

SCIENCE & FICTION

Ralentir la lumière avec la Force

Depuis quelques années, contrôler la lumière jusqu'à la figer sur place n'est plus l'apanage de personnages de fiction. Les physiciens ont trouvé le moyen de la ralentir en laboratoire !

Roland LEHOUCQ et Jean-Sébastien STEYER. Illustration : Marc BOULAY

L'introduction du film *Star Wars : Le Réveil de la Force* (J. J. Abrams, 2015) montre une scène étonnante : Kylo Ren, le successeur de Dark Vador, utilise la Force pour stopper le tir de pistolet laser de Poe Dameron, le meilleur pilote de la Résistance. Par « stopper », il faut comprendre « arrêter en l'air » le pinceau lumineux émis par l'arme. Une fois le héros capturé, Kylo Ren retourne dans son vaisseau et la lumière stoppée redémarre.

Jouer ainsi avec la vitesse de la lumière n'est pas une première dans les œuvres de fiction. Dans son roman *Le Maître de la lumière*, publié en 1933, Maurice Renard narre une banale histoire de pièce hantée. Mais on n'y trouve nul fantôme. La clé du mystère est l'étrange « luminite » : « la lumière cheminant dans cette matière à une vitesse extrêmement freinée, on voit, de part et d'autre des plaques de luminite, ce qui se trouvait là jadis. Et plus la plaque est épaisse, plus le passé qu'elle montre est lointain, sur une face comme sur une autre. »

On retrouve la même idée dans la nouvelle *Lumière des jours enfuis* de l'écrivain britannique Bob Shaw (1966) où le « verre lent » est un matériau que la lumière met des années à traverser. Le procédé invoqué pour expliquer le phénomène est « un tunnel en spirale enroulé à l'extérieur du rayon de capture de chaque atome du verre ». L'argument ne paraît pas très scientifique, même si les mots utilisés veulent montrer le contraire. Dans sa série de romans de fantasy burlesque, *Les*



GRÂCE À LA « FORCE », Kylo Ren, l'un des méchants du film *Star Wars : Le Réveil de la Force* (2015), est capable de stopper un tir de pistolet laser.

Annales du Disque-monde (à partir de 1983), Terry Pratchett ne s'embarrasse pas de détails techniques pour justifier que, dans son univers, la lumière ne se propage qu'à quelques centaines de kilomètres par heure : c'est tout simplement à cause de « l'intensité plutôt embarrassante du champ de magie ».

Dans notre monde, est-il possible de ralentir la lumière ? Avant de répondre à cette question, il faut se rappeler que la lumière est une onde électromagnétique et qu'on peut lui associer plusieurs vitesses. La vitesse de phase est la vitesse de l'onde porteuse, autrement dit celle à laquelle les maxima et les minima d'une onde électromagnétique sinusoïdale se déplacent. Dans tous les milieux matériels, la vitesse de phase d'une telle onde dépend de sa fréquence. Ces milieux sont dits dispersifs.

Superposer des ondes de diverses fréquences permet d'obtenir une onde plus complexe dont on définit la vitesse de groupe comme celle de l'enveloppe de l'onde. Pour une impulsion lumineuse utilisée dans les communications, la vitesse de groupe est celle du maximum de l'amplitude de l'impulsion et aussi celle à laquelle l'énergie se propage. Cette distinction entre vitesse de phase et vitesse de groupe a été proposée en 1880 par le physicien français Georges Gouy. En effet, ces vitesses sont *a priori* différentes, sauf dans le vide où elles se confondent et valent environ 300 000 kilomètres par seconde.

Lorsque la lumière traverse un milieu transparent, sa vitesse de phase est inférieure