

Extinction?

L'extinction des dinosaures a-t-elle été rapide ou non? La chute d'une météorite en est-elle la cause? Si l'on ne retrouve pas d'amoncellements d'ossements liés à cette extinction, c'est peut-être simplement que les dinosaures ont disparu à cause d'un déficit de naissances. Certaines espèces de batraciens disparaîtraient de plusieurs régions du monde parce que leurs œufs seraient soumis à un rayonnement ultraviolet plus intense (voir *Pourquoi les grenouilles disparaissent*, *Pour la Science*, juillet 1995). Les dinosaures, qui pondaient des œufs, n'auraient-ils pas connu le même sort, après que la chute d'une météorite ait fortement perturbé le climat?

C. BOY, Arcachon

Constructivisme (suite)

Trois affirmations de Paul Caro (voir *Le mauvais procès du constructivisme*, *Pour la Science*, juillet 1996) sont contestables. D'abord, le désintéret de la communauté scientifique pour la «mémoire de l'eau» démontrerait l'absence de réalité du phénomène. La démonstration de P. Caro n'en est pas une ; elle montre simplement que la communauté scientifique internationale a une influence considérable dans nos sociétés. Mais les scientifiques ont-ils toujours raison?

Ensuite, selon P. Caro, l'image du monde scientifique et technique se dégrade. Sur quoi repose une telle affirmation? Comment mesurer la dégradation de l'image du monde scientifique? En effectuant des sondages? Et depuis quelle époque cette image se dégrade-t-elle? Admettons néanmoins que cette affirmation est justifiée ; quelles explications peut-on lui apporter? P. Caro semble suggérer que la cause est à chercher chez des penseurs non scientifiques. Je me demande si l'on ne pourrait pas la chercher chez les scientifiques eux-mêmes.

Je pense à la prétention scientifique qui confine parfois à l'arrogance, tel ce physicien qui déclarait, au cours d'une discussion informelle, qu'il «suffit d'établir et de résoudre des systèmes d'équations différentielles pour décrire complètement la nature». Je pense aussi à l'irresponsabilité scientifique, tel ce généticien qui affirmait, lors d'une interview télévisée : «Je livre mes recherches au monde et n'ai pas à me préoccuper de la manière dont il s'en servira.»

Enfin P. Caro déplore que «La montée [...] des superstitions [soit] l'un des pro-

blèmes majeurs de notre temps, et une menace.» Là encore, sur quoi repose une telle affirmation? Qu'entend exactement P. Caro par «superstition»? Sommes-nous certains que «l'homme de la rue» soit plus superstitieux qu'il y a un siècle? Comment expliquer, si elle est réelle, la recrudescence des superstitions en cette fin de millénaire, et pourquoi constituerait-elle une menace?

Ces problèmes ne viendraient-ils pas aussi de la science et de la technique elles-mêmes? Entourés d'une technique toujours plus envahissante et perfectionnée reposant sur des théories scientifiques de plus en plus complexes dont la compréhension est réservée à une part réduite de la population, ne devons-nous pas élargir notre esprit à d'autres types de connaissance, de manière à tenter de maîtriser le savoir scientifique? N'est-ce pas une menace que de s'engouffrer dans une confiance excessive dans les procédés cognitifs de la science? À ma connaissance, aucune superstition du passé n'a créé une situation comparable à celle que nous vivons désormais : la possibilité, issue de la science, de détruire la planète!

Frédéric CHABERLOT, Lausanne

Réponse de Paul Caro

La première critique illustre la manière dont des formes modernes de fantasmes anciens imprègnent l'air du temps. Si la communauté scientifique ne croit pas à la «mémoire de l'eau», c'est tout simplement parce qu'elle considère que cette affaire est fondée sur des erreurs expérimentales (commises de bonne foi d'ailleurs). En revanche, les termes, poétiques, utilisés resuscitent dans les imaginaires une très vieille croyance, la croyance en l'eau bénite, et là, c'est vrai, la communauté scientifique, sauf peut-être les ethnologues, n'a rien à en dire.

La dégradation de l'image du monde scientifique est un problème de communication et d'éducation. La production de savoir est extrêmement importante et elle ne peut être suivie et comprise que par des spécialistes, et encore seulement dans des domaines étroits. De plus en plus de personnes sont capables d'accéder à ce savoir parce que l'enseignement universitaire se développe partout, mais, «l'honnête homme» qui voudrait connaître de tout un peu est souvent frustré. De là une réaction d'agacement, voire des pulsions de haine, d'envie ou de jalousie, envers les «savants». Cette réaction est, depuis l'Antiquité, un classique de la culture occidentale. Elle connaît aujourd'hui l'une de ses résurgences périodiques, et la manière cavalière dont les constructivistes traitent

le corpus scientifique et ses méthodes en est un exemple.

La compréhension n'est pas «réservée à une part réduite de la population» au sens d'un savoir secret : tous les éléments pour y parvenir sont publics et elle ne dépend que de la volonté d'apprendre. Cela requiert un effort. Il est évidemment plus facile d'épouser les doctrines «d'autres types de connaissance» qui tombent directement du ciel, et ne demandent pas de «se casser la tête». Ce n'est certainement pas «élargir son esprit», c'est plutôt sombrer dans les délices de l'encerclement par les vieilles lunes qui obsèdent l'Humanité depuis toujours, comme celle du cataclysme possible «qui détruirait la planète». Par quelle technologie «la science» pourrait-elle aujourd'hui réaliser ce fantasme millénariste? La planète a parfaitement résisté à l'impact qui a, paraît-il, éliminé les dinosaures. Alors, bien sûr, il reste la folie des hommes, mais celle-ci est sûrement mieux alimentée par l'ignorance que par le savoir...

Quark

Quark, en allemand, signifie absurde, mais aussi fromage blanc. Ça y est? Vous y êtes, Maître Nordon sur un arbre perché (voir *Pour la Science*, août 1996)?

Voilà donc la raison pour laquelle «... je n'ai aucun mal à comprendre une représentation conceptuelle où le camembert et les quarks figurent simultanément...»

Cela dit, le nom de cette noble particule provient de celui d'un personnage du roman *Finnegan's Wake*, de James Joyce, auteur que Murray Gell-Man semble tout particulièrement apprécier.

«Le seul fait que [j'aie] compris la phrase précédente...» me rendra-t-il plus modeste? Certainement pas. Car «La modestie est le privilège des tièdes», dit Jean-Paul Sartre (*Le Diable et le bon Dieu*).

Bernard IQEUAUX, Sèvres

Trous noirs

Jeremy Bernstein écrit fort justement (voir *Einstein et les trous noirs*, *Pour la Science*, août 1996) que l'article publié par Albert Einstein en 1939 (*Sur un système à symétrie sphérique composé de plusieurs masses liées par la gravitation*) démontre qu'un amas sphérique d'étoiles en équilibre gravitationnel possède un rayon plus grand que le rayon de Schwarzschild.

L'article précise en outre : « Bien que la théorie présentée ici ne traite que des amas dont les particules ont des trajectoires circulaires, il n'y a pas d'objection sérieuse au fait que des cas plus généraux aient des résultats similaires. La "singularité de Schwarzschild" n'apparaît pas parce que la matière ne peut pas être concentrée arbitrairement. Cela est dû au fait que, sinon, les particules atteindraient la vitesse de la lumière. »

Jean Eisenstaedt, dans l'encadré, a tort de tourner Einstein en ridicule avec son image du ressort. Einstein dit sa conviction que le rayon de Schwarzschild est infranchissable de toute façon (c'est-à-dire qu'un trou noir ne peut se former par effondrement gravitationnel). Ce fait a été démontré par N. Stavroulakis (*Gazette des mathématiciens*, 31, 119 (1986)).

Pourquoi les démonstrations prouvant la formation de trous noirs dans le cadre de la relativité générale sont-elles erronées ? Deux sources d'erreurs fréquentes sont purement mathématiques : un changement de variables non bijectif, et l'utilisation globale du théorème de Birkhoff, qui n'est vrai que localement. La troisième source d'erreurs est aussi épistémologique : le rayon de Schwarzschild a une signification périmétrique, pas celle d'un rayon. Il s'agit d'un rayon de courbure.

Des trous noirs ont-ils été observés, même indirectement ? Il en existerait au centre de galaxies en rotation rapide, telle M87 (voir *Lumière et trous noirs*, *Pour la Science*, mai 1996). Toutefois, la présence, au centre de cette galaxie, d'un amas d'étoiles suffisamment massif expliquerait tout autant les observations, en utilisant des formules démontrées par Einstein dans son article de 1939. Ironie de l'histoire ?

Michel MIZONY, Lyon.

Réponse de Jean Eisenstaedt

Albert Einstein n'a pas été le seul ni le dernier à douter que sa théorie permette la formation de trous noirs. De nombreux scientifiques ont longtemps voulu, et encore aujourd'hui, démontrer que le rayon de Schwarzschild était infranchissable. Ils n'acceptent pas le caractère courbe de l'espace et ses conséquences extrêmes, en particulier les singularités de la théorie, lieux où la physique et l'Univers trouvent leur limite, qu'il s'agisse du Big Bang ou de l'horizon de Schwarzschild. Qu'Einstein ne fût pas clair sur ces questions en 1939 n'est pas si étonnant. Son opinion était liée à son refus qu'il puisse exister des singularités dans sa théorie. Précisément toutefois, le rayon de Schwarzschild n'est pas singulier : c'est un horizon derrière lequel une étoile peut disparaître.

Il n'y a aucune raison d'exiger des changements de coordonnées « bijectifs » : en relativité générale, à cause de la covariance générale des équations, la notion de coordonnées n'a pas de sens physique *a priori*. La question a été résolue mathématiquement par Georges Lemaître dès 1932 : la soi-disant singularité de Schwarzschild est perméable.

La vraie question est celle de l'équilibre d'une étoile. D'un côté, les forces gravitationnelles sont proportionnelles à la masse de l'étoile : elles augmentent sans limite avec celle-ci. De l'autre, les forces de « cohésion » de la matière sont limitées par l'équation de compressibilité de la matière en question : elles ne peuvent pas équilibrer n'importe quelle force gravitationnelle. La relativité générale prévoit donc que des étoiles peuvent disparaître derrière leur horizon et former des trous noirs.

Vaches en queue de poisson

Les vaches ont toujours été folles, comme le prouve le texte suivant de l'essayiste américain du milieu du XIX^e siècle Henry David Thoreau (*sic*) (extrait de *Walden ou la vie dans les bois*) : « Le bruit court qu'il arrivait que les vaches étaient ici parfois nourries de têtes de morues[...] Ce récit est courant chez les voyageurs et est peut-être une calomnie, mais il y a plus de 1 000 ans que les Latins et les Grecs ont répété que telle ou telle nation nourrissait ses bovins, ou ses chevaux, ou ses moutons, avec du poisson, comme on peut le voir chez Elie et Plinie l'Ancien ; dans le *Journal* de Néarque, qui était l'amiral d'Alexandre, et qui accomplit un voyage de l'Indus à l'Euphrate, 326 ans avant J.-C., il est dit que les habitants de cette partie de la côte, nommés Ichthyophages, c'est-à-dire mangeurs de poisson, non seulement mangeaient du poisson cru, mais qu'ils broyaient des poissons dans une vertèbre de baleine, dont ils se servent comme mortier, et que la pâte ainsi obtenue était donnée à leurs bovins, car il n'y a pas d'herbe sur cette côte, et d'autres voyageurs, dans les temps modernes, Braybosa, Niebuhr et alii rapportent le même fait. »

Qui sait si Caligula, Eliagabal, et autres empereurs extravagants, n'avaient pas consommé trop de vache ou de poisson ? Plutôt que du saturnisme que l'on évoque parfois dans leur cas, ne faut-il parler d'« empoisonnement bovin » ?

Pierre TROTIGNON, Lille