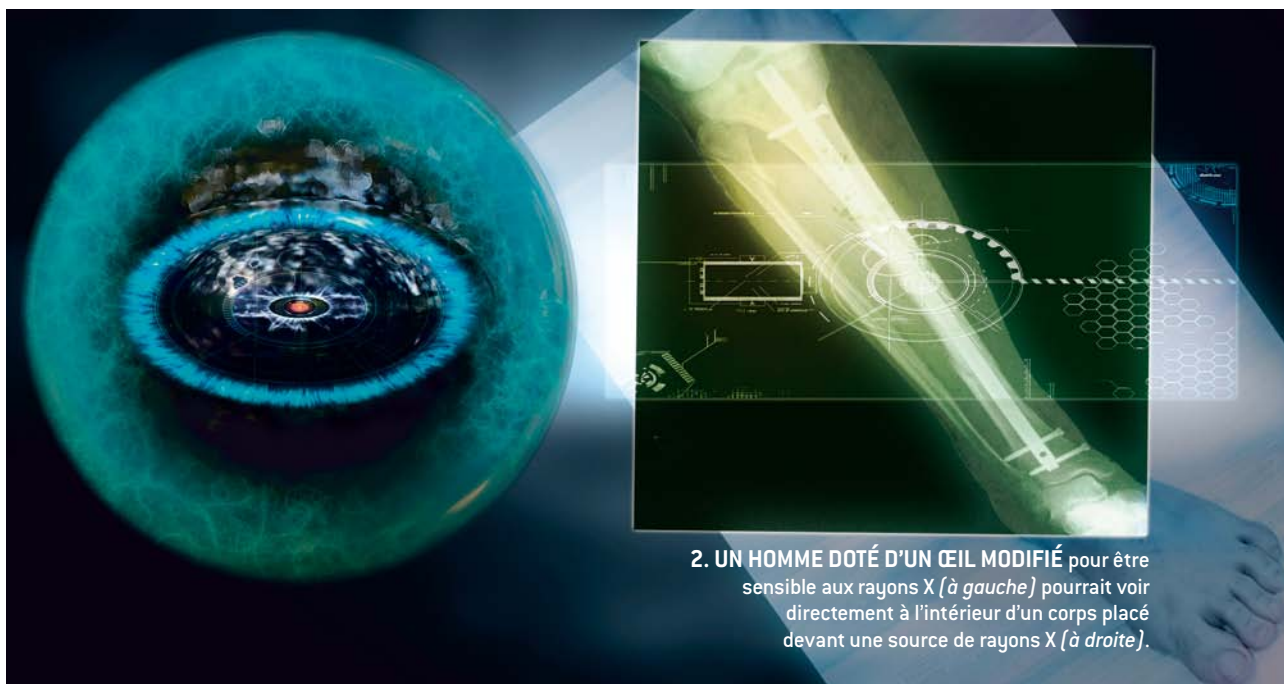




2. UN HOMME DOTÉ D'UN ŒIL MODIFIÉ pour être sensible aux rayons X (à gauche) pourrait voir directement à l'intérieur d'un corps placé devant une source de rayons X (à droite).

d'une même direction sur une zone limitée de la rétine, à la manière d'une loupe.

Dans le film *La Mouche* (David Cronenberg, 1986), une tentative de téléportation tourne mal et le héros se transforme progressivement en mouche. Il expérimente ainsi la vision de ces insectes dotés d'yeux à facettes, composés de multiples récepteurs sensibles à la lumière, les ommatidies. Il y en a jusqu'à 30 000 chez certains coléoptères ! Les yeux composés sont apparus au début du Paléozoïque avec les premiers arthropodes : des sortes de cloportes présents dans les mers il y a 521 millions d'années avaient déjà des yeux comptant plus de 15 000 ommatidies.

Ces yeux à facettes confèrent à l'animal une vision à 360 degrés ou presque. Une autre façon d'avoir une vue large dépend de la position des yeux sur la tête. Cette caractéristique révèle aussi la position trophique de l'animal, proie ou prédateur.

Chez une proie, tels les moineaux, les lapins ou les souris, les yeux sont placés de part et d'autre de la tête. Cela augmente le champ visuel et facilite la détection d'un danger dans l'environnement. À l'inverse, chez un prédateur, tels les chats ou les rapaces, les yeux sont placés l'un à côté de l'autre à l'avant du crâne, ce qui permet d'avoir une vision binoculaire et de mieux estimer la distance d'une proie. On ne voit pas la position des yeux d'Alien, mais, dans le troisième opus de la saga, la vue du monstre est simulée par des lentilles *fisheye*

qui augmentent le champ de vision et les chances de repérer la victime.

En l'air, Superman repère de très loin une catastrophe. Sa vision acérée n'est pas sans rappeler celle des rapaces. Ils peuvent distinguer des détails à des distances deux à trois fois supérieures à celles qui nous sont accessibles : un faucon crécerelle peut repérer une souris en volant à 50 mètres de haut et le faucon pèlerin peut apercevoir un pigeon à plus d'un kilomètre.

De nuit, rien n'échappe au Prédateur

Quelle est la particularité de la vue du Prédateur, le chasseur par excellence ? Sa vision est parfaitement adaptée pour traquer ses proies humaines : elle est sensible à la lumière infrarouge émise par leur corps chaud. Cependant, la vision au-delà du spectre visible n'est pas réservée à la science-fiction.

Par exemple, le crotale détecte ses proies dans l'obscurité totale grâce à des fossettes situées entre les yeux et les narines. Il s'agit de cavités creuses dont les parois sont tapissées de nerfs sensibles au réchauffement provoqué par l'absorption de rayonnement infrarouge. Leur maximum de sensibilité correspond au rayonnement émis par des proies dont la température est d'environ 30 °C. L'image dans ces récepteurs demeure assez rudimentaire : la lumière passe par un petit trou et forme sur le fond

de la cavité l'image inversée de l'animal observé, comme dans une chambre noire. Cette image est trop floue pour permettre au serpent de bien reconnaître sa cible, qu'il identifie plutôt grâce à son odorat. Mais une fois la proie choisie, ce moyen de détection lui suffit pour l'atteindre à coup sûr.

À l'autre extrémité du spectre visible, la lumière ultraviolette est exploitée par d'autres animaux : l'abeille, l'hirondelle, le poisson zèbre... et les stomatopodes. Ces derniers sont des crustacés nommés aussi squilles ou, par les anglophones, « crevettes-mantes », même si ce ne sont ni des crevettes ni des mantes. Leurs yeux ont 3 pigments différents pour la lumière ultraviolette et 12 pour le visible. Ils bougent indépendamment l'un de l'autre, comme chez le caméléon, et offrent une vision à 360 degrés. Chaque œil est composé de trois sortes de pupilles indépendantes, ce qui confère à chaque œil une vision en relief. Enfin, ces animaux discernent la lumière polarisée.

Pour battre de telles caractéristiques, un extraterrestre devra être équipé d'une vision vraiment extraordinaire. Mais si ses yeux doivent composer avec les lois de l'optique, on peut s'attendre à certaines différences : notamment, ils seront adaptés au spectre lumineux de leur soleil. ■

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

ART & SCIENCE

Le réveil de la matière fatiguée

Comment donner à voir le vide quantique ? La parole abstraite des scientifiques s'associe à l'expression artistique de danseurs, de vidéastes, de musiciens... pour raconter l'origine de l'Univers.

Loïc MANGIN

Comment est né l'Univers ? Selon les hypothèses en vigueur aujourd'hui, il résulterait des fluctuations du vide quantique ! Cette réponse est peu satisfaisante, car elle conduit à de nombreuses autres interrogations, à commencer par « Qu'est-ce que le vide quantique ? ».

À ce stade, deux options sont possibles : soit vous vous inscrivez à l'université pour faire de longues études de physique, soit vous guettez la venue dans votre région de *Origins*. Il s'agit d'un spectacle imaginé par la journaliste de radio Marie-Odile Monchicourt avec la participation de nombreux scientifiques, dont Michel Spiro, ancien président du conseil du Cern. Citons également parmi les contributeurs Hubert Reeves, Étienne Klein, Marc Lachièze-Rey, Pierre Sonigo, Sandrine Laplace, Stéphane Dugowson, Anatole Khelif...

L'idée centrale du projet est de donner à voir des concepts ardues qui défient le sens commun (c'est bien le cas du vide quantique) à l'aide d'un outil inédit de divulgation des connaissances, en l'occurrence un spectacle. Dans celui-ci, mis en scène par Jack Souvant, trois acrobates danseurs évoluent, parfois accrochés à des filins, sur une structure aérienne constituée d'éléments métalliques, tels des mâts, des escaliers et des rampes (voir les photographies page ci-contre). La musique a été composée par Benjamin Moussay.

Par ailleurs, Pierrick Sorin, artiste vidéaste et scénographe, a conçu des « petits

théâtres optiques », c'est-à-dire des dispositifs dans lesquels des physiciens et des mathématiciens donnent des indications et des informations sur divers concepts (voir la figure ci-dessous). Par ce stratagème, la parole des scientifiques est transmise de façon ludique dans un contexte décalé.

Par exemple, selon É. Klein, le vide est rempli d'une sorte de matière fatiguée qui



ne demande qu'un peu d'énergie pour sortir de sa torpeur. Aussi voit-on, dans un des théâtres optiques, le physicien devenu une sorte de prince charmant réveillant une « matière au bois dormant » endormie.

Un premier volet de *Origins* consacré au vide quantique a été présenté les 15 et 16 septembre 2014 au Centre des Arts d'Enghien-les-Bains, l'établissement étant

l'un des coproducteurs du projet avec le collectif *Bonheur Intérieur Brut*.

Le projet *Origins* organise également des *Labos* où se rencontrent artistes, scientifiques, philosophes et public. Ces échanges nourrissent l'écriture du spectacle. Dans l'un d'eux, M. Spiro raconte que les idées d'Albert Einstein sont plus accessibles aujourd'hui qu'à l'époque où elles ont été énoncées, grâce à des générations de pédagogues qui se sont succédé pour les digérer et les rendre plus intelligibles.

Il en ira sans doute de même des progrès récents de la physique, notamment la découverte du boson de Higgs en juillet 2012 et la mesure précise du fond diffus cosmologique par le satellite *Planck* en 2013. Ces deux résultats majeurs sont des étapes décisives sur le chemin qui nous conduit à la compréhension de l'Univers, de ses débuts et de son histoire. Et de fait, le vide quantique est la clef de voûte de cet édifice intellectuel en construction.

Nous avons donc là aussi besoin de quelques générations de pédagogues pour bien comprendre de quoi il retourne, et *Origins* nous montre le chemin. P. Sorin prévient : « On sort du spectacle peut-être plus perdu qu'on ne l'était en y entrant, mais avec cette conscience qu'il y a quelque chose que l'on ne maîtrise pas et qui influe beaucoup sur notre manière d'être au monde. » ■

Le site de *Origins, le spectacle* pour connaître les dates des prochaines représentations et des *Labos* : www.originslespectacle.eu



© Origins