

Causalité & finalité



Édité par Gilles Cohen-Tannoudji & Émile Noël

Causalité et finalité

Édité par Gilles Cohen-Tannoudji et Émile Noël

Jean-Michel Besnier
Joe Rosen
Jacques Bros
Marc Lachièze-Rey
John Stewart
Jean-Philippe Bouchaud
Bernard Chevassus-au-Louis



17, avenue du Hoggar
Parc d'activité de Courtabœuf
91944 Les Ulis Cedex A

Septième rencontre « Physique et interrogations fondamentales »
22 mai 2002

Illustrations de couverture : Page B et Alexander Tolbinski.

Conception de la couverture : Valérie Bardiau.

Mise en pages : Linéale Production.

ISBN : 2-86883-692-5

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

© EDP Sciences 2003

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	
Gilles Cohen-Tannoudji	5
La causalité entre métaphysique et science	
Jean-Michel Besnier	9
Le principe de symétrie de Pierre Curie	
Joe Rosen	25
Causalité en théorie des champs	
Jacques Bros	31
Le principe anthropique et la causalité cosmique	
Marc Lachièze-Rey	39
La physique, la biologie et la clôture sous causalité efficiente	
John Stewart	59
Hasard et déterminisme : de la physique aux marchés financiers	
Jean-Philippe Bouchaud	67
Causalité, finalité, responsabilité : quelles interactions dans le monde de la précaution ?	
Bernard Chevassus-au-Louis	75
Conclusion	83

INTRODUCTION

Les entretiens rassemblés dans cet ouvrage ont été réalisés avec les intervenants de la septième rencontre « Physique et Interrogations Fondamentales » organisée par la Société française de physique en partenariat avec la Bibliothèque nationale de France sur le thème « Causalité et finalité » en mai 2002¹. Ces rencontres abordent les grandes questions qui se posent aux physiciens contemporains dans leurs recherches sur des entités fondamentales comme la matière, l'espace, le temps, la lumière ou l'Univers. Ces questions ne concernent pas seulement les physiciens même si la physique dispose pour les aborder de moyens matériels, techniques et conceptuels qui lui sont spécifiques et qu'elle est seule à maîtriser. Elle ne peut pas, pour appréhender pleinement ces interrogations, se dispenser d'un débat interdisciplinaire avec tous ceux qui se posent ces mêmes questions en des termes fort différents. Destinées à un large public, cultivé mais non-spécialiste, ces rencontres se sont toujours efforcées de faire dialoguer des physiciens de toutes les branches avec les interlocuteurs privilégiés que sont les philosophes, les mathématiciens, les biologistes et les spécialistes de diverses sciences humaines et sociales, ou des artistes. L'énoncé des

1. – Les contributions ici présentées ont été établies à partir des enregistrements réalisés par Émile Noël, à propos du colloque « Causalité et finalité » de mai 2002 et diffusés par la Radio Suisse Romande (Espace 2 – Anne-Marie Rhyn).

thèmes abordés jusqu'à présent (qui ont tous fait l'objet de publications) donne une idée du cadre dans lequel s'inscrit la réflexion sur le thème « causalité et finalité » : le temps et sa flèche, virtualité et réalité, prédiction et probabilité, symétrie et brisure de symétrie, l'élémentaire et le complexe, le siècle des quanta...

La pensée physique de la causalité a été profondément affectée par les deux « révolutions » scientifiques qui ont marqué le début du XX^e siècle : la relativité et les quanta. La relativité énonce qu'aucune cause ne peut avoir d'effet instantané à distance. De son côté, la mécanique quantique affirme qu'aucune cause ne peut avoir d'effet si elle ne met pas en jeu au moins un quantum élémentaire d'action égal à la constante de Planck. Cela remet en cause la conception de la physique classique qui ignorait ces deux limitations. Il a fallu mettre en chantier une nouvelle conception de la causalité. Malgré cela, la physique semble encore en retrait de la subtilité de l'analyse aristotélicienne qui discerne les causes matérielles (les divers matériaux dont est faite la maison) des causes formelles (les plans de l'architecte), des causes efficientes (le travail des bâtisseurs) et des causes finales (sa raison d'être). Il nous a donc semblé nécessaire de demander à un philosophe, Jean-Michel Besnier, de nous rafraîchir la mémoire et de planter le décor dans lequel science et métaphysique dialoguent à propos de la causalité.

Après cette entrée en matière, la nouvelle conception physique de la causalité est exposée par Joe Rosen (dont je me suis fait l'interprète) et Jacques Bros. En annexe à la contribution de Joe Rosen, nous avons jugé pertinent de reproduire *in extenso* le magnifique article de 1894 dans lequel Pierre Curie énonçait son principe de symétrie. Celui-ci peut justement permettre de discriminer les causes et les effets.

La finalité semble complètement étrangère à la réflexion physique concernant la causalité même si on la voit poindre dans certaines des inflexions de l'exposé de Jacques Bros, dans lesquelles il exprime son intime conviction. Ce n'est pas le cas pour les tenants de ce que l'on appelle, dans la cosmologie contemporaine, le « principe anthro-

pique », et nous avons demandé à un éminent cosmologiste, Marc Lachièze-Rey, de s'exprimer à ce propos.

Pourtant, lorsque l'on parle de causalité et finalité, surgit inévitablement la question du hasard que Voltaire, dans son dictionnaire philosophique définissait ainsi : « Ce que nous appelons hasard n'est et ne peut être que la cause ignorée d'un effet connu » et dont il tirait argument pour réfuter et la conception atomiste et la physique elle-même : « Mais lorsque ensuite Épicure nous dit que ses atomes ont décliné par hasard dans le vide; que cette déclinaison a formé par hasard les hommes et les animaux; que les yeux par hasard se trouvèrent en haut de la tête, et les pieds au bout des jambes; que les oreilles n'ont point été données pour entendre, mais que la déclinaison des atomes ayant fortuitement composé des oreilles, alors les hommes s'en sont servis fortuitement pour écouter : cette démence, qu'on appelait physique, a été traitée de ridicule à très juste titre. »

Voilà qui conduit à envisager avec John Stewart des boucles de causalité efficiente pouvant conduire à l'émergence de véritables causes finales en biologie. Jean-Philippe Bouchaud nous montrera qu'au travers de ses méthodes statistiques, la physique peut nous aider à modéliser des phénomènes aussi complexes que les fluctuations des marchés financiers. Nous terminerons par le magistral exposé de Bernard Chevassus-au-Louis sur le jeu croisé des logiques de causalité, de finalité et de responsabilité dans l'univers de la précaution.

Gilles Cohen-Tannoudji

LA CAUSALITÉ ENTRE MÉTAPHYSIQUE ET SCIENCE

Jean-Michel Besnier*

Où en est aujourd'hui la science avec la causalité?

Ce n'est pas un scientifique qui pose la question, mais un philosophe dont la formation kantienne a concerné l'interrogation sur les fondements et les méthodes à l'œuvre dans les sciences. Pour le philosophe traditionnel, la science est d'abord recherche des causes et l'on ne doit pas s'étonner qu'elle verse dans la théologie quand elle croit pouvoir atteindre la cause des causes. Toutefois, pour le philosophe observateur de l'évolution contemporaine des savoirs, cette conception n'est plus évidente. Le positivisme d'Auguste Comte et celui des membres du Cercle de Vienne ont prétendu évacuer le concept de cause du champ de la science il y a déjà longtemps. Le « pourquoi » des phénomènes, qui justifiait l'enquête sur les causes, a laissé place à la seule ambition de décrire leur « comment » et de se borner à identifier leur simple corrélation en termes de « lois ». Ce sont des choses connues qui figurent

* Professeur à l'université Paris IV-Sorbonne.

dans n'importe quel manuel de lycéens, mais le positivisme n'est pas le dernier mot : il est d'abord une doctrine philosophique et il n'exerce pas de réel pouvoir normatif sur le travail des savants qui restent soucieux de rendre compte des causes. Le philosophe doit bien constater que le physicien prétend toujours décrire ses objets en termes d'implications causales, que l'astrophysicien ne désespère pas d'élucider l'origine de l'Univers, le biologiste celle de la vie, etc.

Vient alors la question : où en sont les scientifiques avec la causalité, sachant la méfiance qu'elle a suscitée pour la réflexion épistémologique ?

Que reste-t-il des critiques qu'on a pu lui adresser ?

Je me limite, ici, à restituer les grandes lignes de ces critiques, afin de poser la question qui me semble traverser les débats contemporains sous la forme d'une alternative : la causalité est-elle seulement épistémique ou admet-elle une définition réaliste ? Est-elle simplement de l'ordre de l'explication ou peut-elle être identifiée sur le plan ontologique ?

Le concept de cause est vite apparu embarrassant pour la science moderne née avec Galilée. La doctrine aristotélicienne des quatre causes (matérielle, formelle, efficiente et finale) n'a pas résisté au développement d'une conception mécaniste et mathématisée du monde. La cause finale, en particulier, a été refoulée. Seule la causalité efficiente devait trouver droit de cité dans l'univers de la science moderne. J'y reviendrai bientôt.

La dimension anthropomorphique, qui constituait la représentation classique de la notion de cause, ne pouvait pas non plus subsister dans ce contexte. On associait spontanément la cause à la volition, pour la désigner comme un processus « actif » produisant un effet forcément « passif », qui deviendrait la « fin » à laquelle ce processus aspirait. Cette conception naïve, inspirée par l'expérience du vouloir humain et qui

convertissait la causalité en téléologie, a vite été écartée par les scientifiques¹.

D'autres raisons ont par la suite concouru à la disqualification du concept traditionnel de cause, dont l'essentiel coïncide peut-être historiquement avec la relativité restreinte, vers 1905, avant d'être soumis à l'extrapolation des théories dites de la complexité. Depuis lors, l'approche de la Nature en termes de complexité (c'est-à-dire comme ensemble de tous les corps, qualités, états... en relation de dépendance mutuelle et appartenant à des référentiels multiples) nous détourne de la simple recherche de la relation asymétrique temporelle qui voudrait qu'une cause déterminée précède toujours son effet. La complexité impose que l'on aborde les phénomènes dans leur dépendance circulaire et que l'on préfère les exprimer mathématiquement en termes de fonction. Cette complexité n'est pas compatible avec l'approche linéaire, ni avec la tentation réductionniste qui caractérisent une démarche causale.

Bref, on comprend que la causalité soit apparue assez vite comme un risque de confusion entre la science et la métaphysique. Pour cette raison, on a cherché à la neutraliser : de fait, la recherche de la cause, à l'œuvre dans tout projet de connaissance, a été perçue comme inévitable recherche de l'explication ultime, quête de l'inconditionné qui mettrait fin à la régression des effets aux causes, propension à localiser la cause des causes dans quelque transcendance finalement incompréhensible. Pour demeurer dans la science, le savant devait donc s'interdire la tentation métaphysique d'identifier en Dieu la cause de soi qui s'exprime à travers les phénomènes du monde, eux-mêmes effets de sa puissance. Il devait également se méfier de l'attitude apparemment moins métaphysique qui le porte à devoir justifier l'observation d'une relation particulière du type $P \rightarrow Q$ par référence à la totalité des relations analogues (pour tout x , si Px alors Qx) qui implique le postulat d'un monde ordonné et dépourvu de caprices. Carnap l'explique lui-même : « Si l'on veut obtenir une définition adéquate de la causalité,

1. – Cf. Bertrand Russell, *La méthode scientifique en philosophie*, Petite bibliothèque Payot, p. 226.

c'est au système entier des lois qu'il faut se référer. »² En conclusion, dès qu'il y a préoccupation pour les causes, la métaphysique menace de déborder l'activité scientifique. De sorte que le refus du concept de cause puisse être considéré comme la condition *sine qua non* de la démarcation entre science et métaphysique.

L'évocation du contexte de naissance de la science et de la philosophie modernes pourra sans doute le donner à penser. J'évoquerai d'abord le moment cartésien, qui semble traduire tous les embarras qui entoureront, par la suite, le traitement scientifique de la causalité. Prenons ce dernier comme emblématique³.

Cherchant à fonder la science et à définir la cause comme principe d'explication rationnelle, Descartes se débat dans des contradictions que l'on peut résumer en quatre propositions :

1. « la cause, c'est la raison » ;
2. « comprendre, c'est retrouver, sous un fait, un processus mécanique » ;
3. « les états de l'âme peuvent causer ceux du corps, et réciproquement » ;
4. « Dieu crée le monde instant par instant ».

On s'aperçoit que ces quatre énoncés ne peuvent former un ensemble cohérent. Les propositions (3) et (4) ne peuvent fonctionner avec la première, et l'affirmation (2) ne permet pas de les concilier. Voyons cela de plus près :

« La cause, c'est la raison » exprime le parti pris de ramener la multiplicité des phénomènes à l'unité d'un principe explicatif. La cause engendre les effets et en fournit la justification rationnelle. Cette cause

2. – R. Carnap, *Les fondements philosophiques de la physique* (1966), trad. Luccioni-Soulez, Armand Colin, 1973, p. 189.

3. – Je suis l'excellente démonstration jadis proposée par Ferdinand Alquié dans « L'idée de causalité de Descartes à Kant », cf. *Histoire de la philosophie*, sous la direction de F. Châtelet, Hachette, 1972. Voir aussi mon *Histoire de la philosophie moderne et contemporaine*, Grasset/Le livre de poche, 1993, tome 2, pp. 564-567.

est « efficiente » et elle appelle une conception mécaniste du monde, excluant toute transcendance, tout miracle : il n'y a jamais plus de réalité dans l'effet que dans la cause. La démarche du physicien consiste donc à décrire les relations qui unissent les phénomènes comme des rapports logiques d'identité. Ceux-ci devraient se résoudre finalement en une équation ultime ; on passe de « A est cause de B », à d'autres énoncés du type : « A est la raison de B » ; « A se produit en B » ; « B n'exprime rien d'autre que A » et finalement, « derrière B : $A = A$ ». La métaphysique de l'idéalisme allemand déclinera, au XIX^e siècle, ces différentes formulations de l'équivalence du principe de causalité et du principe de raison suffisante.

« Comprendre, c'est retrouver, sous un fait, un processus mécanique. » C'est une proclamation mécaniste qui, chez Descartes, n'est pas forcément « rationnelle », en ce sens qu'elle pourra requérir l'« analogie » ou la métaphore. Par exemple, l'animal est une machine qui fonctionne sur le modèle des automates hydrauliques que le génie des hommes sait construire... La recherche de la cause est ici moins spéculative que pragmatique : on envisage la production d'effets grâce au pouvoir de notre imagination et par référence à ce que l'on a l'habitude de constater dans l'environnement créé par la technologie de l'époque. Ce mécanisme n'est épistémologiquement pas plus exigeant.

« Les états de l'âme peuvent causer ceux du corps, et réciproquement. » Par exemple : la volonté peut mouvoir le bras, une lésion du bras peut causer une douleur. Comment deux substances, par définition autosuffisantes, peuvent-elles interagir causalement ? C'est un sujet difficile, que la philosophie de l'esprit contemporaine cherche encore à résoudre. À l'évidence, Descartes fait intervenir la causalité sans avoir les moyens d'expliquer rationnellement la relation des termes en présence. On est donc loin de l'ambition exprimée dans les deux premiers énoncés. La cause et l'effet restent ici hétérogènes ; on ne saurait tirer analytiquement le second de la première, ce qui hypothèque les chances du mécanisme et annonce un possible irrationalisme (par exemple, un vitalisme émergentiste).

« Dieu crée le monde instant après instant. » Le thème de la Création continuée achève de rendre obscure la conception cartésienne de la causalité qui devrait pourtant fonder, avec le *Cogito*, la théorie de la science. Cela suppose que le temps est discontinu, composé d'instants discrets, c'est-à-dire de moments incapables de supporter une relation de succession et d'engendrement causal. Dieu est donc requis comme cause de la permanence du monde que la science cherche à comprendre. S'il est à ce titre raison ultime, il reste incompréhensible à l'esprit humain. Ce dernier énoncé est résolument en opposition avec les deux premiers.

Les difficultés, qui se nouent dans l'œuvre de Descartes, ont de quoi rendre suspecte la notion de cause. De fait, la postérité du cartésianisme acheminera progressivement vers la mise en évidence du caractère intenable de la causalité comme critère de toute scientificité.

Il suffit d'évoquer d'abord la théorie malebranchiste des causes occasionnelles : elle explique que Dieu est la seule cause concevable et l'unique raison susceptible d'expliquer, par exemple, les rapports de l'âme et du corps. À chaque fois que quelque chose nous apparaît comme une cause – par exemple, ma volonté de mouvoir mon bras, la blessure qui occasionne ma douleur – c'est en réalité Dieu qui intervient et agit selon des lois universelles que la science peut débrouiller. Il n'y a que Dieu qui soit cause efficiente. En excluant la causalité du domaine de la Nature que l'on veut expliquer, Malebranche maintient, pour le scientifique, la seule recherche des liaisons constantes entre les phénomènes, c'est-à-dire la détermination des lois que le positivisme considérera comme l'unique objet de la quête scientifique. Métaphysique et science sont séparées, sans que l'on doive faire droit à l'irrationalisme – ce qui est bien l'essentiel.

Après Malebranche, on invoque volontiers Berkeley, parce qu'il radicalise l'idée selon laquelle Dieu serait la seule cause réelle. Il en déduit même que l'existence du monde peut être réduite à son « être perçu » et que Dieu peut bien produire, selon des lois, tout ce que nous

sentons. Un immatérialisme résulte de cette position : nous n'avons pas besoin de cette incompréhensible idée de matière car l'expérience que nous faisons du monde se réduit à la constance des rapports qui unissent nos idées entre elles et qui nous conduisent à en prévoir la succession. On n'a plus lieu de parler de causes mais seulement de lois comme enchaînement de signes et de choses signifiées. Le terrain est ainsi préparé pour une science débarrassée de toute interrogation ontologique.

Le rejet de la causalité hors du contexte scientifique est achevé avec la critique humienne. Cela est bien connu et je ne m'y appesantirai donc pas. La question de Hume, qui sera aussi celle de Kant, est à peu près la suivante : d'où vient le fait que l'on puisse affirmer plus que l'on ne voit, en énonçant des relations causales prétendument nécessaires. Cette question se justifie dès lors que, comme Hume, on ne s'en remet pas à Dieu pour expliquer le sentiment que nous avons du lien entre cause et effet. La réponse nécessite de mener l'enquête sur le sujet de la connaissance qui formule ce lien et elle permet de clarifier la nature de la causalité dans des termes qui resteront longtemps canoniques. Dans toute relation causale, on a deux termes A et B, dans un rapport spatio-temporel de contiguïté ou de succession immédiate. La difficulté, c'est de comprendre le sentiment de nécessité qui accompagne, pour nous, le passage de l'un à l'autre (l'eau se refroidit et se transforme en glace, le feu provoque la brûlure ou le fer est chauffé à 1 000 degrés et il se dilate...). Il ne suffit pas de connaître un terme pour apercevoir l'autre (l'eau, la brûlure ou le fer pour anticiper la glace, le feu ou le métal dilaté) : il faut quelque chose de plus. En fait, l'enquête de Hume conclut sur le fait que la causalité résulte de la sensibilité de l'esprit à la répétition des mêmes connexions. C'est l'habitude qui fonde la tendance à passer d'un terme à l'autre de la relation causale et à attendre la production du second lorsque le premier est donné. La causalité relève donc d'un mécanisme de croyance. Ainsi, la science résulte des propriétés de la nature humaine, et non pas de la réalité elle-même ou de quelque garantie divine. Toutes les difficultés ne sont pas résolues, loin s'en faut, mais on comprend que le scepticisme va désormais miner l'entreprise scientifique, puisque la recherche de relations causales

objectives devient vaine. Scepticisme qui touche explicitement l'induction puisqu'elle paraît au fondement de toute science dont la vocation est de révéler les causes nécessaires et universelles. Je cite le *Traité de la Nature humaine* (livre 1, 3^e partie, section XII) : « Persuadez une bonne fois les hommes de ces deux principes, il n'y a rien dans un objet considéré en lui-même qui puisse nous apporter une raison de tirer une conclusion qui le dépasse ; et même après l'observation d'une fréquente ou constante conjonction d'objets, nous n'avons aucune raison de tirer aucune inférence au sujet d'aucun objet autre que ceux dont nous avons eu l'expérience. »...

L'effort de Kant pour remédier à la situation léguée par Hume se révèle donc urgentissime. Je ne vais pas résumer le contenu de la *Critique de la raison pure* mais simplement donner le principe de la solution qui est proposée dans le cadre de cette fameuse « révolution copernicienne ». La causalité procède d'une construction de l'entendement qui est chargé d'« épeler » les phénomènes, grâce aux catégories dont il dispose *a priori*⁴. La causalité relève des catégories de la relation et, à ce titre, elle contribue à introduire, pour la fonction transcendante du « je pense », une liaison entre les phénomènes indispensables à la science. Les commentateurs de Kant ont parfois souligné, avec raison, que la détermination des catégories résultait d'un raisonnement apagogique (c'est-à-dire par l'absurde) que l'on résume ainsi : il existe quelque chose comme la science physique, comment est-elle possible ? Réponse : si l'on n'avait pas les moyens de déterminer des objets satisfaisant à des critères de quantité et de qualité qui peuvent entrer en relation avec d'autres et qui justifient des jugements ayant certaines modalités, alors aucune science ne serait permise. Comme la physique de Newton existe, le sujet de la connaissance dispose donc *a priori* de catégories qui forment la grille de lecture des réalités analysées par la physique... La causalité se trouve dotée, avant tout, d'une fonction épistémique.

4. – Cf. Kant, *Prolegomènes*, § XXXI : les catégories « ne servent pour ainsi dire qu'à épeler des phénomènes afin de pouvoir les lire comme expérience ».

Ce rapide parcours du questionnement philosophique autour de la notion de causalité laisse l'impression d'une révision progressive de ses prétentions *a minima*. Inscrite d'abord dans la Nature (comme raison de toutes choses), puis réservée à Dieu et donc expulsée de la Nature, la causalité revient bientôt comme illusion inscrite dans la nature humaine avant de s'imposer dans le simple fonctionnement catégoriel de l'entendement. Est-ce suffisant pour justifier qu'on ait ensuite préféré se passer d'elle en affirmant, avec Auguste Comte, qu'elle appartenait encore à l'âge métaphysique où l'on cherche à expliquer les phénomènes naturels par l'action d'entités abstraites? Quoi qu'il en soit, avec l'état positif, explique Comte, on renonce à « obtenir des notions absolues », à « chercher l'origine et la destination de l'Univers et à connaître les causes intimes des phénomènes ». Grâce au raisonnement et à l'observation, on s'attache seulement à découvrir les « lois effectives » de ces phénomènes, c'est-à-dire « leurs relations invariables de succession et de similitude »⁵. On est donc entré dans le système positif qui consacre le triomphe de la science grâce à l'élimination de la causalité.

Wittgenstein a donné le ton de cette élimination, en écrivant dans le *Tractatus logico-philosophicus* (5.135 et 5.136), à la manière de Hume : « Il ne peut être conclu d'aucune manière de l'existence d'un quelconque état de choses à l'existence d'un état de chose totalement différent. Il n'existe point de rapport de cause à effet qui justifierait pareille conclusion. Nous ne pouvons inférer les événements de l'avenir des événements présents. La croyance au rapport de cause à effet est la superstition. » Comme je l'ai suggéré au début de mon exposé, Mach, l'inspirateur du Cercle de Vienne, avait énoncé cela avant Wittgenstein : il faut substituer au concept de cause, qui implique la représentation de la propagation mystérieuse d'une force d'un élément de la Nature à un autre, le concept de fonction mathématique. Ce dernier exprime mieux la relation des éléments qui varient par rapport à ceux qui ne varient pas⁶.

5. – A. Comte, *Cours de philosophie positive*, Première leçon.

6. – Cf. Xavier Verley, *Mach, un physicien philosophe*, PUF, 1998, p. 38.

Le positivisme, qui pensait enterrer la causalité, s'est révélé intenable malgré la caution de Mach et de Wittgenstein et il a dû renouer avec le sens commun qui considère qu'il y a des relations causales dans la Nature méritant de faire l'objet de l'investigation scientifique. Le repli n'est d'abord pas complet car il y a bien une science mathématisée qui peut se passer du raisonnement causal et se contenter, si l'on ose dire, de la modélisation fonctionnaliste. Cependant, il reste des sciences telles la biologie ou la médecine – pour ne pas parler des sciences humaines et sociales – qui ont besoin de recourir à l'explication par l'action des causes pour rendre raison de leurs objets⁷. L'épistémologie contemporaine doit tenter alors de justifier philosophiquement ce recours à la causalité, en s'efforçant d'éviter les difficultés et les critiques qui lui ont été adressées depuis Hume.

L'alternative qui se pose après le débat Hume-Kant pourrait être la suivante : à supposer qu'on veuille sauver le statut scientifique du concept de cause, faudra-t-il se contenter de l'entendre au sens kantien, c'est-à-dire comme une simple fonction épistémique mise en œuvre par le sujet de la connaissance et qui ne nous impose pas de préjuger sa réalité objective mais seulement d'espérer son adéquation à la réalité ? Ou bien, pourra-t-on adopter à l'égard de ce concept une position réaliste et considérer qu'il existe des causes dans la Nature et qu'elles sont indifférentes au simple fait qu'on les sollicite ou non pour produire des explications scientifiques ? Statut épistémique ou réalisme de la cause : cette alternative pourrait recouper le débat épistémologique qui a fini par s'imposer de nos jours entre une conception relativiste de la science (nos théories ne sont que des interprétations plus ou moins partagées du réel et qui se trouvent ratifiées par l'efficacité pratique dont elles témoignent pour un temps limité) et une conception plus exigeante qui soutient que la science nous fait découvrir les lois universelles de la Nature. Pour une part, la crédibilité de la science tout entière dépend du destin de la causalité.

7. – Voir sur ce point, Henri Atlan, *Les étincelles de hasard*, Le Seuil, 1999, pp. 179-183.

Rudolph Carnap, membre du Cercle de Vienne, a engagé sur le tard (vers les années 1960) la révision du concept de cause. Son analyse inaugure ce que l'on appelle « la théorie nomologique de la causalité » qui est aujourd'hui la théorie dominante, clairement inscrite dans le camp de l'empirisme.

Cette théorie rend compte de la nécessité des lois causales dans l'univers de la science, c'est-à-dire de cette faculté d'inférer l'existence d'une chose (ou d'un événement) de l'existence d'une autre chose (ou d'un autre événement). C'est cette définition minimale que Russell retenait déjà⁸.

En tant qu'empiriste, Carnap hérite de la leçon de Hume mais il entend éviter les conséquences sceptiques qui ont pu s'en déduire. Il est bien conscient de la dimension de croyance qui constitue tout énoncé causal. Il faut toujours une bonne raison de croire dans la liaison cause-effet. Par exemple, quand on dit que « le fer se dilate quand on le chauffe », on n'affirme pas seulement la succession de deux événements, car on pourrait aussi bien dire que « la Terre tourne si l'on chauffe du fer ». Nous avons dans ce cas deux énoncés conditionnels, mais seul le premier nous apparaît comme une loi causale parce que nous avons des raisons de croire dans la pertinence de la liaison entre la dilatation et le réchauffement. Le contenu cognitif d'un énoncé causal consiste dans le sentiment de nécessité qui s'attache à lui et qui est difficile à distinguer des éléments de signification factuels de cet énoncé.

L'analyse de Carnap fait donc droit aux réserves formulées par Hume contre l'aspect subjectif du principe de causalité qu'il veut maintenir, malgré tout, dans le domaine de la science. Ainsi, l'habitude n'est pas une objection pour lui, mais un simple critère de synthéticité par rapport à ce qui ne serait qu'analyse logique. Pour établir une relation causale entre deux événements, il faut avoir observé plusieurs fois des cas concrets les mettant en présence – ce qui n'est pas requis, en effet,

8. – Cf. B. Russell, *La méthode scientifique en philosophie*, 8^e conférence : « La notion de cause. Application au problème de la liberté », *loc. cit.*, p. 216.