

SCIENCE & FICTION

La Force des Jedi, une question de puissance

Quand on s'interroge sur la puissance que doivent maîtriser les chevaliers Jedi pour utiliser la Force, on comprend que les élus soient peu nombreux.

Roland LEHOUCQ et Jean-Sébastien STEYER

Dans la saga *Star Wars*, la Force est la mystérieuse source du pouvoir des chevaliers Jedi. Dans l'épisode IV, *Un nouvel espoir*, Obi-Wan Kenobi explique que la Force est « un champ d'énergie créé par tous les êtres vivants. Il nous entoure et nous pénètre. Il lie la galaxie tout entière ». Bien que force et énergie soient des notions différentes en physique, cette définition implique que la Force est un réservoir d'énergie dans lequel les Jedi peuvent puiser à volonté. Comme l'énergie mesure la capacité d'un système à effectuer des transformations, on comprend que, pour réaliser leurs exploits, les Jedi en utilisent beaucoup.

La Force doit donc être un grand réservoir d'énergie, mais il n'est pas suffisant d'avoir accès à celle-ci, il faut aussi pouvoir l'extraire à un rythme suffisant. Autrement dit, c'est une question de puissance. Les Jedi en produisent-ils assez ? On peut quantifier cette puissance grâce aux films de la saga.

Commençons par examiner le cas de maître Yoda. Il apparaît pour la première fois à l'écran en 1980 dans l'épisode V, *L'Empire contre-attaque*. Il vit alors reclus sur la planète Dagobah et fait une démonstration de la Force en sortant le vaisseau *X-Wing* de Luke Skywalker du marais dans lequel il vient de sombrer. Quelle puissance le maître Jedi doit-il produire pour réaliser cet exploit ? Si l'on suppose qu'un *X-Wing* a les dimensions

d'un avion de combat tel que le *Rafale*, il doit faire une quinzaine de mètres de long pour une masse d'au moins 25 tonnes à pleine charge. Yoda extrait le vaisseau du marais assez lentement, à une vitesse que l'on peut estimer à une cinquantaine de centimètres par seconde. Si la gravité de Dagobah est voisine de celle de la Terre, la puissance nécessaire pour réaliser cet exploit est d'au moins 100 kilowatts, soit la puissance d'une voiture ordinaire ! Par comparaison, quand Luke Skywalker s'entraîne en soulevant le droïde R2D2, qui doit peser une centaine de kilogrammes, de un mètre en environ une seconde, il fournit une puissance de seulement 1 kilowatt.

Si Yoda est capable de bien d'autres exploits, c'est l'empereur Palpatine qui impressionne par son utilisation de la Force. Une scène de l'épisode VI, *Le Retour du Jedi*, nous permet de quantifier la puissance qu'il est capable de produire. Palpatine tente de convaincre Luke Skywalker de le rejoindre du côté obscur de la Force. Devant la résistance de ce dernier, il le torture, puis tente de le tuer en le frappant avec des éclairs émis par les extrémités de ses doigts. Alors que Yoda utilisait la Force de façon « antigravitationnelle », l'empereur fait appel à celle-ci pour se transformer en un puissant générateur de tension.

Les éclairs qui illuminent le ciel durant un orage résultent aussi de la grande différence de potentiel électrique entre le nuage

La Force
est un réservoir
d'énergie dans lequel
les Jedi peuvent
puiser à volonté.



LES SITH SONT LES PUISSANTS
adversaires des Jedi. Comme eux, ils utilisent la Force pour alimenter leur sabre-laser ou pratiquer la télékinésie.

et le sol. Sous l'action du champ électrique qui en résulte, les molécules de l'air sont brisées, libérant ainsi des atomes d'oxygène et d'azote, principaux constituants de notre atmosphère. Si le champ électrique est assez intense, certains des électrons de ces atomes sont arrachés. L'air, un isolant électrique dans des conditions normales, devient alors conducteur et un éclair frappe le sol. Le champ électrique nécessaire pour produire ce phénomène d'ionisation de l'air est de l'ordre de 3,6 millions de volts par mètre pour de l'air sec à la pression atmosphérique.

L'empereur, une vraie locomotive !

Si l'on estime que les éclairs produits par l'empereur ont une longueur de 3 à 4 mètres, tout se passe comme s'il était branché à un générateur d'une dizaine de millions de volts, à comparer aux 100 millions de volts mis en jeu dans la foudre. Pour évaluer la puissance produite par Palpatine, il faut aussi estimer l'intensité du courant qui circule dans l'éclair. Le seuil de perception d'un courant électrique par le corps humain est d'environ 2 milliampères. Des courants jusqu'à 300 milliampères passant à travers le corps durant plusieurs minutes peuvent provoquer des arythmies cardiaques réversibles, des marques visibles, des brûlures, des vertiges, voire une perte de connaissance. Au-dessus de 300 milliampères, le sujet perd connaissance. Si l'on suppose que l'empereur commence par une

valeur « raisonnable » mais déjà très désagréable de l'ordre de 200 milliampères pour faire souffrir Luke, il produit une puissance de 2 mégawatts ! Et s'il s'énerve un peu pour atteindre une intensité de l'ordre de l'ampère, c'est plutôt 10 mégawatts que Palpatine est capable de produire, soit la puissance consommée par la locomotive d'un TGV Duplex !

Le sabre-laser est aussi un objet emblématique de la saga *Star Wars*. Au vu des dégâts que ces sabres peuvent causer, la question de la puissance qu'ils dégagent se pose aussi. Déterminons la puissance d'un sabre-laser en analysant la scène d'introduction de l'épisode I, *La Menace fantôme* (1999). On y voit Qui-Gon Jinn tenter de franchir une épaisse porte blindée. Pour cela, Qui-Gon plonge son sabre-laser dans la porte métallique, ce qui la chauffe intensément et finit par en fondre une partie.

Pour déterminer la puissance dégagée par le sabre-laser de Qui-Gon, il suffit d'estimer l'énergie nécessaire pour faire fondre la porte et de la diviser par la durée – de l'ordre de quelques secondes – mise pour y parvenir. L'énergie nécessaire dépend de la masse de métal à faire fondre et de ses propriétés thermodynamiques.

Faute d'information sur la nature du métal, supposons qu'il s'agisse d'acier. Tout autre métal ferait l'affaire, même si ses propriétés différentes modifient un peu la valeur numérique de notre réponse. Si la porte est en acier, sa masse volumique avoisine les 8 tonnes par mètre cube. Supposons que le volume

fondue soit un cylindre d'environ 1 mètre de diamètre et d'une épaisseur de près de 60 centimètres, à l'image des portes des coffres du dépôt d'or de Fort Knox. Cela correspond alors à environ 4 tonnes d'acier. Pour faire fondre cette masse, il faut porter le métal de la température ambiante à sa température de fusion, puis payer le coût énergétique de la fusion elle-même. Le résultat du calcul est sans appel : il faut que le sabre-laser dégage au bas mot 1 gigawatt, soit la puissance d'un réacteur nucléaire !

Si le sabre-laser fonctionne avec une batterie, il faut que celle-ci soit capable de stocker une quantité considérable d'énergie. Et quand on voit l'autonomie des téléphones portables, qui font hélas des choses nettement moins ambitieuses qu'un sabre-laser, on se demande s'il existe vraiment une batterie suffisamment compacte capable d'en alimenter un digne de ce nom. En fait, la densité d'énergie d'un sabre-laser (le rapport entre l'énergie qu'il contient et la masse de sa batterie) est si élevée que la batterie serait réduite à ses constituants atomiques simplement en la chargeant ! Cela confirme que c'est bien en puisant dans l'énergie de la Force que les Jedi parviennent à utiliser leur sabre-laser et que seuls eux peuvent le faire efficacement. La maîtrise de la Force n'est pas à la portée de tout le monde. ■

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