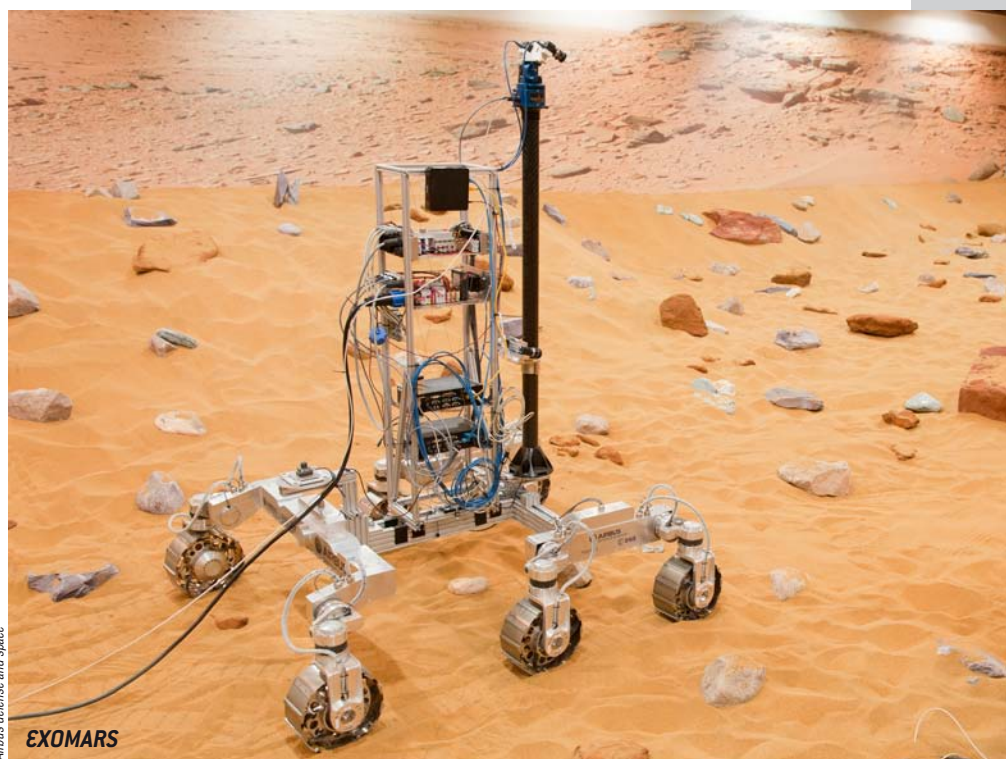


L'Agence spatiale européenne et les équipes scientifiques étudient ainsi, à partir des données des sondes en orbite *Mars Express* et MRO, quatre sites d'atterrissage potentiels pour le rover de la mission *ExoMars 2018*. Ce programme mené en coopération avec la Russie est constitué de deux phases. La première partie, *ExoMars 2016*, comprend un satellite équipé de spectromètres pour étudier les gaz de l'atmosphère. Le satellite servira aussi de relais de télécommunication entre la Terre et les véhicules opérant sur la surface martienne. La mission emportera aussi la plateforme *Schiaparelli* qui servira de dispositif d'atterrissage test pour éprouver la technique qui sera employée lors de l'atterrissage du rover de la mission *ExoMars 2018*.

Le véhicule européen (à droite, la motorisation des roues est testée sur un sol analogue à certaines régions martiennes) transportera huit instruments européens et un instrument russe qui chercheront et analyseront des échantillons susceptibles de contenir des traces d'une activité chimique prébiotique passée ou d'une vie éventuelle. Les images du panorama en haute définition de la caméra *PanCam* et une analyse de la minéralogie par le spectromètre infrarouge russe ISEM serviront à déterminer les endroits les plus prometteurs à explorer.

Durant les déplacements du véhicule, le détecteur ADRON enregistrera le flux de neutrons qui signe la présence d'hydrogène, donc éventuellement d'eau, jusqu'à une profondeur de un mètre. Un radar de sondage WISDOM explorera les premiers mètres du sous-sol et une foreuse prélèvera des échantillons jusqu'à deux mètres de profondeur. La colonne de forage sera analysée par le spectromètre infrarouge *MaMiss*. Le microscope CLUPI examinera la poussière de forage et les échantillons prélevés.

Ces derniers seront déposés dans une broyeuse et la poudre sera analysée par le spectromètre imageur *MicrOmega* et le spectromètre Raman RLS qui identifieront les minéraux et détecteront les traces de matière organique. Si l'échantillon est intéressant, il sera alors analysé par le système MOMA combinant la chromatographie gazeuse, pour séparer et concentrer les molécules organiques, et un spectromètre de masse, pour les identifier. Cet instrument, fruit d'une coopération entre l'Europe et les États-Unis, est considéré comme le premier système susceptible de mettre en évidence les molécules organiques complexes et de



masse importante qui pourraient être la signature d'une vie passée ou actuelle.

La Nasa, avec *Mars2020*, opte pour un dispositif maintenant éprouvé. Le véhicule sera presque identique à *Curiosity* (à gauche, vue d'artiste de l'atterrissage du rover) à l'exception des roues. Celles de *Curiosity*, en aluminium, ont été endommagées par des

Radars, spectromètres, chromatographes, etc. : les rovers martiens embarqueront de nombreux instruments d'analyse.

rochers martiens plus vulnérants que prévu.

À bord de *Mars2020*, les instruments observeront (caméra *MastCamZ*) et analyseront les roches dans l'environnement du véhicule à différentes longueurs d'onde (*SuperCam*, *Sherloc*, *PIXL*). Le radar *RAMFIX* explorera les premiers mètres du sous-sol pendant les déplacements du véhicule. Ces instruments sont nouveaux ou plus performants que ceux de *Curiosity*. Ils fourniront des données chimiques, minéralogiques et environnementales nécessaires pour préciser les conditions d'habitabilité et détecter la présence éventuelle de composés organiques. Par ailleurs, les prélèvements intéressants de roche seront placés dans

des tubes étanches, eux-mêmes enfermés dans un conteneur qui pourra être récupéré lors d'une mission ultérieure et rapporté sur Terre. En matière d'analyse, rien ne vaut la variété et les performances des instruments des laboratoires... terrestres!

Cette mission prépare aussi l'avenir de l'exploration martienne. *Mars2020* embarque l'expérience *MOXIE* qui testera une technique d'extraction du dioxygène à partir du gaz carbonique martien, en vue de futures missions habitées.

Dans les prochaines années, il faudra interpréter les données des missions martiennes à venir qui incluent d'autres projets américains (*Maven*, *Insight*) ainsi que des missions indiennes ou chinoises. Elles produiront des données complémentaires qu'il faudra replacer dans leur contexte environnemental et géologique. Cette tâche est délicate, mais les exobiologistes espèrent que *ExoMars* et *Mars2020* apporteront, à elles deux, des éléments essentiels pour répondre à la question de l'émergence éventuelle d'une vie sur Mars. ■

Sylvestre MAURICE est astrophysicien et planétologue à l'IRAP (CNRS/Université Paul Sabatier, Toulouse).

Michel VISO est responsable de la thématique exobiologie au Centre national d'études spatiales (Cnes), à Paris.

Stephen Hawking

le mythe du génie solitaire

Hélène Mialet

Chercheur brillant mais lourdement paralysé, le théoricien britannique est, contrairement à l'image qu'on se plaît à donner de lui, l'antithèse du savant solitaire armé de la seule puissance de son cerveau.

Stephen Hawking est l'un des rares scientifiques actuels ayant acquis une renommée internationale au sein du grand public. Célèbre pour ses travaux sur les singularités dans l'espace-temps et les trous noirs, cet astrophysicien théoricien britannique, aujourd'hui âgé de 73 ans, a aussi marqué les esprits par sa condition physique. Lourdement paralysé par la maladie de Charcot (sclérose latérale amyotrophique) qui l'a atteint dès les années 1960, Hawking ne peut ni bouger ni parler ; il communique grâce à un dispositif lui permettant de sélectionner des mots sur un écran par une légère contraction de la joue et un rayon infrarouge attaché à ses lunettes, mots prononcés ensuite par un synthétiseur vocal. Et pourtant, il poursuit son activité scientifique.

Ces deux aspects de sa personne, son talent scientifique et son lourd handicap physique, ont en partie contribué à faire de Hawking une icône. Une icône encore renforcée par le film *Une merveilleuse histoire du temps*, de James Marsh, qui sort ces jours-ci sur les écrans (voir l'illustration page 66).

Le 8 janvier 2013, le jour de l'anniversaire de Hawking, j'ai publié un article dans le magazine en ligne *Wired* afin de parler de

cet astrophysicien d'une façon nouvelle, en soulignant le rôle crucial joué par son entourage humain et matériel. L'article plut dans un premier temps, mais cela ne dura pas longtemps. Le tabloïd anglais *Daily Mail* s'en empara, l'interpréta de travers et me transforma en un monstre attaquant un héros national, qui plus est un homme profondément handicapé. L'article du *Daily Mail* devint viral. Je fus extrêmement choquée par la réaction que suscita mon texte, par la malhonnêteté des journalistes, mais aussi par ce qu'Internet, de par son anonymat, permet : j'ai reçu des courriels d'une violence et d'une cruauté inouïes.

J'avais touché, semble-t-il, une corde sensible. J'avais touché à un mythe de notre modernité, si bien incarné par Hawking : l'idée qu'un homme seul, aujourd'hui incapable de bouger et de parler, puisse atteindre les lois ultimes de l'Univers grâce à la seule force de son entendement. La science est souvent représentée comme étant le produit d'un puissant cerveau ou d'un pur et bel esprit ; or en montrant que, contrairement à l'idée reçue, Hawking n'est pas un pur cerveau, mais qu'il dépend d'un réseau complexe composé de machines et d'humains lui permettant de penser, j'avais

L'ESSENTIEL

- Stephen Hawking est un brillant théoricien en astrophysique et en cosmologie.
- Il souffre depuis les années 1960 d'une maladie qui le prive de ses mouvements et de la parole.
- Il communique avec son entourage grâce à des machines, et ne peut poursuivre ses recherches qu'avec l'aide de ses étudiants et collègues.
- Cette dépendance souligne le caractère collectif de l'activité de Hawking et, par extension, celle de tout scientifique.

© Michael Reynolds/epaCorbis

non seulement déstabilisé l'image du héros scientifique, mais également l'image de la façon dont la science fonctionne.

Je fais partie de ce courant de sociologues, d'anthropologues et d'historiens des sciences qui se focalisent non pas sur la science établie, mais sur la science en train de se faire, en suivant les nombreuses controverses qui secouent aujourd'hui notre planète ou en ouvrant la porte des laboratoires pour comprendre ce qui s'y produit et comment.

Ce courant de la sociologie des sciences né dans les années 1960-1970 est nommé *science and technology studies* ; on l'a souvent interprété comme étant une attaque contre la science, alors que ce n'est pas le cas, du moins dans le cadre de la tradition

de pensée à laquelle j'appartiens. L'idée est plutôt de redonner chair et consistance au monde éthéré de la science, tel qu'il a souvent été représenté, et de montrer les complexes ramifications sociales et matérielles qui lui permettent d'exister. La science en train de se faire est fascinante, elle n'est en rien froide et détachée du monde social, elle est profondément entremêlée dans de nombreuses pratiques et participe à notre fabrique sociale.

C'est dans ce contexte que je me suis demandé pourquoi le mythe du génie solitaire capable de produire de la théorie en s'appuyant sur les seules forces de sa raison est toujours aussi puissant. La sociologie des sciences nous a appris que la science est le produit du langage, formel

ou informel, oral ou écrit ; que se passe-t-il dans le cas d'un homme incapable de parler ? Elle nous a appris que la science est le produit des gestes, de la manipulation des instruments, du savoir tacite, des *habitus* (manières d'être) des individus ; qu'en est-il dans le cas d'un homme qui a perdu l'usage de ses mains ? Elle nous a appris que la science est le produit d'un collectif ; qu'en est-il dans le cas de Hawking, qui semble incarner le génie solitaire ?

Pour répondre à ces questions, Hawking et son monde sont devenus ma tribu pendant près de dix ans. J'ai observé et interrogé Hawking lui-même ainsi que ses assistants, ses infirmières, ses étudiants, d'autres physiciens avec qui il travaille, mais aussi les ingénieurs qui ont construit



STEPHEN HAWKING EN QUELQUES DATES

1942 Naissance le 8 janvier à Oxford, en Angleterre.

1959-1962 Études à l'Université d'Oxford, puis début de la thèse de doctorat à l'Université de Cambridge.

1963 Premiers signes de sclérose latérale amyotrophique.

1965 Obtention du doctorat, sur l'étude des singularités.

1970 Avec Roger Penrose, il montre sous certaines conditions que l'Univers a débuté par une singularité.

1974 Travaux montrant que les trous noirs « s'évaporent » (rayonnement de Hawking).

1979-2009 Chaire de professeur lucasien à l'Université de Cambridge.

1981 Selon lui, l'information est définitivement perdue dans un trou noir.

1988 *A Brief History of Time* (Une brève histoire du temps), succès de librairie.

2004 Nouvelles idées, selon lesquelles l'information n'est pas détruite dans un trou noir.

les logiciels qu'il utilise pour communiquer, les journalistes qui ont écrit à son propos, les artistes qui l'ont représenté.

Mes questions étaient les suivantes. Comment est-il possible à Hawking de voyager et de donner des conférences de par le monde entier lorsqu'il lui est impossible de bouger ? Comment lui est-il possible d'écrire des articles scientifiques alors qu'il ne peut pas courir à la bibliothèque chercher un livre, discuter longuement dans les couloirs de son bureau ou de la cafétéria ou feuilleter rapidement une revue ? Comment lui est-il possible de résoudre des équations alors qu'il ne peut utiliser un crayon et du papier, faire des ratures ou prendre une craie et gribouiller ses idées au tableau ? Comment lui est-il possible de donner un entretien lorsque répondre à la moindre question prend des heures ? Comment lui est-il possible de séduire une assemblée quand il ne peut pas jouer de sa voix et de ses gestes pour la convaincre ?

Est-ce que l'action d'un homme aux multiples facettes (théoricien, conférencier, auteur, acteur, etc.) peut se réduire au fonctionnement de son cerveau ? C'est ainsi que la presse le représente et c'est ainsi que Hawking parle de lui : il aime répéter qu'un astrophysicien n'a besoin de rien d'autre que son esprit pour produire des théories. C'est aussi la façon dont le nouveau film de J. Marsh le représente. J'ai donc essayé de comprendre ce que Hawking faisait, comment il communiquait et comment on communiquait avec lui, quels genres d'informations passaient par son ordinateur, qu'est-ce qui était négocié dans le face à face. J'ai essayé de décrire ce qu'il faisait et quels genres de compétence on lui attribuait.

« Hawking, c'est sa tête ». Voilà ce qu'on apprend quand on parcourt les couloirs du Département de mathématiques appliquées et de physique théorique à l'Université de Cambridge, et que l'on interroge ceux qui travaillent avec lui – ses collègues et ses étudiants. « Puisqu'il ne peut pas faire des calculs, il doit penser. C'est logique ! », me dit l'un d'eux. En effet, au dire de tous, ce qui le caractérise, c'est son intuition, c'est-à-dire sa capacité à repérer les problèmes intéressants et à entrevoir la solution. Il a, semble-t-il, la faculté d'aller droit au but sans faire de calculs, de prendre des raccourcis.

Si les compétences intellectuelles attribuées au scientifique semblent parfaitement adaptées au domaine de la physique qu'il

pratique, le physicien théoricien américain Kip Thorne, comme tant d'autres, voit également un lien direct entre la progression de la maladie de Hawking et sa façon de penser. Inévitablement, en le privant de l'usage de ses mains, elle a limité l'exercice de manipulation gestuelle qu'impose tout travail calculatoire, mettant en relief, par son absence, le rôle fondamental d'un corps mobile dans un travail mathématique de type analytique : « Parce que c'est impossible de faire de longs et complexes calculs sans écrire des équations. De façon étonnante, il se débrouille assez bien avec les équations, mais il ne peut pas le faire aussi bien que la plupart des autres physiciens qui se trouvent à la pointe dans le même domaine. »

Un handicap transformé en avantage ?

De fait, Hawking aurait, dit-on et dit-il, transformé son handicap en avantage et développé une façon de court-circuiter ces limites, en redéfinissant les questions de façon à ce qu'il puisse visualiser, soit la solution (c'est-à-dire voir à quoi cette dernière ressemblerait physiquement), soit le cadre dans lequel le problème se pose afin de le résoudre en manipulant mentalement des images (des formes, des structures géométriques, des modèles élaborés) plutôt que des équations. Il serait ainsi devenu particulièrement bon dans les problèmes qu'il peut retraduire géométriquement, et moins bon dans ceux qui résistent à ce genre de transformation.

Hawking semble confirmer cette intuition et justifier sa façon de penser – et de faire de la physique – non pas en affirmant, comme il l'a fait auparavant, que le corps n'aurait pas à jouer un rôle nécessaire dans le cadre d'un travail théorique, mais en évacuant ce sur quoi semblait reposer la spécificité de la méthode et de la rationalité scientifiques : le langage mathématique. Nul n'a besoin d'équations pour faire de la physique, écrit-il, les idées fondamentales peuvent être expliquées en mots et en images.

Pourtant, ce qui semble être le produit d'une visualisation purement introspective et mentale – manipuler des images dans sa tête – repose en partie, pour Hawking, sur la capacité ou l'acte physique de voir avec ses yeux des diagrammes : des représentations en deux dimensions, c'est-à-dire des dispositifs matériels, concrets et



STEPHEN HAWKING EST ASSISTÉ de machines et de personnes qui lui permettent non seulement de communiquer, mais aussi de réfléchir et raisonner sur les problèmes posés dans son domaine scientifique. Son environnement technique et humain joue ainsi un rôle tant matériel qu'intellectuel.

« visualisables ». Comme le note Christophe Galfard, l'un des (ex) étudiants de Hawking: « S'il n'y avait pas eu les découvertes de diagrammes, que ce soit par Roger Penrose ou Richard Feynman, ça aurait rendu la vie de Stephen beaucoup plus difficile. »

Les diagrammes offriraient donc, pour lui, des possibilités, voire une ouverture, qu'une formule mathématique obstruerait, à l'inverse. Mais, à nouveau, comment Hawking procède-t-il ? À la différence de ses collègues, il ne peut écrire les équations à la main, ni dessiner les diagrammes lui-même. Le rôle de ses étudiants est donc fondamental.

Hawking est en général entouré de quatre étudiants qu'il voit régulièrement. Ils sont respectivement en première, deuxième, troisième et quatrième année de thèse de doctorat. La durée d'une thèse est de quatre ans. À chaque fois qu'un étudiant quitte le cercle, un autre le remplace. Loin d'être les simples mains, jambes, bras de Hawking (en quelque sorte le simple corps exécutif de son esprit), ces jeunes étudiants brillent par leur excellence. Ils sont recrutés à l'Université de Cambridge par un examen réputé (*Certificate of Advanced Study in Mathematics (Part III)*), qui attire chaque année des centaines d'étudiants du monde entier. Cent étudiants sont retenus. À la fin des neuf mois

■ L'AUTEUR



Hélène MIALET est philosophe, sociologue et anthropologue des sciences. Elle enseigne à l'Université de Californie à Davis et à Berkeley, aux États-Unis. Ses travaux portent sur l'invention scientifique, la subjectivité, la cognition distribuée, la relation hommes-machines.

préparatoires, les quatre meilleurs sortants auront le privilège d'être auditionnés par Hawking, qui en choisira un seul.

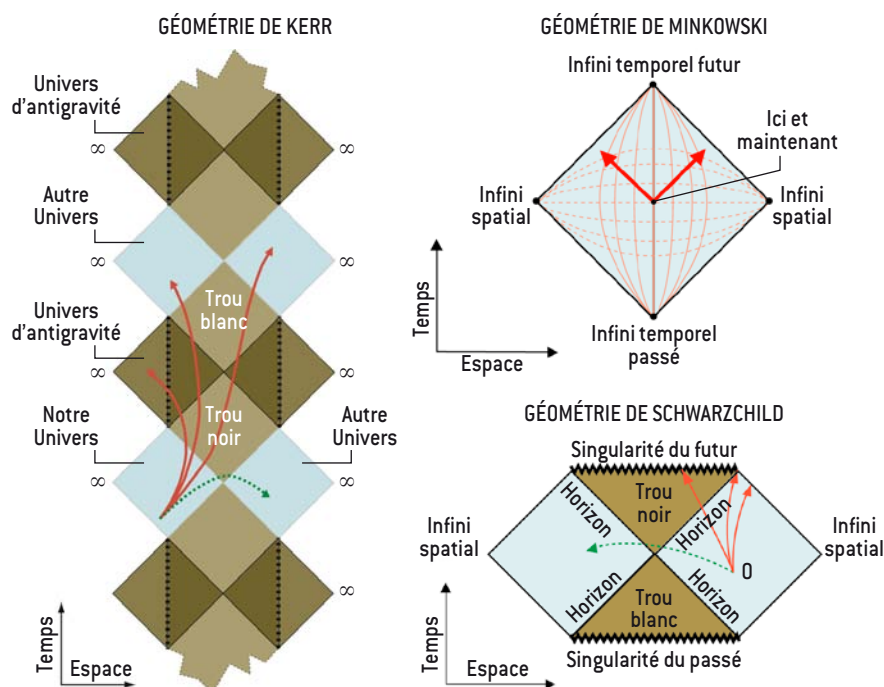
Hawking assigne à ses étudiants, en fonction de leurs compétences et de leurs intérêts mutuels (grâce à l'examen, il connaît leurs points forts et leurs faiblesses), des sujets différents, de telle sorte qu'il y ait un minimum de recouvrement entre eux. Cela explique peut-être sa capacité à multiplier ses champs d'intervention, à « avoir une vue d'ensemble », comme disent de lui ses étudiants. En général, l'étudiant recruté poursuit le sujet de recherche de celui qui le précède. Lorsque je les ai rencontrés pour la première fois, le premier étudiait les trous noirs virtuels (trous noirs éphémères formés par les fluctuations quantiques de l'espace-temps) et leur influence sur la prédictibilité, le second la cosmologie quantique et la propagation des trous noirs, le troisième la formulation mathématique de la relativité générale, et le quatrième la stabilité de l'état du vide dans la théorie des supercordes.

Les yeux pour penser et pour communiquer

Aussi, à celui qui dit qu'il serait « facile pour lui d'être un astrophysicien, parce que tout est dans la tête, aucune habileté physique n'est requise », on peut objecter que pour penser, il faut bien utiliser ses mains, et si on ne le peut pas, celles des autres, mais surtout ses yeux pour regarder ces derniers travailler, écrire, calculer et dessiner.

Depuis 1986, date à laquelle il a subi une trachéotomie, Hawking a perdu sa voix et communique grâce à un ordinateur, les mots proposés par celui-ci étant sélectionnés *via* un mouvement de l'œil, tandis qu'un synthétiseur peut énoncer vocalement ce qu'il a écrit. Le processus étant assez lent, ses étudiants communiquent souvent avec lui en lui posant des questions auxquelles il répond par oui ou par non en haussant (ou non) un sourcil.

Aussi, de la même façon que le physicien a développé une façon de sélectionner les informations que lui soumet son environnement (humains ou machines) en haussant ou non un sourcil, il pourra, simultanément, mobiliser et sélectionner un certain nombre d'informations à partir de diagrammes dessinés sous ses yeux. Ses yeux vont ainsi devenir le point d'articulation et d'activation de ce réseau



TROIS EXEMPLES DE DIAGRAMMES DE PENROSE-CARTER, qui permettent de résumer sur un schéma les liens de causalité au sein d'un espace-temps, en fonction de la géométrie qui le caractérise. Pour travailler, Stephen Hawking a besoin de ces diagrammes, que ses étudiants sont chargés de dessiner.



Le film de James Marsh *Une merveilleuse histoire du temps* est émouvant. Comment pourrait-il en être autrement ? On y voit un homme jeune et brillant se confronter à l'annonce d'une mort subite, une femme belle et aimante se sacrifier pour lui. Mais tandis que l'on voit le scientifique devenir de plus en plus dépendant d'elle pour vivre et communiquer, on ne s'étonne pas une seconde du fait qu'il puisse continuer à faire de la science, car la science, elle, semble être l'unique produit de l'esprit. Les travaux de Hélène Mialet, l'auteur, montrent l'inverse en réintroduisant le rôle d'un corps collectif composé d'individus, de machines et de dispositifs intellectuels sans lesquels Stephen Hawking, mais également tout scientifique, ne pourrait penser.

■ BIBLIOGRAPHIE

H. Mialet, *À la recherche de Stephen Hawking*, Odile Jacob, 2014
(en anglais : *Hawking Incorporated*, University of Chicago Press, 2012).

H. Mialet, blog sur *Scientific American*, 31/12/2014 : <http://bit.ly/140fVnJ>

H. Mialet, *On Stephen Hawking, Vader and being more machine than human*, *Wired*, janvier 2013 (www.wired.com/2013/01/hawking-machine-man-robots/).

H. Mialet, *The extended body of Hawking*, *Interdisciplinary Science Review*, vol. 37(4), pp. 354-371, 2012.

H. Mialet, *La statue de Stephen Hawking, ou comment se représenter la science de son vivant*, dans S. Houdart et O. Thiery (éds.), *Humains, non-humains*, La Découverte, 2011.

de compétences composé d'individus, de machines et d'outils théoriques.

Le plus souvent, il demandera à voir les diagrammes de Penrose-Carter – une application directe des méthodes d'étude globale en théorie de la relativité générale, inventées par le mathématicien britannique Roger Penrose dans les années 1960. En général, Hawking utilise cette technique lorsqu'on lui parle d'un certain univers, d'un certain espace, par exemple un espace-temps où deux trous noirs accélèrent l'un par rapport à l'autre, ou d'une certaine solution des équations d'Einstein (qui relient la géométrie de l'espace-temps à son contenu en matière et énergie). Un diagramme de Penrose-Carter est un outil graphique qui permet de visualiser « l'univers en entier » dans une image de taille finie, traduisant elle-même une équation parfois compliquée. Grâce au diagramme, le savant peut dominer du regard ce qui, autrement, le dépasserait complètement et de fait serait invisible.

Ainsi, l'ingéniosité du diagramme de Penrose-Carter permet d'appréhender « en un clin d'œil » les liens de causalité d'un univers entier. Comme le mentionne le cosmologiste américain Alan Guth, « il

déforme l'espace de façon à ce que la lumière se propage en ligne droite, ce qui est très utile pour comprendre comment différents points sont connectés les uns avec les autres, rien ne pouvant se propager plus vite que la lumière. » Grâce à ce dispositif, il est possible de faire des courts-circuits : « C'est très pratique, il n'y a pas de besoin de faire 40 000 calculs, confirme l'étudiant de Hawking, ça se voit. » Un diagramme de Penrose-Carter est donc un outil heuristique permettant de visualiser un espace « qui devient intuitif sous certains aspects ».

Le rôle clef des étudiants

En d'autres termes, le point de vue global, les connexions, les courts-circuits, la capacité intuitive que l'on attribue au pouvoir de l'esprit de Hawking sont en partie le produit de ces outils. En ce sens, le handicap de ce chercheur rend visible un style de pensée visuelle ou « diagrammatique ». Mais, à nouveau, comme nous l'avons vu, s'il ne peut pas utiliser ses mains pour écrire et manipuler des équations, il lui est également impossible de dessiner ces diagrammes. Ses étudiants sont donc chargés de le faire pour lui. Et de fait, pour pouvoir travailler avec lui, de la même façon qu'ils auront développé une façon de communiquer avec lui en lisant le langage de son corps, ils devront apprendre à parler et à écrire dans la même langue... diagrammatique.

Or la tâche est loin d'être simple. Savoir lire un diagramme de Penrose-Carter n'exige pas de compétences surhumaines ; tout étudiant avancé apprend à maîtriser cet outil devenu standard dans le domaine de la relativité générale ; il doit donc savoir pourquoi on le fait et comment on l'obtient en équation, mais on ne lui demande pas forcément d'être en mesure de le dessiner. La difficulté est d'autant plus grande qu'il faut d'abord connaître la géométrie d'un espace-temps avant de pouvoir la transformer en un diagramme. En d'autres termes, le diagramme est une certaine traduction de cette géométrie, elle-même solution des équations d'Einstein.

En bref, pour pouvoir visualiser, il faut qu'il y ait d'abord eu calcul. Des calculs effectués par des étudiants habiles, triés sur le volet et formés à certaines méthodes. Travaillant sans relâche, ils « découvrent » des espaces et adaptent ces diagrammes. Enfin, à chaque fois qu'on lui montre un nouveau diagramme, Hawking peut le mémoriser :

«Et quand il l'a vu une fois, il l'a dans la tête», dit l'un de ses étudiants. C'est ainsi que certains expliquent sa productivité.

Hawking a certainement poussé plus loin que d'autres ce travail de mémorisation des diagrammes, faute de pouvoir alléger ses tâches cognitives en dessinant lui-même ces schémas. Cependant, pour jouer leur rôle dans le raisonnement scientifique, ces diagrammes ne peuvent rester gravés uniquement dans sa mémoire. Ils doivent être mobilisés, redessinés, rendus visibles sous les yeux du scientifique à chaque fois qu'un problème se pose, soit parce qu'il le demande explicitement, soit parce que ses étudiants anticipent sa demande. Nous sommes loin ici de l'image du génie solitaire.

Aussi, contrairement à ce que l'on dit de Hawking (et à ce qu'il dit de lui-même), à savoir que tout serait «dans la tête», il doit déléguer plus que tout autre et, qui plus est, de personne à personne. Ce sont ses étudiants qui calculent et dessinent. Ce sont eux également qui font le travail de la preuve, qui étendent, traduisent, réinterprètent et recontextualisent ses idées. Tous

les aspects fondamentaux de la «science pure» – pensée, preuve, calcul, contexte de découverte et de justification, réception du travail scientifique – sont *incorporés* et distribués dans le laboratoire.

Une multiplicité de corps étendus

Ainsi, bien que Hawking incarne la représentation du génie et, par extension, la conception traditionnelle de la science – un monde fait de théories produites ou trouvées rationnellement, un monde de chercheurs neutres et objectifs vivant dans un monde de pensée pure –, il est en réalité matérialisé et distribué dans une série de collectifs liés entre eux et se recouvrant partiellement. Tout est long, tout est difficile et tout est rendu possible par cet ensemble de prothèses humaines, mécaniques et intellectuelles qui lui permettent d'être, d'agir et de penser.

Si Hawking a bien un corps, il a également ce que j'ai appelé une multiplicité de corps étendus, dont il est à la fois un

élément et un produit. Cela signifie-t-il que ce scientifique soit le seul à dépendre de ce genre de collectif? Non, évidemment. Parce que son handicap l'oblige à déléguer plus que tout autre, Hawking rend visible ce que trop souvent l'on ne voit pas : le fait que les scientifiques ne peuvent pas penser sans être attachés à des instruments, des machines, des outils théoriques, des techniques, des étudiants et des institutions.

Cela nous permet également de repenser différemment la question du «génie». Est-ce que tout est dans sa tête, comme la presse aime souvent à le représenter? Non, c'est plutôt l'inverse; tout se situe à l'extérieur de son cerveau et se fait et refait par les outils et par les personnes qui sont autour de lui. Hawking est-il donc une pure construction sociale? Évidemment non, il est entièrement nourri par un réseau, qu'il alimente en retour. Il est un produit de toutes ces associations, mais il est aussi bien plus... C'est un homme qui, plus qu'un autre, est collectivisé. Il est de ce fait plus singulier et, du même coup, plus visible. Il est, ce que j'ai appelé, un sujet distribué-centré. ■

france culture C'EST POUR VOUS

LA MARCHÉ DES SCIENCES

AVENTURES SAVANTES AU FIL DE L'HISTOIRE
AURÉLIE LUNEAU / JEUDI 14H - 15H

EN PARTENARIAT AVEC POUR LA SCIENCE

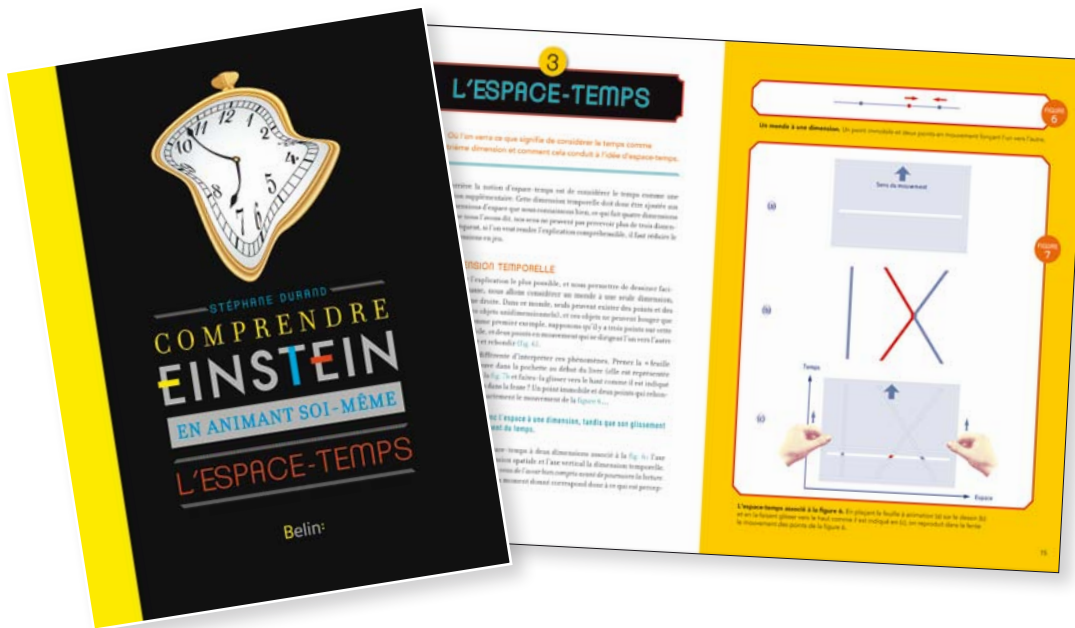
écoutez, réécoutez et podcastez l'émission sur
franceculture.fr



La sélection de livres

■ POUR LA SCIENCE

Une sélection de livres ludiques et illustrés ou à petits prix pour tout comprendre de la chimie, animer soi-même l'espace-temps, retracer l'histoire des grandes découvertes scientifiques des années 60 ou encore devenir le meilleur ami des robots !



Comprendre Einstein en animant soi-même l'espace-temps

Stéphane Durand

Réf. 70118355

Un ouvrage ludique pour devenir le maître de l'espace-temps à l'aide de schémas à animer soi-même. Voilà une manière très originale de trouver des réponses à des questions que l'on n'ose pas poser sur l'une des théories les plus ardues de la physique !

Éditions Belin 2014

96 pages - 15 € - 978-2-7011-9284-0



La science des sixties

Les avancées remarquables au temps des yéyés et de la Guerre froide

Dirigé par Olivier Néron de Surgy et Stéphane Tirard

Réf. 70118355

Un livre richement illustré qui porte un regard inédit sur l'implication des sciences dans le « bouillonnement culturel » des années 1960 et ses conséquences durables sur notre société.

Éditions Belin 2014

216 pages - 22,90 € - 978-2-7011-8355-8

En partenariat avec les éditeurs

Belin:
ÉDITEUR INDÉPENDANT
DEPUIS 1777

Le Pommier

Pour commander ces ouvrages www.pourlascience.fr/librairie

ou en renvoyant le bon de commande ci-contre.