



instantanée à distance... ou à accepter des « miracles ».

Ainsi, tout le bruit fait aujourd'hui autour des expériences EPR repose sur un « paradoxe » qui n'en est bien un que pour qui connaît la relativité, n'en est pas un pour qui ne connaît que l'attraction universelle, en est un pour qui en est resté à la physique intuitive des Grecs, etc. ! A chaque fois, les savants sont un moment désarçonnés, on proclame la « crise de la science », et ces « paradoxes » qui s'annulent les uns les autres pour les savants s'ajoutent les uns aux autres entre les mains de ceux qui se contentent de pêcher en eau trouble pour le compte de... nous verrons qui.

Débroussillons un peu cet empilement de paradoxes.

## la relativité

Commençons par la première grande découverte d'Einstein : la **relativité restreinte**.

Par rapport à moi, je peux repérer les objets par leur distance en « largeur » (sur ma droite ou ma gauche), en « profondeur » (devant ou derrière), en hauteur. Ce repérage de l'espace à travers trois « coordonnées » est bien sûr relatif à l'angle sous lequel je regarde les choses. Si je me place au coin gauche de la façade d'un immeuble, et si je me tourne d'un quart de tour vers la gauche, ce qui était la largeur deviendra progressivement la profondeur. Largeur, profondeur, hauteur, sont donc **relatifs** au repérage dans l'espace. En revanche, les **distances** entre deux points de l'espace (par exemple entre deux coins opposés de l'immeuble) sont des invariants absolus, indépendants du repère. On sait calculer les changements de coordonnées en fonction de l'angle de changement de repère, et on sait calculer les invariants (les distances) en fonction des coordonnées (par le théorème de Pythagore).

Coordonnées relatives, distances dans l'espace absolues : jusqu'à Einstein, on croyait qu'il en était ainsi. Le temps par ailleurs était un autre absolu (à la date choisie pour origine près). De la séparation de l'espace et du temps absolus résultait la règle de composition des vitesses : si on court après un autobus, il a l'air d'aller moins vite que si on le regarde à l'arrêt, la différence étant égale à la vitesse à laquelle on court. On pourrait donc croire que si l'on court derrière un rayon lumineux, il semblera ralentir : la lumière se déplace à travers un vide que l'on imaginait comme un « éther » absolument immobile.

L'expérience de Michelson et Morley montra à la fin du siècle qu'il n'en était rien : la lumière va aussi vite par rapport à tous les observateurs,

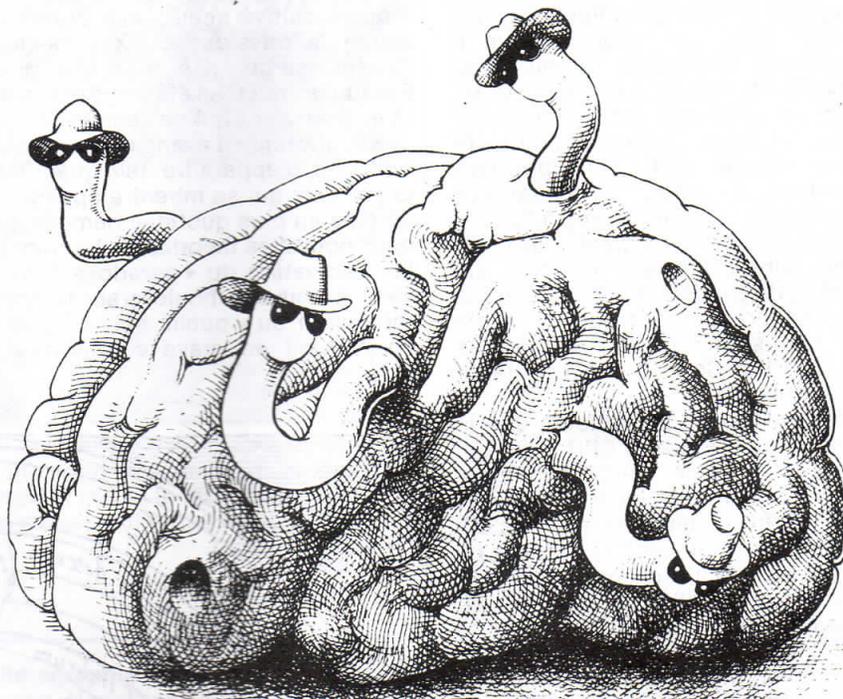
quelle que soit leur vitesse. Enorme paradoxe qu'Einstein dissipa génialement, en posant tout simplement que la distance parcourue par la lumière dans un intervalle de temps (posée d'ailleurs comme la plus grande vitesse possible des transmissions d'énergie ou d'information), étant une loi de la nature, est le **vrai absolu**. Cela impliquait que non seulement les coordonnées de hauteur, largeur, profondeur étaient relatives à l'observateur, mais aussi les mesures des distances et des intervalles de temps. De même que les largeurs et les profondeurs se modifient avec l'angle du regard, de même les distances raccourcissent et le temps ralentit quand l'observateur change de vitesse, selon des règles au fond assez semblables.

Un paradoxe s'évanouissait pour les savants, mais au prix d'un scan-

Théorie de la Relativité Générale (1915). toute idée d'action instantanée à distance disparaissait : même la gravitation exerçait son action de proche en proche, à la vitesse de la lumière. De façon générale, tout ne retentissait plus sur tout : un événement ne pouvait retentir que sur des points de l'espace et du temps situés « après, dans son cône de lumière », c'est-à-dire à portée de rayon lumineux.

## la mécanique quantique

L'étude des particules subatomiques devait introduire une transformation plus profonde dans la vision du monde et de la science physique. Les physiciens (dont Einstein) découvraient que celles-ci se comportent à la fois comme des ondes et comme des corpuscules.



dale pour l'opinion publique : la relativité de l'espace et du temps. Quoi ! des jumeaux ne vieilliraient pas de la même façon si l'un s'embarquait sur une fusée ! Quoi, on pourrait inverser l'ordre d'apparition de deux événements distants dans l'espace en changeant de repère !

Mais de même qu'un bébé s'habitue vite à comprendre qu'un objet reste le même en changeant d'aspect selon l'angle où on le regarde, les physiciens s'habitueront vite à cette « relativité » : car le réel restait, lui, absolu. En particulier, sous n'importe quel angle et à n'importe quelle vitesse, ce qui survenait « avant » un événement à un **même** objet restait toujours « avant ». L'ordre des causes et des effets restait un absolu auquel Einstein tenait par dessus tout. La physique restait « classique ». Et, avec la

Expliquons-nous. Soit un petit port de pêcheurs avec deux entrées dans la jetée. Un petit bateau passe par l'un ou l'autre entrée. Mais les vagues émises au large par un pétrolier pénètrent par les deux entrées, et le système des ondes à l'intérieur du port résulte de l'interférence des ondulations ayant franchi ces deux entrées en même temps. Normal : les petits bateaux ont une nature bien individualisée, « corpusculaire », les ondes sont un mouvement global sur un milieu continu.

Et bien, si on projette des grains de lumière (les photons) sur un écran à travers un masque percé par deux fentes, on observe que les photons arrivent ponctuellement sur l'écran un par un (comme des corpuscules) mais y dessinent des interférences comme le feraient des vagues passées par les deux fentes à la fois :

c'est la très « paradoxale » expérience de Young.

Mais bah ! après tout, il n'y a aucune raison pour que la nature ait le même comportement à cette échelle que dans notre monde macroscopique. On mit donc assez vite au point une « mécanique quantique » où les systèmes microscopiques étaient décrits par des ondes (continues donc) représentant la « probabilité » d'une particule d'être à tel ou tel endroit, et où les mesures que l'on effectuait sur ces ondes pouvaient donner des résultats discontinus.

Et aujourd'hui les physiciens se servent aussi facilement de cette « mécanique quantique » que de la relativité. Seulement ils sont en total désaccord sur ce que veulent dire les « ondes » qu'ils utilisent, et sur les raisons de la « réduction de l'incertitude » lors des mesures. La grande majorité pense qu'on ne peut aller au-delà de la connaissance de ces « ondes de probabilité », car l'état d'un système est vraiment indéterminé jusqu'à ce qu'on le mesure. Par exemple, dans l'expérience de Young, le photon ne « sait » vraiment pas par laquelle des deux fentes il passe, il ne le sait qu'en même temps que nous quand nous « mesurons » par où il passe (en fermant par exemple une des fentes) : mais alors nous perturbons le système. De là à parler (comme certains mystiques) de « libre arbitre des particules », ou de là à dire (comme le Prix Nobel Wigner) que c'est la conscience qui crée la réalité, il y a cependant un pas que le vaste « centre » agnostique du monde scientifique refuse de franchir. Pour une minorité, dont Einstein, la réalité est en fait déterminée, c'est notre science qui est incomplète.

Et certains (tel De Broglie) d'imaginer des « variables cachées » (cachées à la mécanique quantique !). Par exemple, une femme enceinte peut dire que son fœtus à une chance sur deux d'avoir tel sexe, et que le fœtus ne devient vraiment entièrement « fille » ou « garçon » qu'à la naissance. En fait, il est plus raisonnable de penser que le sexe est acquis avant la « réduction de l'incertitude » apportée par la naissance ! De même, peut être que l'émetteur de lumière de l'expérience de Young détermine **en fait** de quelle façon vont passer les photons !

C'est ici que se noue le drame, avec le fameux paradoxe EPR... paradoxe qui n'en est un que pour qui croit dur comme fer et à la relativité d'Einstein, et à la mécanique quantique !

## le paradoxe EPR

Supposons en effet, par exemple,

qu'un atome S émette d'un coup (ça arrive) deux photons A et B, dans deux directions opposées. La mécanique quantique nous dit alors :

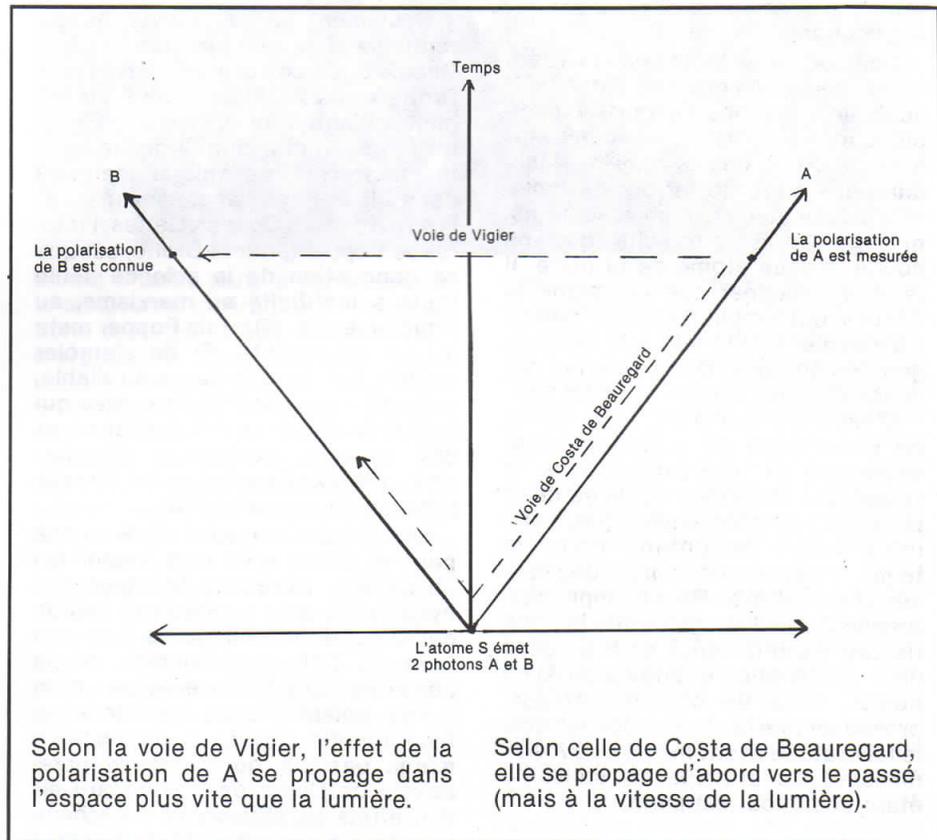
— que ces photons sont « corrélés », qu'ils sont de « polarisation » complémentaire. (La « polarisation » est une propriété des photons. Disons que si celle de A est « à droite », alors celle de B est « à gauche ») ;

— mais que la polarisation de chacun est indéterminée, elle ne peut être déterminée que par une mesure.

Mais alors, remarquent finement les partisans d'Einstein, si on mesure la polarisation de A, on connaît ipso facto celle de B, puisqu'elle est complémentaire. Or B n'a pu acquérir sa polarisation au moment

des deux photons au moment où l'atome les émet, avant qu'ils ne se **séparent**. L'idée est que, si, de Paris, on envoie deux enveloppes à New-York et Tokyo mais on ne met qu'une lettre dans une enveloppe, chaque correspondant saura instantanément, en ouvrant son enveloppe, s'il y a une lettre dans l'autre enveloppe. La « réduction de l'incertitude » n'a pas volé de New-York à Tokyo : il y avait une variable cachée dès Paris.

Malheureusement, Bell montra, en 1964, que les résultats sont différents selon qu'il y a une variable cachée dès que l'atome émet ses deux photons ou selon que les photons n'acquièrent leur polarisation que lors de la mesure. Et depuis, les expériences (dont la plus précise,



où A « acquiert la sienne », selon « l'orthodoxie » de la mécanique quantique, c'est-à-dire au moment de sa mesure. Car, puisque selon « l'orthodoxie » de la relativité une information ne peut être transmise qu'au plus à la vitesse de la lumière, et comme les deux photons s'éloignent déjà l'une de l'autre à cette vitesse, A n'a pu faire savoir à son jumeau B : « je suis polarisé à droite, polarise toi à gauche ». Donc la polarisation de B (et celle de A, y a pas de raison) est bien déterminée avant la mesure. Donc la mécanique quantique est bien incomplète.

Dans les années 50, les partisans d'Einstein cherchèrent donc des « variables cachées » **locales**, c'est-à-dire déterminant la polarisation

celle d'Aspect, est en cours à Orsay) ont confirmé la seconde alternative. Donc les photons A et B « apprennent » ce qu'ils sont au moment où on mesure la polarisation de A.

Alors là, vraiment, ça coince. Notez que ça ne coince que parce que vous avez déjà des notions de relativité. Si vous en étiez restés à la physique de Newton, vous ne seriez pas surpris que ce qui se passe en A influe sur B : de Newton à Einstein, on a bien cru que le soleil attirait instantanément la terre ! Pourtant, c'est le paradoxe d'EPR revigoré par Bell et Aspect, qui est aujourd'hui enrôlé dans une formidable bataille idéologique contre les normes de la pensée rationnelle occidentale, une bataille où de grands savants se rangent aux

côtés des pires charlatans. Car il faut bien aujourd'hui trouver comment A transmet la « nouvelle » de sa polarisation à B, par delà l'espace-temps absolu d'Einstein (1).

Deux hypothèses principales s'affrontent. La première, à laquelle s'accrochent évidemment les amateurs de miracles, est celle de Costa de Beauregard. C'est tout simple : A n'a qu'à « télégraphier » vers le passé à l'atome S le résultat de sa mesure, à la vitesse de la lumière, l'information remontant ensuite à B par la voie normale (du passé vers le futur). L'autre, défendu par J.-P. Vigier, est encore plus simple : A télégraphie le résultat à B, par delà l'espace, plus vite que la lumière. La discussion fait rage, très technique. Mais l'enjeu est énorme, car il faut voir ce qu'on remet en cause pour adopter chaque explication.

Celle de Vigier viole-t-elle la relativité ? Pas forcément. La relativité dit seulement que les supports d'énergie (ondes ou particules) ne peuvent aller plus vite que la lumière. Mais dans une barre de fer par exemple, l'ébranlement d'ensemble se transmet infiniment plus vite que ne bouge chaque atome de la barre. Il faudrait imaginer que de même le « vide » qui emplit l'espace puisse « s'ébranler » plus vite que ne bougent les photons. Dirac et Bohm ont conçu dans les années 50 un tel vide.

C'est dur à admettre, mais Costa de Beauregard qui pourtant utilise seulement la réversibilité dans le temps des équations connues de la physique, propose encore pire : une information remontant dans le temps, l'inversion de l'ordre des causes et des effets ! Rien n'empêche à première vue d'imaginer que la polarisation de B (acquise en S à cause de la polarisation ultérieure de A) ne puisse, dans un certain montage, provoquer une explosion qui détruise le laboratoire avant même que A soit mesuré ! Le principe de causalité étant aboli, tout est permis !

## dans les coulisses

Eh oui ! Tout est permis ! Finie l'arrogance de la science ! Revoici le **Matin des Magiciens** (2) ! Les miracles, la magie, l'apparition ici-bas d'un messenger venu du futur, tout est maintenant justifié. La rumeur se répand d'abord dans des cercles où l'on épie la crise de la science et la remontée de l'occultisme. Puis, en 79, c'est le grand coup : un colloque est convoqué à Cordoue par France-Culture, sur le thème « Science et Conscience ». Sur l'affiche : Einstein et l'Ange de Reims (le Diable et le Bon Dieu ?). Au programme : un peu d'EPR, beaucoup d'occultisme (3). C. de Beauregard apostrophe Vigier : la preuve est établie de l'existence de Dieu et des miracles. Jean-Paul II le

reçoit en compagnie de Wigner. La secte Moon organise cette année un nouveau colloque, avec six prix Nobel, et pour titre : celui du présent article. Et Costa de Beauregard, imaginant de modifier une expérience EPR en y introduisant des phénomènes parapsychologiques, n'hésite pas à écrire : « Les spectateurs d'une telle expérience devront ressembler plus aux supporteurs d'une équipe sportive qu'à un jury d'assises. Car d'après (l'interprétation orthodoxe de la mécanique quantique), un jury glacialement sceptique paralysera la psychocinèse, alors que des supporteurs coopérant l'aideront » (4). Dans les coulisses de Cordoue, le nouveau philosophe Ph. Nemo exulte : « On a eu la peau des marxistes, on aura celle des rationalistes ! ».

Seulement, là, le Nouvel Obscurantisme élargit un peu trop la cible. Depuis quelques années, la Nouvelle Droite essayait de se refaire une virginité scientifique en invoquant, contre la raison dialectique des marxistes, le positivisme logique dominant dans les pays anglo-saxons, et l'œuvre de Karl Popper. Certes, l'intérêt de Popper (pour la Droite) est que sa conception de la science dénie toute scientificité au marxisme, au freudisme, etc. (5). Mais Popper reste lui un rationaliste. Et de s'enrôler aujourd'hui dans le camp du diable, celui du « marxiste Vigier », avec qui il vient de signer un article proposant une nouvelle expérience décisive, mais affirmant a priori sa foi dans le principe de causalité ! (6)

Les choses en sont là. Pour ma part, je pense qu'il faut laisser les physiciens travailler, formuler des hypothèses (et à ce stade un peu de délire poético-mystique ne peut pas faire de mal), expérimenter. Je ne pense pas que le matérialisme ni la raison soient mariés avec telle ou telle théorie physique. Je ne suis même pas sûr que la thèse paradoxale de Costa de Beauregard ait des effets si désastreux à l'échelle macroscopique, et celle de Vigier a aussi des supporteurs « psi ». Je ne vois pas bien ce que les chrétiens gagneraient à apprendre que le Christ est mort en croix pour avoir eu raison trop tôt dans l'interprétation du paradoxe EPR (7). En tous cas, cette affaire doit dissiper définitivement l'illusion d'une Science neutre et sereine, arbitre du vrai et du rationnel. Le monde des savants est déchiré par les grandes luttes philosophiques et idéologiques qui partagent le commun des mortels. Et réciproquement, l'évolution des connaissances et des théories scientifiques bouleverse périodiquement la conception commune de la réalité et du « raisonnable ». Quand je dis « laissons travailler les physiciens », je ne veux pas dire que les physiciens doivent travailler à l'abri des grandes

prises de positions idéologiques qui concernent chacun d'entre nous (ce serait illusoire), ni qu'il faille se désintéresser des nouveaux regards sur le monde qu'ils nous invitent à porter (ce serait stupide et dommage). Mais je pense qu'il faut respecter le champ bien délimité de leurs expériences et de leurs théories, et ne pas chercher à transposer outrageusement par exemple les « vérités » de la mécanique quantique ou de la relativité dans le domaine de la parapsychologie ou de l'occultisme : « l'inséparabilité » de l'univers (« tout retentit sur tout ») n'a pas le même sens pour Newton, pour la mécanique quantique, pour la dialectique marxiste et pour la mystique orientale (ce qui n'empêche pas Mao de reprendre le vocabulaire du Tao pour parler de la contradiction) !

En revanche, je suis scandalisé de voir comment le débat scientifique se trouve transformé, à travers la moulinette des médias, en justification du pire obscurantisme. De même que je fus scandalisé de voir la révélation des massacres de la dictature stalinienne transformée par le Goulag Circus en preuve de la nocivité de toute action révolutionnaire. Aujourd'hui, il y a bien une crise du scientisme imbécile, qui ne fut certes pas sans rapport avec le stalinisme. Est-ce une raison pour condamner la volonté de comprendre le monde afin de le transformer ? Doit-on pour autant se rallier à quelques grands prêtres bienveillants, maîtres des forces obscures ? Tel est l'enjeu, non du paradoxale EPR mais du débat qu'il suscite aujourd'hui.

A. Lipietz

Notes :

(1) Pour en savoir plus lire « Le paradoxe EPR » de M. Jammer, *La Recherche*, mai 1980, ou « Situation expérimentale du déterminisme et du matérialisme d'Einstein », de J.-P. Vigier, *Colloque du centenaire d'Einstein*, éd. du CNRS.

(2) Livre de Bergier et Louis Pauwels, aujourd'hui « parrain » de la Nouvelle Droite. Dans les années 60, il fut prolongé par la revue *Planète*, déjà très élogieuse pour Costa de Beauregard (qui, quoique du genre mystique intégriste, est lui un authentique physicien), ou pour le *beau-coup plus fantaisiste Charon* (l'inventeur des éons, électrons doués d'une âme).

(3) Voir la discussion inspiré par ce thème à M. Thuillier, *La Recherche*, même numéro.

(4) « Télégraphie supraluminescente via rétro-psychocinèse », dans *Lettres épistémologiques*, Bienne, nov. 1980.

(5) Pour Popper, une théorie « scientifique » doit être réfutable, c'est-à-dire que l'on doit pouvoir proposer le montage d'expériences qui la réfuteront éventuellement. Cette norme est sans doute valable pour l'objet de la physique, mais sûrement pas pour l'inconscient ou pour l'histoire sociale.

(6) A paraître dans *Physical Review Letter* (7) Mon voisin du dessus, un certain Blaise Pascal, physicien et mystique, est d'accord sur ce point.