

Leonhard Euler. Selon lui, l'atmosphère solaire ne peut s'étendre jusqu'à la Terre. C'est l'impulsion des rayons solaires sur la matière aurorale qui produit les effets observés, tout comme cela se produit dans la queue des comètes. En réponse, Mairan publie en 1754 une seconde édition de son *Traité*, qui complète la première par des éclaircissements aussi longs que le mémoire initial. Euler n'apporte aucune défense, et la situation évolue vers un dédain, ou du moins une ignorance mutuelle des trois principaux auteurs d'une théorie aurorale au XVIII^e siècle, Halley, Mairan et Euler étant chacun persuadé de la solidité de sa théorie.

Le magnétisme triomphe...

Au début du XIX^e siècle, l'engouement pour le magnétisme favorise encore la thèse de Halley au détriment de celle de Mairan. En 1820, la découverte de la connexion entre l'électricité et le magnétisme par le physicien danois Hans Christian Oersted encourage deux savants parisiens, François Arago et Alexandre de Humboldt, à dégager une nouvelle vision du monde où éléments et phénomènes sont interconnectés. Les deux hommes veulent mettre au jour une physique du ciel et de la Terre qui montrerait cette interconnexion. Selon eux, cette vision globale et unifiée du cosmos ne s'appréhende que par l'observation systématique et précise des particularités et des singularités – dont les aurores boréales. Dans cette pensée cosmique, le magnétisme joue un rôle particulier : l'indication de la boussole est un élément de mesure du monde, qui doit être enregistré de façon systématique sur tous les points du globe, afin de rendre visible l'invisible et de dévoiler le cosmos.

Le magnétisme est ainsi privilégié dans la description des aurores boréales. En 1825, Arago écrit que « les zones, les arcs, les jets lumineux, dont les aurores boréales se composent, alors même qu'ils ne sont pas visibles dans un lieu donné, y exercent une influence manifeste sur la position de l'aiguille aimantée. Les journaux des deux célèbres navigateurs [Perry et Franklin] que je viens de nommer, comparés à nos registres

d'observations magnétiques, ne laisseront pas à cet égard l'ombre d'un doute ». Pour Arago, cette relation entre magnétisme et aurore s'élargit même à l'électricité de par leur interconnexion ; on s'est d'ailleurs aperçu que les aurores perturbent tout autant les aiguilles magnétiques que les tout récents télégraphes électriques.

Lorsque Arago en vient à s'interroger sur les causes des aurores boréales, il ne peut que concéder une ignorance totale, tout en appelant à continuer l'enregistrement des observations et des particularités de chaque phénomène, en lien avec le magnétisme. À Halley, il attribue la paternité d'une relation entre magnétisme et aurores. Il critique en revanche les hypothèses de Mairan sur l'identité de la lumière aurorale et le rôle de l'atmosphère solaire en reprenant l'argument d'Euler. Selon Arago, la lumière zodiacale ne peut se retrouver piégée dans l'atmosphère terrestre car, à cause des frottements, l'atmosphère solaire tourne autour du Soleil à une vitesse telle que la pesanteur terrestre n'est pas assez grande pour happer de la matière solaire. L'aurore boréale est donc un phénomène atmosphérique et non cosmique.

C'est aussi la conclusion de Humboldt, en 1855, dans son *Cosmos : essai d'une description physique du monde* : « D'intimes rapports unissent à la fois le magnétisme du globe et les forces électrodynamiques qu'Ampère a mesurées à la production de la lumière polaire, ainsi qu'à la chaleur de notre planète, dont les pôles magnétiques sont considérés comme des pôles de froid. Il y a plus de 128 ans, Halley soupçonnait que les aurores boréales pourraient bien être de simples phénomènes magnétiques : aujourd'hui, la brillante découverte de Faraday, qui fit naître de la lumière par l'action des seules forces magnétiques, a donné à ce vague soupçon la valeur d'une certitude expérimentale. » Pour Humboldt, l'aurore est un orage magnétique, l'équivalent (magnétique) des éclairs (d'origine électrique) que l'on aperçoit lors d'un orage.

La théorie cosmique de Mairan est donc discréditée au profit de la théorie atmosphérique de Halley, chez des savants pourtant tenants d'une vision cosmique du monde. En fait, l'objectif de Humboldt et Arago s'ap-

parente plus à la construction d'une physique du globe, où le voyage scientifique est un élément déterminant de leur méthode. À cette époque, sous l'influence d'Arago, le grand patron de l'astronomie française, l'Observatoire de Paris domine le monde savant et impose la valeur de l'intensité magnétique à Paris comme référence pour la plupart des observateurs continentaux ; mais des réactions apparaissent, notamment en Grande-Bretagne et en Allemagne. S'il veut conserver son hégémonie, il doit donner des chiffres toujours plus précis, d'autant que deux physiciens allemands, Gauss et Weber, ont mis au point une théorie mathématique qui fournit une bonne approximation du magnétisme terrestre. Aussi Arago et Humboldt étudient-ils les aurores boréales avant tout comme un facteur d'influence du magnétisme terrestre, qui doit être mesuré et précisé vis-à-vis des éléments permanents fournis par la théorie de Gauss et Weber.

... avant le retour de Mairan

Ce n'est qu'à partir de la fin du XIX^e siècle que le monde savant s'intéresse à nouveau à l'origine des aurores boréales. Le télégraphe est devenu un moyen de communication répandu, et l'influence de l'électricité atmosphérique sur les phénomènes météorologiques et la qualité de la transmission un enjeu important. Non seulement sa thèse n'est plus exclue, mais Mairan est de plus en plus cité pour la rigueur de sa méthode (par le physicien Alexandre Dauvillier, notamment). Avec la découverte des rayonnements cosmiques, au début du XX^e siècle, il devient même la figure emblématique d'une nouvelle discipline, la physique cosmique.

Par rapport à Halley, toujours influencé par une philosophie du merveilleux qui marque encore le XVII^e siècle, Mairan a cherché à construire une méthode qui, au travers des régularités observées dans l'histoire des phénomènes, vise à faire sortir ces derniers du surnaturel. En ce sens, Mairan a largement participé à la construction de notre rationalité moderne. C'est précisément sur ce point qu'il est devenu une référence au début du XX^e siècle.

 LOGIQUE & CALCUL

La malédiction de la mauvaise file

Sur la route, quand vous êtes pris dans un ralentissement, la file voisine semble presque toujours plus rapide que la vôtre. Vérité ou impression ?

Jean-Paul DELAHAYE

Vous êtes sur l'autoroute, la circulation est chargée. Vous hésitez entre la voie de gauche et la voie de droite. Vous changez une première fois, puis une deuxième, et encore et encore. Au bout de quelques minutes, vous perdez patience : « C'est quand même un peu fort, je suis toujours sur la mauvaise file, sans cesse on me double et si je change de file, c'est la voie que je viens de quitter qui accélère. »

Tous les automobilistes ont ressenti cette curieuse sensation de persistante malchance, évidemment impossible : tout le monde ne peut pas toujours être sur la mauvaise file, ni même y être presque toujours ! Cette impression de toujours tomber dans la mauvaise file a intrigué les scientifiques. Ils ont procédé à des enquêtes, à des simulations informatiques et à des calculs mathématiques. Des explications variées et des réflexions inattendues ont été proposées sur ce thème étrange...

Notons que les files des magasins, des banques, des cinémas et des administrations provoquent le même sentiment d'injustice obstinée et engendrent la même impatience : bien des remarques proposées ici pour les files de voitures y restent valables. Voyons les solutions fantaisistes au paradoxe de la mauvaise file.

• **Explication par la loi de Murphy (vulgairement : loi de l'emmerdement maximum).** « Si ça peut mal se passer, cela se passera mal. Il n'y a donc rien d'étonnant à se retrouver toujours dans la mauvaise file. » Bien sûr, invoquer cette loi est ridicule : il est

absurde de croire que tout le monde a tout le temps de la malchance en tout !

• **Explication par la maladresse.**

« Les files avancent alternativement l'une plus vite que l'autre, et moi, gros maladroit, je change de file quand cela va bientôt être à la mienne d'avancer. »

Celui qui s' imagine être poursuivi par le mauvais sort peut se satisfaire de cette explication, mais là encore ce n'est pas sérieux. À moins d'une raison particulière et identifiée, il n'est pas rationnel de penser qu'une personne, quelle qu'elle soit, change toujours malencontreusement de file.

Ces deux premières explications irrecevables amènent la question : *Y a-t-il une illusion de mauvaise chance de la part des automobilistes ?* Une expérience menée par deux chercheurs canadiens, Donald Redelmeier et Robert Tibshirani, a établi que c'est le cas.

De l'intérieur d'une voiture prise dans un ralentissement, ils ont longuement filmé la file voisine. Une séquence de plusieurs minutes a été sélectionnée, comportant un grand nombre de dépassements soit de la file voisine, soit de la file de la voiture portant la caméra. La séquence retenue est telle que pendant sa durée la voiture portant la caméra est légèrement plus rapide que la file voisine. Celui qui est dans la voiture de la caméra doit donc juger qu'il a de la chance et ne pas être tenté de changer de file. Le film sélectionné a été projeté à 120 sujets, qui ont indiqué à l'issue de la projection comment ils avaient évalué la situation. Une proportion de 86 % des sujets

a jugé que le film était réaliste, 70 % des sujets ont considéré que la file voisine avançait plus vite que celle de la caméra, et 65 % ont admis qu'au volant de la voiture à la caméra, ils auraient changé de file.

L'illusion de malchance est patente. Reste à l'expliquer par des considérations raisonnables.

Biais de mémorisation ?

• **Explication par un biais de mémorisation dû à des oublis sélectifs.**

« Je me souviens mieux de ce qui est désagréable que de ce qui est agréable. Donc, même si ce n'est pas vrai, j'ai l'impression d'être plus souvent dépassé que l'inverse. »

Les psychologues qui ont étudié ces questions ont conclu que s'il y a des biais de mémorisation liés aux situations de plaisir et de déplaisir, ils conduisent le plus souvent, au contraire, à oublier sélectivement ce qui est pénible, provoquant même dans certains cas extrêmes des amnésies graves des événements traumatisants. Une tentative d'explication de l'illusion de la mauvaise file par les biais généraux de mémorisation ne semble donc pas possible.

• **Explication par un biais de mémorisation dû aux conditions d'observation.**

« À l'arrêt, je m'ennuie, mon cerveau est disponible, je regarde la file d'à côté plus animée que la mienne. Lorsque je suis dans la file rapide, je suis concentré sur la voiture qui me précède, je ne regarde pas la file