

*Textes
commentés*

La recherche expérimentale des causes

« L'expérience implique, d'après les mêmes physiologistes, l'idée d'une variation ou d'un trouble *intentionnellement* apportés par l'investigateur dans les conditions des phénomènes naturels. Cette définition répond en effet à un groupe nombreux d'expériences que l'on pratique en physiologie et qui pourraient s'appeler *expériences par destruction*. Cette manière d'expérimenter, qui remonte à Galien, est la plus simple, et elle devait se présenter à l'esprit des anatomistes désireux de connaître sur le vivant l'usage des parties qu'ils avaient isolées par la dissection sur le cadavre. Pour cela, on supprime un organe sur le vivant par la section ou par l'ablation, et l'on juge, d'après le trouble produit dans l'organisme entier ou dans une fonction spéciale, de l'usage de l'organe enlevé. Ce procédé expérimental essentiellement analytique est mis tous les jours en pratique en physiologie. Par exemple, l'anatomie avait appris que deux nerfs principaux se distribuent à la face : le facial et la cinquième paire ; pour connaître leurs usages, on les a coupés successivement. Le résultat a montré que la section du facial amène la perte du mouvement, et la section de la cinquième paire, la perte de la sensibilité. D'où l'on a conclu que le facial est le nerf moteur de la face et la cinquième paire le nerf sensitif. »

Claude Bernard, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, 1865, rééd. Garnier-Flammarion, Paris, 1966, p. 37.

Claude Bernard décrit ici l'une des procédures principales de l'expérimentation sur le vivant, l'expérience par destruction. On postule que l'observation (simple) d'un organisme, telle qu'elle est effectuée, par exemple en médecine clinique ou en éthologie, ne peut donner une idée précise de la responsabilité des différents composants dans une activité donnée. On détruit alors un organe ou un de ses composants tout en enregistrant les anomalies dans le fonctionnement ou dans le comportement de l'organisme. Pratiqué de façon systématique, ce type d'expérimentation peut renseigner sur la fonction de chaque composant de l'organisme.

La démarche est analytique car l'organisme est décomposé en parties en présupposant qu'il y a une correspondance biunivoque (1 à 1) entre chaque partie séparée et une fonction spécifique, ce qui permet d'observer successivement les propriétés d'un organisme. Le rapport causal et la notion de fonction tiennent ici le rôle important : on considère que l'organe ou la partie perturbée est la cause, et que l'anomalie est l'effet, que l'organe détruit est une variable (l'argument de la fonction) ou paramètre que nous pouvons contrôler à volonté (ce qui dépend de nous), tandis que l'anomalie, la variable dépendante, exprime le déterminisme (ce qui ne dépend pas de nous). C'est une façon de découvrir des régularités ou des lois. On comprend aisément que cette méthode des variations puisse être employée ailleurs dans toutes les sciences naturelles.

D'un point de vue épistémologique, avant d'employer l'expérimentation par destruction, il faudrait faire un effort pour s'assurer au moins (1) qu'elle est intéressante, c'est-à-dire qu'elle vise à répondre à des questions bien posées et qu'elle servira soit pour corroborer une théorie, soit pour la réfuter ; (2) que la signification globale du comportement n'est pas détruite car dans un organisme, le tout est plus que l'addition de ses parties.

Le problème du rapport théorie-expérience

« L'idée la plus simple que l'on puisse se faire de la naissance d'une science expérimentale est celle qui repose sur la méthode inductive. Des faits isolés sont choisis et regroupés de manière à faire clairement ressortir les régularités qui les relient. En regroupant ensuite ces régularités, on en fait apparaître de nouvelles, plus générales, jusqu'à obtenir un système plus ou moins unitaire capable de rendre compte de l'ensemble de faits donnés, de telle manière que, par une démarche inverse, purement intellectuelle, l'esprit puisse, à partir des dernières généralisations effectuées, retrouver à nouveau les faits isolés.

Un regard même rapide sur ce qui s'est effectivement produit nous enseigne que les grands progrès de la connaissance scientifique n'ont été que pour une faible part réalisés de cette manière. Si le chercheur, en effet, abordait les choses sans la moindre idée préconçue, comment pourrait-il dans l'incroyable complexité de tout ce qui fournit l'expérience isoler des faits bruts assez simples pour qu'apparaisse la loi à laquelle ils obéissent ? [...] Les progrès véritablement importants réalisés dans notre connaissance de la nature sont nés d'une démarche presque diamétralement opposée à la démarche inductive. Une compréhension intuitive de ce qui est essentiel dans un ensemble complexe de faits amène le chercheur à poser une ou plusieurs lois fondamentales à titre d'hypothèses. De cette loi fondamentale (système d'axiomes), il tire ensuite les conséquences par une démarche purement logico-déductive et de façon aussi complète que possible. »

Albert Einstein, « Induction et déduction en physique »
in : *Œuvres choisies*, vol. 5, éd. Seuil, CNRS, 1991, pp. 94-95.

Albert Einstein résume les étapes de la conception inductiviste de la science et donne sa propre idée de la recherche. D'après l'inductivisme, le chercheur commencerait par répertorier des faits, les classer, annoter les régularités qui permettent de faire des généralisations, qui permettent à leur tour de repérer de nouveaux faits, c'est-à-dire de vérifier le bien fondé des généralisations ou des lois.

Sans condamner cette démarche comme absolument infructueuse (après tout des découvertes ont été faites par hasard), l'auteur fait remarquer que la recherche étroitement inductiviste de lois ne pourrait même pas commencer. Les faits du monde étant en nombre infini, comment savoir lesquels sont pertinents pour la découverte d'une loi, comment délimiter la phénoménologie à étudier ? D'où la nécessité de prendre les choses par l'autre bout, de commencer avec des idées préconçues, des conjectures ou des hypothèses imaginatives, intuitives, dont le rôle est d'orienter le scientifique dans le labyrinthe des faits pour avoir une idée de ce qui compte comme donnée significative en vue de la corroboration ou de la réfutation de l'hypothèse. L'hypothèse, énoncé général, abstrait et théorique, est ensuite déployée, par une série de déductions, en conséquences pratiques et observables qui lui permettront de toucher la réalité, de vérifier son adéquation aux faits : c'est la méthode hypothético-déductive ou anti-inductiviste.

L'épistémologie d'Einstein est beaucoup moins satisfaisante quand il s'agit de savoir comment l'homme arrive à former les concepts de base de la connaissance avec lesquels il construit les hypothèses. Réponse d'Einstein : ils ne sont pas obtenus par l'expérience (inductivement), ils ne sont pas *a priori* non plus, mais ce sont de libres inventions de l'esprit humain. Or cette observation est incompatible avec la ferme croyance einsteinienne au déterminisme. A mon avis, la seule voie raisonnable serait de reconnaître que les concepts fondamentaux expriment des contraintes mathématiques, physiques et biologiques sous-jacentes à l'activité mentale.

La nature des énoncés mathématiques

« Les jugements mathématiques sont tous synthétiques. Cette proposition semble avoir échappé jusqu'ici à l'observation de tous ceux qui ont analysé la raison humaine, et elle paraît même en opposition avec toutes leurs suppositions ; elle est pourtant incontestablement certaine, et elle a une grande importance par ses résultats. En effet, comme on trouvait que les raisonnements des mathématiques procédaient tous suivant le principe de contradiction (ainsi que l'exige la nature de toute certitude apodictique), on se persuadait que leurs principes devaient être connus aussi à l'aide du principe de contradiction, en quoi l'on se trompait ; car si le principe de contradiction peut nous faire admettre une proposition synthétique, ce ne peut être qu'autant qu'on présuppose une autre proposition synthétique, d'où elle puisse être tirée, mais en elle-même elle n'en saurait dériver.

Il faut remarquer d'abord que les propositions proprement mathématiques sont toujours des jugements *a priori* et non empiriques, puisqu'elles impliquent une nécessité qui ne peut être tirée de l'expérience. Si l'on conteste cela, je restreindrai alors mon assertion aux mathématiques pures, dont la seule idée comporte qu'elles ne contiennent point de connaissances empiriques, mais seulement de connaissances pures *a priori*. »

Emmanuel Kant, *Critique de la raison pure*,
1781, 1787, rééd. Garnier-Flammarion, Paris, 1987, p. 66.

D'après la tradition rationaliste antérieure à Kant, les propositions mathématiques ne viennent pas, et ne dépendent pas, de l'expérience car on y considère qu'aucun fait ne peut les corriger. Kant n'est pas l'initiateur de l'idée que les mathématiques sont *a priori*, mais on lui doit d'avoir répandu l'affirmation que les propositions mathématiques sont logiquement (et non psychologiquement ni chronologiquement) antérieures à l'expérience qui les présuppose. Plus personnelle chez Kant est la raison donnée : à l'origine des mathématiques on trouve les intuitions de l'espace et du temps, l'intuition de l'espace est à l'origine de la géométrie, celle du temps, à l'origine de l'arithmétique. Or l'espace et le temps (c'est bien de l'espace et du temps *physiques* qu'il s'agit) ne sont pas des êtres naturels indépendants de l'humanité, mais des formes pures *a priori* de la sensibilité. C'est donc le caractère *a priori* de l'espace et du temps qui explique le caractère *a priori* des mathématiques.

Conscient du progrès des mathématiques, Kant ne pouvait pas croire que leurs jugements soient des tautologies, des énoncés analytiques, le dédoublement sans fin d'une identité où le prédicat d'une proposition ne fait que déployer une partie du contenu du sujet. Les jugements mathématiques sont synthétiques, le prédicat est censé ajouter une information concernant le sujet de la proposition, introuvable dans l'analyse de son contenu.

Une fois la profondeur de l'idée de Kant reconnue, il faut signaler certains problèmes pour lesquels on ne trouve pas de solution aisée dans le système kantien : (1) comment croire que l'espace et le temps dans lesquels habitent les animaux, les hommes et les étoiles, dépendent de l'humanité ? (2) La vision de Kant sur le temps est structuraliste, comment croire que le *concept* de temps ne puisse pas évoluer ? (3) Il existe plusieurs géométries, laquelle décrit l'espace, forme de la sensibilité ? (4) Les exemples donnés par Kant pour illustrer le caractère synthétique des jugements mathématiques (du type ' $7 + 5 = 12$ ') sont contestables. Par exemple, si l'on sait ce que les signes '7', '+', '5' et '=' veulent dire, on sait *ipso facto* que le résultat est 12 et la proposition est donc analytique. Cela montre, d'une part, le besoin d'une théorie qui puisse indiquer, à un moment donné, ce qui appartient essentiellement au sujet, et d'autre part, le besoin d'un langage artificiel réglementé où les concepts nécessaires à la description de l'analytique et du synthétique (par exemple : identité, relation) soient parfaitement définis.

L'explication mathématique du sensible

« Nous croyons que même quand nous avons l'impression de discerner une figure mathématique régulière dans un organisme, la sphère, l'hexagone, ou la spirale que nous reconnaissons, ressemble simplement à son analogue mathématique, sans que celui-ci l'explique. Bref, nous croyons que les détails par où la figure diffère de son prototype mathématique sont plus importants et plus intéressants que les traits par où elle s'accorde avec lui ; et même que notre plaisir esthétique en regardant un vivant est lié à son écart par rapport à la régularité mathématique qu'il montre, écart qui serait un attribut particulier de la vie. Cette vue me semble erronée. Il n'y a pas de différence essentielle entre les phénomènes de la forme organique et ceux qui apparaissent dans des fragments de nature inanimée. »

D'Arcy Wentworth Thompson, *On Growth and Form*, 1917,
rééd. Cambridge University Press, 1961, p. 2.