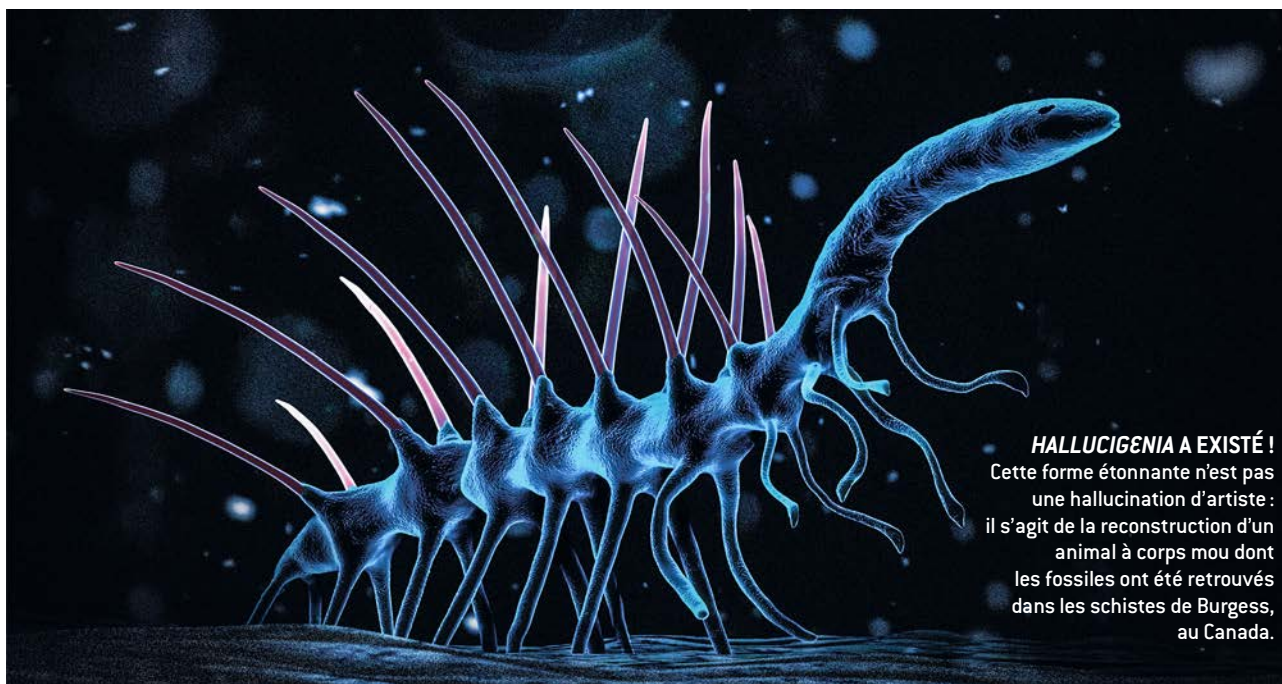




HALLUCIGENIA A EXISTÉ !
Cette forme étonnante n'est pas une hallucination d'artiste : il s'agit de la reconstruction d'un animal à corps mou dont les fossiles ont été retrouvés dans les schistes de Burgess, au Canada.

leur locomotion ondulatoire de type reptation, s'en sortent très bien.

L'exemple qui nous intéresse le plus dans l'étude comparée de Jabba est le cas des gastéropodes terrestres. Le mucus joue un rôle crucial dans la locomotion des escargots et des limaces, dont une grande partie du corps est en contact avec le sol. Ces mollusques ont un pied et une tête distincts. Le premier forme une large sole ventrale permettant les déplacements, tandis que leur tête comporte des yeux et une sorte de langue râpeuse nommée radula. Les gastéropodes constituent le plus grand groupe animal après les insectes et sont apparus durant le Cambrien (il y a 541 à 485 millions d'années). D'après certaines traces fossiles, ce sont les seuls mollusques à s'être aventurés sur la terre ferme durant le Carbonifère (il y a 359 à 300 millions d'années). Comment les gastéropodes font-ils pour avancer sans lever le pied ?

Pour adhérer au sol, l'escargot sécrète un mucus aux caractéristiques particulières. Au repos, c'est un gel d'eau qui contient 3 à 4 % de longues protéines. Il forme une colle solide permettant au pied de l'escargot d'adhérer à n'importe quelle surface. Mais ce gel devient liquide s'il subit une contrainte mécanique trop importante : on dit qu'il est thixotrope. L'un des modes de déplacement de l'escargot consiste à contracter, parallèlement à la surface, l'arrière de son pied pour le faire avancer d'environ un millimètre. Au cours de cette étape et à cet endroit, la mince couche de

mucus subit des forces de cisaillement qui la rendent liquide. C'est ce qui permet au pied de glisser localement. Ensuite, la zone de contraction du pied se propage vers l'avant tandis que, sous l'arrière du pied désormais immobile, la couche de mucus redevient solide et collante. Une fois l'onde de compression arrivée à l'avant du pied, l'escargot déploie ses chairs comprimées : il a alors avancé d'un millimètre. En fait, le pied de l'escargot forme une dizaine de bourrelets qui se propagent simultanément vers l'avant. Ce mode de locomotion très coûteux en énergie permet à l'escargot, de faible masse, de se déplacer sur des supports parfois très accidentés.

Gastéropode ou amphibien ?

Jabba le Hutt se déplace en effectuant le même genre de mouvements, comme on peut le constater dans l'épisode IV, *Un Nouvel Espoir* de la saga *Star Wars*. Ce qui étonne en revanche, c'est qu'il puisse le faire en dépit de sa masse importante et sans production apparente de mucus. Sachant que son nom évoque le mot russe signifiant « crapaud », la question est donc posée : Jabba le Hutt est-il un gastéropode (mollusque) ou un amphibien (vertébré) ? Corps mou, gros yeux, peau plissée et verdâtre, est-ce une grosse limace munie de petits pseudopodes (« bras ») ou un énorme têtard de l'espace ? Quelles espèces ont bien pu inspirer George Lucas pour imaginer ce

monstre verdâtre ? À défaut de disposer d'une radiographie de son corps ou de pouvoir le disséquer, contentons-nous de ses caractéristiques externes : Jabba mange de petites grenouilles en guise d'apéritif, ce qui n'est pas sans rappeler le cannibalisme de certains gros amphibiens. Le fait qu'il possède une langue visqueuse et des yeux à pupille (et non de simples ocelles) sont aussi des indices qui suggèrent que ses ancêtres sont des amphibiens.

Enfin, le fait que l'on voie une dame Jabba dans l'épisode I, *La Menace fantôme* (dans l'arène de la course des modules) nous fait penser encore une fois à un amphibien, car la distinction entre mâle et femelle est moins évidente chez les gastéropodes (l'escargot est hermaphrodite) que chez les amphibiens. Jabba serait donc plutôt un amphibien néoténique, c'est-à-dire ayant conservé des caractères larvaires, telle une queue ou l'absence de membres postérieurs, mais capable de se reproduire. Dès lors, on peut imaginer que la progéniture de Jabba se développe sous l'eau. Et quant à sa masse, qui doit être de l'ordre d'une tonne, elle impose qu'il soit quand même doté d'un squelette interne pour ne pas s'affaisser sous son propre poids. Espérons que les prochains épisodes de la saga nous renseigneront sur ces questions pour tester nos hypothèses ! ■

R. LEHOUCQ est astrophysicien au CEA, à Saclay. J.-S. STEYER est paléontologue au CNRS-MNHN, à Paris.

ART & SCIENCE

Promenades dans un paysage de lumière

Deux artistes mêlant informatique, mathématiques et design graphique invitent les visiteurs à interagir avec la lumière dans dix installations : et l'on croit jouer avec du sable, marcher sur l'eau, gambader dans l'herbe...

Loïc MANGIN

L'Assemblée générale des Nations unies a décrété 2015 « année internationale de la lumière et des techniques utilisant la lumière ». Elle l'est à plus d'un titre, car on commémore les 1 000 ans de *Kitab al-Manazir* (le *Traité d'optique*), l'ouvrage du physicien de Bassorah (Iraq) Al-Hasan Ibn Al-Haytham surnommé aussi Alhazen, le fondateur de l'optique moderne, et les 200 ans de la théorie d'Augustin Fresnel sur la nature ondulatoire de la lumière. Ajoutons qu'il y a 150 ans, James Clerk Maxwell formulait ses équations de l'électromagnétisme, dont la lumière est l'un des avatars. Le moment est donc bien choisi pour mettre la lumière sous le feu des projecteurs ! De fait, les manifestations destinées à célébrer la lumière sont innombrables.

Les artistes Adrien Mondot (informaticien et jongleur) et Claire Bardainne (plasticienne, designer et scénographe) ont choisi de célébrer la lumière à leur façon en en faisant la matière première de dix installations. Elles sont présentées au Palais de la Découverte, à Paris, dans le cadre d'une exposition nommée « XYZT, Les paysages abstraits », en référence aux quatre coordonnées nécessaires pour décrire le déplacement d'un point dans l'espace (XYZ) et le temps (T).

Le visiteur est invité à s'immerger dans chacune des œuvres et à interagir avec elle. Au fil d'une promenade, il peut jouer avec du sable, poser sa main sur de l'eau, marcher dans un champ d'herbe, contempler

un arbre balayé par le vent... Cependant, ces expériences sont transposées dans un univers numérique composé de points, de lignes et de lettres en lumière. Ces formes se mettent en mouvement sous l'effet d'un pas, d'un souffle ou d'un geste du spectateur qui est filmé dans de nombreuses installations par une caméra Kinect (initialement mise au point par Microsoft pour des consoles de jeux). On s'amuse alors avec une matière virtuelle issue du croisement de la création artistique et des mathématiques.

Détaillons-en quelques-unes. Dans *Anamorphose spatiale* (a), on franchit une

Le visiteur s'amuse avec une matière virtuelle née du croisement de la création artistique et des mathématiques.

rivière dont l'image est fondée sur le procédé de l'anamorphose (déformation réversible effectuée à l'aide d'un miroir ou d'une opération mathématique). Quand on parcourt cette « étendue d'eau », la perspective est en permanence remodelée, ce qui entraîne la perception d'un relief mouvant à partir de simples lignes. Et l'on se prend à surfer sur les vagues et les ondulations.

Après la rivière, place aux herbes hautes, bercées par une brise légère, du *Champ de vecteurs* (b). En le traversant, on laisse une trace éphémère de son passage dans une non-matière. Ensuite, on peut choisir d'être

« éparpillés par petits bouts, façon puzzle » avec *Nuées mouvantes* (c). Ici, le corps du visiteur est dynamité, ventilé et dispersé en un ensemble de particules qui, projetées sur un écran, composent l'image de sa silhouette. De ses gestes, il pilote la forme et la trajectoire de cette sorte de vol d'étourneaux ou d'essaim d'abeilles qui le représente. Le reste est à découvrir sur place.

Derrière l'élégance de ces créations se cachent des mathématiques complexes dont on peut révéler quelques aspects. Bien sûr, des algorithmes sont cachés dans chacune des installations. Certaines exploitent la notion d'anamorphose, nous l'avons vu, d'autres le mouvement brownien, d'autres encore le bruit de Perlin, une technique qui augmente le réalisme apparent d'images de synthèse. Quant à *L'arbre à lettres* (d), où des lettres-feuilles tombent sous les assauts du vent, cette œuvre exploite l'idée de L-système. Il s'agit d'un ensemble de règles qui, appliquées de façon itérative, reproduisent la croissance des plantes ou des colonies de bactéries : à chaque étape du processus, une même opération est effectuée sur les parties de la figure apparues lors de l'étape précédente.

Ces mathématiques sont néanmoins invisibles et seul restent le plaisir et la fascination de jouer avec la lumière, comme un chaton avec un point lumineux mobile ! ■

XYZT, Les paysages abstraits, Palais de la Découverte, à Paris, du 9 juin 2015 au 3 janvier 2016.