

Société de Calcul Mathématique SA

Outils d'aide à la décision

depuis 1995



Sciences et pseudo-sciences

par Richard Feynman
Prix Nobel de Physique

Le texte qui suit est tiré du livre "Surely you are joking, Mr Feynman".

Au Moyen Age, régnaient les croyances les plus absurdes ; on croyait, par exemple, qu'une corne de rhinocéros pouvait augmenter la puissance sexuelle d'un individu. Et puis, on a trouvé un critère permettant de séparer les idées en deux grandes catégories : d'une part, les idées qui marchent et, d'autre part, celles qui ne marchent pas (et que, pour cette raison, l'on doit éliminer). Cette méthode s'est développée et s'est organisée en ce que nous appelons aujourd'hui la science : nous vivons à l'ère de la science. Nous vivons même tellement à l'ère de la science qu'il nous est difficile d'imaginer qu'il ait jamais pu exister des sorciers, puisqu'aussi bien aucun, ou presque, des remèdes qu'ils proposaient ne marchait.

Pourtant aujourd'hui encore, je rencontre des tas de gens qui au détour de la conversation me demandent ce que je pense des ovnis, de l'astrologie, ou de toute autre forme de mysticisme, des phénomènes de "conscience élargie", de la télépathie, de la parapsychologie, que sais-je encore. D'où j'en conclus que nous ne vivons pas vraiment dans un monde scientifique.

J'ai rencontré tellement de gens qui croient au surnaturel et au merveilleux que j'en suis venu à me poser des questions et que j'ai décidé d'essayer de comprendre pourquoi ils y croyaient. Ce qu'il est convenu d'appeler ma curiosité d'esprit m'a alors entraîné sur un terrain où je me suis senti quelque peu dépassé.

Je me suis alors posé la question suivante : "N'y a-t-il pas des choses plus ordinaires auxquelles les gens croient sans raison valable ?" (J'ai alors pensé aux sorciers ; dommage qu'il n'y en ait plus parce qu'il aurait été facile dans ce cas-là de faire la preuve que leurs remèdes ne marchent pas). Finalement, j'ai trouvé : les gens croient, par exemple, qu'il existe une science de l'éducation. On enseigne la pédagogie ; il y a des gens qui réfléchissent à la manière d'enseigner les mathématiques, etc. Et pourtant, en dépit de toutes ces réflexions sur la façon d'améliorer nos techniques d'enseignement, le rendement de l'enseignement ne cesse de baisser ; au mieux il reste stationnaire. Voilà donc un exemple de remède de sorcier qui ne marche pas. Mais on pourrait songer à d'autres exemples ; la manière dont nous traitons les criminels en est un. On n'a fait aucun progrès dans ce domaine ; il y a des tas de théories mais on ne fait

aucun progrès ; la manière dont nous traitons les criminels ne fait pas le moins du monde diminuer la criminalité.

Et pourtant, toutes ces choses se prétendent scientifiques, et il y a des gens qui font des recherches dans ces domaines-là. A mon avis, toute cette pseudo-science ne sert qu'à impressionner l'homme de la rue. Si, par exemple, une institutrice trouve quelques bonnes recettes pour apprendre à lire aux enfants, elle se voit immédiatement rappelée à l'ordre et obligée de procéder autrement quand elle ne s'autocensure pas et ne s'imagine pas d'elle-même que sa méthode n'est pas la bonne. Autre exemple : combien de mères se culpabilisent sous prétexte qu'elles punissent leurs enfants quand ils font des bêtises, simplement parce que de soi-disant experts ont décidé que ce n'était pas la chose à faire !

Tout cela pour dire que nous devrions nous préoccuper un peu plus des théories qui ne marchent pas et des sciences qui n'en sont pas.

Les sciences et la psychologie de l'éducation sont à mon avis des exemples de ces pseudo-sciences dont je serais tenté de dire qu'elles s'apparentent au "culte du cargo". Dans les îles du Pacifique sud règne ce que l'on appelle le culte du cargo. Les indigènes qui ont vu pendant toute la guerre atterrir des avions chargés de marchandises aimeraient bien que ça recommence. Pour ce faire, ils construisent des espèces de pistes d'atterrissage où rien ne manque, depuis les feux de signalisation jusqu'à la hutte en bois dans laquelle se tient un soi-disant contrôleur aérien, avec son casque sur la tête, d'où sortent, en guise d'antennes, des tiges de bambou. Et ils attendent l'arrivée des avions. Tout est exactement comme c'était pendant la guerre et pourtant, rien ne se passe ; ça ne marche pas ; aucun avion ne vient atterrir. Si j'assimile toutes ces pseudo-sciences au culte du cargo c'est parce que, dans un cas comme dans l'autre, les règles formelles de la vraie recherche scientifique sont respectées ; mais il manque visiblement quelque chose d'essentiel, puisque les avions n'atterrissent pas.

Evidemment, pour bien faire, il faudrait maintenant que je vous dise ce qui manque. C'est à peu près aussi difficile que d'expliquer aux populations des mers du Sud comment faire pour que les richesses recommencent à tomber du ciel ; s'il ne s'agissait que de modifier la forme des écouteurs, ce serait beaucoup plus facile.

Pourtant, il y a une chose qui je crois manque profondément à ces pseudo-sciences --c'est une chose que l'on vous a, du moins je l'espère, apprise à l'école-- une chose dont on ne parle jamais explicitement, et qu'il est intéressant, pour cette raison, de faire sortir de l'ombre. Je veux parler de cette espèce d'intégrité propre à la pensée scientifique, qui en dernière analyse correspond à une forme d'honnêteté fondamentale --une sorte d'exigence extrême qui ne laisse rien au hasard. Quand, par exemple, vous faites une expérience, vous savez bien qu'il faut tout noter, pas seulement ce qui va dans le sens de la validation de l'expérience, mais aussi tout ce qui pourrait rendre le résultat contestable. Vous devez en particulier noter tous les "points" que vous avez éliminés sur la base d'autres expériences, afin qu'en lisant le compte rendu, on sache que vous avez éliminé ces points-là. De même, vous devez donner, quand vous en avez connaissance, toutes les informations susceptibles de jeter le doute sur l'interprétation que vous proposez. De même encore, si vous faites un travail théorique, il ne faut pas vous contenter d'en vanter les avantages ; il faut également signaler tout ce qui peut l'invalider et faire état d'éventuelles objections. Ce n'est d'ailleurs pas si simple qu'il y paraît. Par exemple, lors-

qu'on élabore une théorie simple en rassemblant un certain nombre d'idées, il faut prendre garde, lorsqu'on explique ce avec quoi ladite théorie cadre, à ne pas inclure là-dedans les résultats à partir desquels la théorie elle-même a été élaborée ; il faut s'assurer que la théorie, dans son état final, permet bien de prédire des choses nouvelles, apporte quelque chose de nouveau.

Bref, ce qu'il faut, c'est donner le maximum d'informations, toutes les informations nécessaires, pour que les autres puissent porter un jugement en toute connaissance de cause ; il faut surtout éviter de ne donner que les informations qui orientent le jugement dans une seule direction.

Je me ferai peut-être mieux comprendre en comparant ce dont il s'agit ici avec ce qui se passe dans la publicité. L'autre jour, j'ai entendu une publicité qui disait : "L'huile Machin enrobe la nourriture sans y pénétrer". Il n'y a rien à redire à ça ; c'est parfaitement vrai ; il n'y a là rien de malhonnête. Mais l'exigence dont je veux parler se situe à un tout autre niveau ; il ne suffit pas de ne pas être malhonnête. Car ce que la publicité de l'huile Machin oublie de dire c'est qu'aucune huile n'imprègne les aliments lorsqu'on l'utilise à une certaine température ; en dehors de ce domaine de température, toutes les huiles, y compris l'huile Machin, pénètrent dans les aliments. Ca change tout.

L'expérience prouve d'ailleurs que de toute façon la vérité finit toujours par triompher : tôt ou tard, d'autres referont vos expériences et les confirmeront, ou les infirmeront : tôt ou tard, les phénomènes manifesteront leur accord ou leur désaccord avec votre théorie. Et même si momentanément vos expériences, ou votre théorie, vous valent des avantages et une certaine gloire, à long terme, votre réputation n'a rien à gagner à ce que l'on découvre que vous n'avez pas travaillé sérieusement. C'est cette exigence, ce souci de ne pas s'en conter à soi-même qui, souvent, manque aux chercheurs de ces disciplines que j'assimile au culte du cargo.

Evidemment cela tient pour une large part aux difficultés inhérentes à ces disciplines, au fait que la méthode scientifique ne peut guère y être appliquée. Mais dire cela, à mon avis, ne résout pas le problème. Cela explique pourquoi les avions n'atterrissent pas ; mais le problème reste entier : les avions n'atterrissent pas.

L'expérience des siècles passés est, en ces matières, fort instructive ; elle nous en dit long sur la manière dont nous pouvons nous raconter des histoires à nous-même. Un exemple parmi d'autres. Comme chacun sait, Millikan a mesuré la charge de l'électron en observant la chute de gouttes d'huile électrisées. Il a obtenu une valeur qui, d'après ce que nous savons maintenant, était remarquablement exacte. Pourtant, cette valeur était un peu trop faible, parce que la valeur qu'il avait prise pour la viscosité de l'air n'était pas la bonne. Cela rappelé, il est instructif d'étudier l'histoire des mesures de la charge élémentaire après Millikan. Si on porte sur une courbe les valeurs obtenues en fonction du temps, on constate qu'elles croissent pour finalement atteindre, assez tardivement, une valeur limite à laquelle elles se stabilisent.

Pourquoi n'a-t-on pas tout de suite découvert que la vraie valeur de la charge de l'électron était supérieure à celle obtenue par Millikan ? Eh bien, c'est une histoire dont les physiciens ne sont pas fiers. Il est clair que si les gens n'ont pas d'emblée rectifié la valeur de Millikan, c'est parce que chaque fois qu'ils obtenaient une valeur supérieure à celle de Millikan, leur

première réaction était de croire qu'ils s'étaient trompés ; et chaque fois, ils cherchaient --et trouvaient-- une raison qui permettait d'expliquer pourquoi ils s'étaient trompés. Chaque fois qu'ils obtenaient une valeur proche de celle de Millikan, ils la retenaient sans chercher plus loin ; en revanche, toute valeur qui s'éloignait trop de celle de Millikan était éliminée d'office comme "aberrante".

Aujourd'hui, nous avons appris à nous méfier et ces choses ne se produisent plus guère. Malheureusement, nous n'avons pas été jusqu'à instituer dans le cursus d'enseignement un cours spécial, où l'on apprendrait aux étudiants à ne pas se laisser abuser, à être tout simplement honnêtes. Nous nous contentons d'espérer que les étudiants acquerront ces qualités par simple osmose.

L'un des principes fondamentaux de la recherche scientifique est le suivant : ne pas se raconter d'histoires, ne pas s'abuser soi-même, étant entendu qu'on est soi-même la personne qu'il est le plus facile d'abuser. Dès lors qu'on applique cette règle, dès lors qu'on arrive à ne pas se raconter d'histoires à soi-même, ne pas en raconter aux autres ne présente plus aucune espèce de difficulté : il suffit simplement d'être honnête, au sens habituel du terme.

Je voudrais ajouter ici quelque chose qui, sans être essentiel du point de vue scientifique, me semble néanmoins important : un chercheur ne doit jamais, quand il s'adresse en tant que scientifique à un public non spécialisé, raconter d'histoires. Je ne veux pas dire que vous ne devez pas, dans les circonstances où vous intervenez en tant qu'être humain simplement -- dans vos rapports avec votre femme ou avec votre petite amie, par exemple-- ne pas raconter d'histoires. Cela, c'est une affaire qui doit se régler entre vous et votre conscience. Non, ce dont je veux parler, c'est d'une attitude d'honnêteté intellectuelle dont vous ne devez vous départir ni dans vos conversations avec d'autres chercheurs ni dans vos rapports avec le grand public ; une attitude qui consiste à rechercher sans complaisance tout ce qui pourrait faire que vous ayez tort.

Je vais prendre un exemple. L'autre jour, je parlais avec un ami astronome et cosmologue, qui devait passer à la radio ; il se demandait comment parler des applications de la cosmologie.

"Mais, lui ai-je dit, un peu surpris, la cosmologie n'a pas d'applications.

-- Je sais, m'a-t-il répondu, mais le seul moyen d'obtenir des crédits, c'est de faire valoir les applications possibles."

Moi, je trouve ça malhonnête. Vous vous présentez au public en tant que scientifique et vous racontez ce que vous faites. Maintenant, si le public n'est pas prêt à payer pour ce que vous faites, c'est son affaire ; mais il a le droit de décider en toute connaissance de cause.

Autre exemple : vous voulez vérifier telle théorie, ou bien faire passer telle ou telle idée. Un principe général dans ces cas-là est qu'il faut tout publier, tout absolument tout, comme ça se présente. En effet, il est toujours possible, en ne publiant que des résultats sélectionnés, de faire passer pour vrai n'importe quel raisonnement. Il faut donc publier absolument tout.

La même exigence de rigueur s'impose dans les avis que vous pouvez être amené à donner à tel ou tel organisme public. Imaginez, par exemple, qu'un sénateur vous demande un avis scientifique sur l'opportunité d'un forage dans son Etat, et qu'il vous semble, après examen de la question, qu'il vaudrait mieux prospecter ailleurs. Si vous ne rendez pas publiques vos conclusions, vous ne donnez pas, à mon sens, un avis scientifique. Vous vous faites exploiter. Parce que de deux choses l'une : ou bien votre réponse va dans le sens souhaité par ce sénateur et alors vous pouvez être sûr qu'il saura en faire usage et en tirer profit ; ou bien, votre réponse le prend à rebrousse-poil et alors il ne la publiera tout simplement pas. Dans un cas comme dans l'autre, ce n'est pas ce que l'on peut appeler un avis scientifique.

Il y a d'autres types d'erreurs qui elles sont encore plus caractéristiques du manque d'esprit scientifique. Souvent, quand j'étais à Cornell, je discutais avec les membres du département de psychologie. C'est ainsi que j'ai été amené à rencontrer une étudiante qui voulait faire une expérience que l'on peut résumer de la façon suivante : une équipe de chercheurs avait montré que dans certaines conditions X, les rats faisaient telle chose A ; elle voulait changer les conditions de l'expérience, de X en Y, et voir si les rats faisaient toujours la chose A ; elle se proposait de réaliser Y et d'observer si les rats faisaient toujours A.

Je lui ai fait remarquer qu'il fallait qu'elle refasse d'abord l'expérience effectuée par l'autre équipe : se placer dans les mêmes conditions X et voir si elle obtenait bien le résultat A ; alors, et seulement alors, elle pourrait remplacer X par Y ; ce n'est qu'en procédant de cette façon qu'elle pourrait être sûre de contrôler l'origine de la différence.

Forte de mes explications, elle est allée trouver son professeur ; lequel lui a opposé qu'elle n'avait pas à refaire les expériences des autres, que ce serait perdre son temps puisque l'expérience avait déjà été faite. Cela se passait à peu près en 1947 ; c'était la règle en psychologie à l'époque : ne jamais refaire une expérience déjà faite sans en changer tel ou tel paramètre.

Il est à craindre que de telles erreurs se reproduisent aujourd'hui, et pas en psychologie, mais dans le domaine privilégié de la physique. J'ai été littéralement horrifié en entendant le récit d'une expérience menée récemment auprès de l'un des accélérateurs du National Accelerator Laboratory. Afin de comparer ses résultats relatifs à l'hydrogène lourd avec ceux relatifs à l'hydrogène léger, le chercheur responsable de la manipulation s'était simplement servi des résultats obtenus par quelqu'un d'autre, sur un autre appareil. Je lui ai demandé pourquoi il n'avait pas établi sur son propre appareil les résultats relatifs à l'hydrogène léger. Il m'a répondu que c'était parce que le comité de programme de l'accélérateur ne lui avait pas accordé de temps de passage pour cela (ce type d'expérience coûte cher et il n'y a pas assez de temps pour tout le monde !). Motif : l'expérience proposée avait déjà été faite ailleurs et ne donnerait aucun résultat nouveau. Voilà comment les responsables du National Accelerator Laboratory, par crainte de ne pas obtenir quelque chose de nouveau (c'est pour eux le seul moyen d'obtenir des crédits), en viennent à mettre en péril la qualité même des expériences pour lesquelles ce type de machines a été construit. Les conditions à l'heure actuelle sont telles que les chercheurs ont beaucoup de mal à satisfaire aux exigences du travail scientifique.

Fort heureusement, toutes les expériences effectuées en psychologie n'appellent pas ce genre de critiques. S'il est vrai que la plupart des expériences où l'on étudie le comportement des rats dans un labyrinthe n'ont rien donné d'intéressant, cependant, dès 1937, un certain Young

avait réalisé une expérience à mon avis capitale. Son dispositif expérimental consistait essentiellement en un long corridor ; les rats entraient par les portes donnant sur l'un des côtés du couloir et la nourriture se trouvait disposée dans des niches dont les portes donnaient sur l'autre côté du couloir. Son objectif initial était le suivant : il voulait savoir s'il était possible de dresser les rats à entrer par une porte et sortir par une autre située trois portes plus loin. Réponse : non. Les rats, quoi qu'il arrive, se dirigeaient toujours vers l'endroit où il y avait eu de la nourriture auparavant.

La question était alors de savoir comment les rats faisaient pour reconnaître la niche où il y avait eu auparavant de la nourriture. Visiblement la porte de cette niche-là possédait pour les rats une propriété bien particulière qui la distinguait des autres portes. Young a commencé par repeindre toutes les portes de manière que rien ne permette de les distinguer les unes des autres. Les rats, pourtant, continuaient à faire la différence. Il a alors pensé que la nourriture laissait peut-être une odeur que les rats reconnaissaient ; il a donc utilisé un produit chimique odorant de manière à brouiller la piste de l'odorat. Ça ne marchait en rien. Il s'est dit que c'était peut-être la lumière qui guidait les rats ; il a alors opéré dans le noir. Rien à faire ; les rats reconnaissaient toujours la porte de la niche où il y avait eu de la nourriture.

Finalement, il s'est aperçu que c'est grâce à leur ouïe que les rats retrouvaient leur chemin ; ils reconnaissaient le bruit de leurs pas sur le sol. Il a recouvert le sol du corridor de sable ; et ayant ainsi brouillé toutes les pistes, il a pu dresser ses rats à sortir par la troisième porte.

Du point de vue scientifique cette expérience est absolument fondamentale. C'est grâce à elle que l'observation des rats acquiert une signification. Cette expérience, en révélant quels sont les indices réellement utilisés par les rats (qui ne sont pas ceux que l'expérimentateur imagine), renseigne sur les conditions de possibilité de toute expérience portant sur le comportement des rats ; elle indique quelles sont les précautions à prendre si l'on veut travailler correctement, en contrôlant tous les paramètres.

Je me suis intéressé aux expériences sur le comportement des rats qui ont suivi celle-ci. Personne ne fait référence à Young et les conclusions mises en évidence par ses travaux sont restées lettre morte ; personne ne couvre le sol de sable, par exemple ; on procède exactement de la même manière qu'avant les expériences de Young. Pourquoi ? Parce que les découvertes de Young ne portent pas sur les rats eux-mêmes. Pourtant, c'est Young qui a découvert tout ce qu'il faut savoir pour pouvoir faire la moindre découverte sur le comportement des rats.

A mon avis, le dédain pour des expériences du type de celle de Young est tout à fait caractéristique des pseudo-sciences.

Un autre exemple en la matière nous est fourni par les expériences de parapsychologie de Rhine. Comme ces expériences ont été fortement critiquées --y compris par Rhine lui-même-- les techniques mises en oeuvre sont devenues de plus en plus performantes et les effets décelés de plus en plus faibles au point même de disparaître complètement. Les parapsychologues cherchent à réaliser des expériences qui soient reproductibles, où les mêmes causes produisent les mêmes effets, ne serait-ce que statistiquement. Alors ils répètent la même expérience sur des millions de rats --excusez-moi, je veux dire, de gens. Ils en tirent un effet statistique ; malheureusement, la fois suivante cet effet a disparu. Alors il se trouve quelqu'un pour dire

qu'après tout la reproductibilité n'est pas une exigence en soi. Et après ça, on viendra nous dire que c'est de la science !

Ce quelqu'un, après avoir démissionné de l'Institut de parapsychologie, a fait scission et fondé sa propre école. Et, s'adressant à ses disciples, il leur recommande de ne recruter que des étudiants ayant fait preuve de leurs capacités à obtenir de nombreux résultats ; il n'a pas de temps à perdre avec ceux qui, soit par ambition intellectuelle, soit par intérêt, ne trouvent que par hasard. Je trouve cela très grave ; il est dangereux, lorsqu'on enseigne, d'apprendre aux étudiants à obtenir des résultats plutôt que de leur apprendre comment faire une expérience en toute honnêteté.

Maintenant, pour finir, il me reste à vous souhaiter de toujours vous trouver dans une situation telle que vous puissiez satisfaire aux exigences d'honnêteté dont je viens de vous entretenir. Je souhaite que vous n'ayez jamais à renoncer à cette intégrité, que ce soit pour assurer votre position à l'intérieur de l'institution, pour satisfaire aux contraintes financières, ou pour toute autre raison. De tout coeur, je vous souhaite cette liberté.

Richard Feynman