

La valeur de la science

Henri POINCARÉ
1905

éd° Flammarion (1970)
coll. Champs sciences

20 SCIENCE ET MORALE La morale et la science ont leurs domaines propres qui se touchent mais ne se pénètrent pas. L'une nous montre à quel but nous devons viser, l'autre, le but étant donné, nous fait connaître les moyens de l'atteindre. Elles ne peuvent donc jamais se contrarier puisqu'elles ne peuvent se rencontrer. Il **ne peut y avoir de science immorale, pas plus qu'il ne peut y avoir de morale scientifique.**

Commentaire. Lorsque les moyens deviennent eux-mêmes un but (la soif de savoir), cela amène à redéfinir les cadres où l'on travaille. À croiser avec les questions éthiques soulevées actuellement par la biologie.

22 HARMONIE ET RÉALITÉ L'analyse mathématique [...] ne peut donner au physicien qu'un langage commode ; [...] n'est-il pas à craindre que ce langage ne soit un voile interposé entre la réalité et [son] œil ? Loin de là, sans ce langage, la plupart des analogies intimes des choses nous seraient demeurées à jamais inconnues ; et nous aurions toujours ignoré **l'harmonie interne du monde, qui est, nous le verrons, la seule véritable réalité objective.**

23 VALEUR DES TRAVAUX PASSÉS Il ne faut pas comparer la marche de la Science aux transformations d'une ville, où les édifices vieillissent sont impitoyablement jetés à bas pour faire place aux constructions nouvelles, mais à l'évolution continue des types zoologiques qui se développent sans cesse et finissent par devenir méconnaissables aux regards vulgaires, mais où un œil exercé retrouve toujours les traces du travail antérieur des siècles passés. **Il ne faut donc pas croire que les théories démodées ont été stériles et vaines.**

30 INTUITION & RIGUEUR L'intuition ne peut nous donner la rigueur, ni même la certitude, on s'en est aperçu de plus en plus.

31 INTUITION, SENS & RIGUEUR On n'a pas tardé à s'apercevoir que la rigueur ne pourrait pas s'introduire dans les raisonnements, **si on ne la faisait entrer d'abord dans les définitions.**

Longtemps les objets dont s'occupent les mathématiciens étaient pour la plupart mal définis ; **on croyait les connaître, parce qu'on se les représentait avec les sens ou l'imagination ; mais on n'en avait qu'une image grossière** et non une idée précise sur laquelle le raisonnement pût avoir prise.

33 INTUITION & SENS L'intuition n'est pas forcément fondée sur le témoignage des sens ; les sens deviendraient bientôt impuissants ; nous ne pouvons, par exemple, nous représenter le chilogone¹, et cependant nous raisonnons par intuition sur les polygones en général, qui comprennent le chilogone comme cas particulier. [...]

Nous avons [...] plusieurs sortes d'intuitions ; d'abord, l'appel **aux sens et à l'imagination** ; ensuite, la **généralisation par induction**, calquée, pour ainsi dire, sur les procédés des sciences expérimentales ; nous avons enfin l'intuition du nombre pur, celle [...] qui peut engendrer le véritable raisonnement mathématique.

34-35 VALEUR DE L'HISTOIRE DANS L'ÉQUILIBRE INTUITION/RIGUEUR Les philosophes font encore une autre objection : « Ce que vous gagnez en rigueur, disent-ils, vous le perdez en objectivité. Vous ne pouvez vous élever vers votre idéal logique **qu'en coupant les liens qui vous rattachent à la réalité.** Votre Science est impeccable, mais elle ne peut le rester qu'en s'enfermant dans une tour d'ivoire et en s'interdisant tout rapport avec le monde extérieur. Il faudra bien qu'elle en sorte dès qu'elle voudra tenter la moindre explication. » [...]

Eh bien ! **n'est-ce pas un grand progrès d'avoir distingué ce qu'on avait longtemps confondu à tort ?**

Est-ce à dire qu'il n'y a rien à retenir de cette objection des philosophes ? Ce n'est pas cela que je veux dire ; **en devenant rigoureuse, la Science mathématique prend un caractère artificiel** qui frappera tout le

¹ On croiera cette citation à celle de Descartes dans la sixième méditation métaphysique : « *Que si je veux penser à un **chilogone**, je conçois bien à la vérité que c'est une figure composée de mille côtés, aussi facilement que je conçois qu'un triangle est une figure composée de trois côtés seulement ; mais je ne puis pas imaginer les mille côtés d'un **chilogone** comme je fais les trois d'un triangle, ni pour ainsi dire les regarder comme présents* » avec les yeux de mon esprit. » »

monde ; elle oublie ses origines historiques ; on voit comment les questions peuvent se résoudre, on ne voit plus comment et pourquoi elles se posent.

Cela nous montre que la logique ne suffit pas ; que la Science de la démonstration n'est pas la Science tout entière et que l'intuition doit conserver son rôle comme complément, j'allais dire comme contrepoids ou comme contrepoison de la logique.

J'ai déjà eu l'occasion d'insister sur la place que doit garder l'intuition dans l'enseignement de Sciences mathématiques. Sans elle, les jeunes esprits ne sauraient s'initier à l'intelligence des Mathématiques ; ils n'apprendraient pas à les aimer et n'y verraient qu'une vaine logomachie ; sans elle surtout, ils ne deviendraient jamais capables de les appliquer.

36-37 L'INTUITION COMME GUIDE DANS LA JUNGLE FORMELLE L'Analyse pure met à notre disposition une foule de procédés dont elle nous garantit l'infailibilité ; elle nous ouvre mille chemins différents où nous pouvons nous engager en toute confiance ; nous sommes assurés de n'y pas rencontrer d'obstacles ; mais, de tous ces chemins, quel est celui qui nous mènera le plus promptement au but ? Qui nous dira lequel il faut choisir ? Il nous faut une faculté qui nous fasse voir le but de loin, et, cette faculté, c'est l'intuition. Elle est nécessaire à l'explorateur pour choisir sa route, elle ne l'est pas moins à celui qui marche sur ses traces et qui veut savoir pourquoi il l'a choisie.

(SUITE : EXEMPLES) Si vous assistez à une partie d'échecs, il ne vous suffira pas, pour comprendre la partie, de savoir les règles de la marche des pièces. Cela vous permettrait seulement de reconnaître que chaque coup a été joué conformément à ces règles et cet avantage aurait vraisemblablement bien peu de prix. C'est pourtant ce que ferait le lecteur d'une livre de Mathématiques, s'il n'était que logicien. Comprendre la partie, c'est tout autre chose ; c'est savoir pourquoi le joueur avance telle pièce plutôt que telle autre qu'il aurait pu faire mouvoir sans violer les règles du jeu. C'est apercevoir la raison intime qui fait de cette série de coups successifs une sorte de tout organisé. À plus forte raison, cette faculté est-elle nécessaire au joueur lui-même, c'est-à-dire à l'inventeur.

Laissons là cette comparaison et revenons aux Mathématiques.

Voyons ce qui est arrivé, par exemple pour l'idée de fonction continue. Au début, ce n'était qu'une image sensible, par exemple, celle d'un trait continu tracé à la craie sur un tableau noir. Puis elle s'est épurée peu à peu, bientôt on s'en est servi pour construire un système compliqué d'inégalités, qui reproduisait pour ainsi dire toutes les lignes de l'image primitive ; quand cette construction a été terminée, on a décentré, pour ainsi dire, on a rejeté cette représentation grossière qui lui avait momentanément servi d'appui et qui était désormais inutile ; il n'est plus resté que la construction elle-même, irréprochable aux yeux du logicien. Et cependant si l'image primitive avait totalement disparu de notre souvenir, comment devinerions-nous par quel caprice toutes ces inégalités se sont échafaudées de cette façon les uns les autres ?

Vous trouverez peut-être que j'abuse des comparaisons ; passez-m'en cependant encore une. Vous avez vu sans doute ces assemblages délicats d'aiguilles siliceuses qui forment le squelette de certaines éponges. Quand la matière organique a disparu, il ne reste qu'une frêle et élégante dentelle. Il n'y a là, il est vrai, que de la silice, mais, ce qui est intéressant, c'est la forme qu'a pris cette silice, et nous ne pouvons la comprendre si nous ne connaissons pas l'éponge vivante qui lui a précisément imprimé cette forme. C'est ainsi que les anciennes notions intuitives de nos pères, même lorsque nous les avons abandonnées, impriment encore leur formes aux échafaudages logiques que nous avons mis à leur place.

37 LOGIQUE & INTUITION la logique et l'intuition ont chacune leur rôle nécessaire. Toutes deux sont indispensables. La logique qui peut seule donner la certitude est l'instrument de la démonstration : l'intuition est l'instrument de l'invention.

38 ANALOGIE les analystes ne sont pas simplement des faiseurs de syllogismes à la façon des scolastiques. Croira-t-on, d'autre part, qu'ils ont toujours marché pas à pas sans avoir la vision du but qu'ils voulaient atteindre ? Il a bien fallu qu'ils devinassent le chemin qui y conduisait, et pour cela ils ont eu besoin d'une guide. Ce guide, c'est d'abord l'analogie.

106 L'ANALOGIE COMME GUIDE DE GÉNÉRALISATION En un mot, pour tirer la loi de l'expérience, il faut généraliser ; c'est une nécessité qui s'impose à l'observateur le plus circonspect.

Mais comment généraliser ? Toute vérité particulière peut évidemment être étendue d'une infinité de manières. Entre ces mille chemins qui s'ouvrent devant nous, il faut faire un choix, au moins provisoire ; dans ce choix, qui nous guidera ?

Ce ne pourra être que l'analogie. Mais que ce mot est ! L'homme primitif ne connaît que les analogies grossières, celles qui frappent les sens, celles des couleurs ou des sons. Ce n'est pas lui qui aurait songé à rapprocher par exemple la lumière de la chaleur rayonnante.

Qui nous a appris à connaître les analogies véritables, profondes, celles que les yeux ne voient pas et que la raison devine ?

C'est l'esprit mathématique, qui dédaigne la matière pour ne s'attacher qu'à la forme pure. C'est lui qui nous a enseigné à nommer du même nom des êtres qui ne diffèrent que par la matière, à nommer du même nom par exemple la multiplication des quaternions et celle des nombres entiers.

108 ANALOGIE & STRUCTURE Le troisième exemple va nous montrer comment nous pouvons apercevoir des analogies mathématiques entre des phénomènes qui n'ont physiquement aucun rapport ni apparent, ni réel, de telle sorte que les lois de l'un de ces phénomènes nous aident à deviner celles de l'autre.

Une même équation, celle de Laplace, se rencontre dans la théorie de l'attraction newtonienne, dans celle du mouvement des planètes, dans celle du mouvement des liquides, dans celle du potentiel électrique, dans celle du magnétisme, dans celle de la propagation de la chaleur et dans bien d'autres encore.

Qu'en résulte-t-il ? Ces théories semblent des images calquées l'une sur l'autre ; elles s'éclairent mutuellement, en s'empruntant leur langage ; demandez aux électriciens s'ils ne se félicitent pas d'avoir inventé le mot de flux de force, suggéré par l'hydrodynamique et la théorie de la chaleur.

Ainsi les analogies mathématiques, non seulement peuvent nous faire pressentir les analogies physiques, mais encore ne cessent pas d'être utiles, quand ces dernières font défaut.

En résumé le but de la physique mathématique n'est pas seulement de faciliter au physicien le calcul numérique de certaines constantes ou l'intégration de certaines équations différentielles.

Il est encore, il est surtout de lui faire connaître l'harmonie cachée des choses en les lui faisant voir d'une nouveau biais.

109 LA PHYSIQUE COMME GUIDE DANS LA JUNGLE DES PROBLÈMES MATHÉMATIQUES La physique nous empêchera sans doute de nous égarer, mais elle nous préservera aussi d'un danger bien plus redoutable ; elle nous empêchera de tourner sans cesse dans le même cercle.

L'histoire le prouve, la physique ne nous a pas seulement forcés de choisir entre les problèmes qui se présentent en foule ; elle nous en a imposé auxquels nous n'aurions jamais songé sans elle.

Quelque variée que soit l'imagination de l'homme, la nature est mille fois plus riche encore. Pour la suivre, nous devons prendre des chemins que nous avons négligés et ces chemins nous conduisent souvent à des sommets d'où nous découvrons des paysages nouveaux. Quoi de plus utile !

110-111 FOURIER ET LA CHALEUR COMME MOTEUR DE L'ESSOR DES FONCTIONS La série de Fourier est un instrument précieux dont l'analyse fait un usage continu, c'est par ce moyen qu'elle a pu représenter des fonctions discontinues ; si Fourier l'a inventée, c'est pour résoudre un problème de physique relatif à la propagation de la chaleur. Si ce problème ne s'était posé naturellement, on n'aurait jamais osé rendre au discontinu ses droits : on aurait longtemps encore regardé les fonctions continues comme les seules fonctions véritables.

La notion de fonction s'est par là considérablement étendue et a reçu de quelques analystes logiciens un développement imprévu. Ces analystes se sont ainsi aventurés dans des régions où règne l'abstraction la plus pure et se sont éloignés autant qu'il est possible du monde réel. C'est cependant un problème de physique qui leur en a fourni l'occasion.

111 MERCI LA PHYSIQUE quand les physiciens nous demandent la solution d'un problème, ce n'est pas une corvée qu'ils nous imposent, c'est nous au contraire qui leur devons des remerciements.

112 ANALOGIE Deviner avant de démontrer ! Ai-je besoin de rappeler que c'est ainsi que se sont faites toutes les découvertes importantes ?

Combien de vérités que les analogies physiques nous permettent de pressentir et que nous ne sommes pas en état d'établir par un raisonnement rigoureux !

113 MERCI LA PHYSIQUE J'espère en avoir suffisamment dit pour montrer que l'analyse pure et la physique mathématique peuvent se servir l'une l'autre sans se faire l'un à l'autre aucun sacrifice et que chacune de ces deux sciences doit se réjouir de tout ce qui élève son associée.

179 INTRANSMISSIBILITÉ DES QUALITÉS PURES Les sensations d'autrui seront pour nous un monde éternellement fermé. La sensation que j'appelle rouge est-elle la même que celle que mon voisin appelle rouge, nous n'avons aucun moyen de le vérifier.

Supposons qu'une cerise et un coquelicot produisent sur moi la sensation A et sur lui la sensation B et qu'au contraire une feuille produise sur moi la sensation B et sur lui la sensation A. Il est clair que nous n'en saurons jamais rien ; puisque j'appellerai rouge la sensation A et vert la sensation B, tandis que lui appellera la première vert et la seconde rouge. En revanche, ce que nous pourrions constater c'est que, pour lui comme pour moi, la cerise et le coquelicot produisent la même sensation, puisqu'il donne le même nom aux sensations qu'il j'éprouve et que je fais de même.

Les sensations sont donc intransmissibles, ou plutôt tout ce qui est de qualité pure en elles est intransmissible et à jamais impénétrable. Mais il n'en est pas de même des relations entre ces sensations.

181-2 OBJECTIVITÉ DE LA SCIENCE (*Marc a mis en gras*) Maintenant qu'est-ce que la science ? Je l'ai expliqué au § précédent, c'est avant tout une classification, une façon de rapprocher des fait que les apparences séparaient, bien qu'ils fussent liés par quelques parenté naturelle et cachée. La science, en d'autres termes, est un système de relations. Or nous venons de le dire, c'est dans les relations seulement que l'objectivité doit être cherchée ; il serait vain de la chercher dans les êtres considérés comme isolés les uns les autres.

Dire que la science ne peut avoir de valeur objective parce qu'elle ne nous fait connaître que des rapports, c'est raisonner à rebours, puisque précisément ce sont les rapports seuls qui peuvent être regardés comme objectifs.

[...]

Donc, quand nous demandons quelle est la valeur objective de la science, cela ne veut pas dire : la science nous fait-elle connaître la véritable nature des choses ? mais cela veut dire : nous fait-elle connaître les véritables rapports des choses ?

À la première question, personne n'hésiterait à répondre non ; mais je crois qu'on peut aller plus loin : non seulement la science ne peut nous faire connaître la nature des choses, mais rien n'est capable de nous la faire connaître et si quelque dieu la connaissait, il ne pourrait trouver des mots pour l'exprimer. Non seulement nous ne pouvons deviner la réponse, mais si on nous la donnait, nous n'y pourrions rien comprendre ; je me demande même si nous comprenons bien la question.

[...] La science peut-elle nous faire connaître les véritables rapports des choses ? Ce qu'elle rapproche devrait-il être séparé, ce qu'elle sépare devrait-il être rapproché ?

Pour comprendre le sens de cette nouvelle question, il faut se reporter à ce que nous avons dit plus haut sur les conditions de l'objectivité. Ces rapports ont-ils une valeur objective ? cela veut dire : ces rapports sont-ils les mêmes pour tous ? Seront-ils encore les mêmes pour ceux qui viendront après nous ?

Il est clair qu'ils ne sont pas les mêmes pour le savant et pour l'ignorant. Mais peu importe, car si l'ignorant ne les voit pas tout de suite, le savant peut arriver à les lui faire voir par une série d'expériences et de raisonnements. L'essentiel est qu'il y a des points sur lesquels tous ceux qui sont au courant des expériences peuvent se mettre d'accord.

La question est de savoir si cet accord sera durable et s'il persistera chez nos successeurs. On peut se demander si les rapprochements que fait la science d'aujourd'hui seront condamnés par la science de demain. On ne peut pour affirmer qu'il en sera ainsi invoquer aucune raison *a priori*, mais c'est déjà une question de fait, et la science a déjà assez vécu pour qu'en interrogeant son histoire, on puisse savoir si les édifices qu'elle élève résistent à l'épreuve du temps ou s'ils ne sont que des constructions éphémères.

Or que voyons-nous ? Au premier abord il nous semble que les théories ne durent qu'un jour et que les ruines s'accumulent sur les ruines. Un jour elles naissent, le lendemain elles sont à la mode, le surlendemain elles sont classiques, le troisième jour elles sont surannées et le quatrième elles sont oubliées. Mais si l'on y regarde de plus près, on voit que ce qui succombe ainsi, ce sont les théories proprement dites, celle qui prétendent nous apprendre ce que sont les choses. Mais il y a en elles quelque chose qui le plus souvent survit. Si l'une d'entre elles nous a fait connaître un rapport vrai, ce rapport est définitivement acquis et on le retrouvera sous un déguisement nouveau dans les autres théories qui viendront successivement régner à sa place.

183 OBJECTIVITÉ DE LA RÉALITÉ [Les objets extérieurs] sont réels en ce que les sensations qu'ils nous font éprouver nous apparaissent comme unies entre elles par je ne sais quel ciment indestructible et non par un hasard d'un jour. De même la science nous révèle entre les phénomènes d'autres liens plus ténus mais non moins solides ; ce sont des fils si déliés qu'ils sont restés longtemps inaperçus mais dès qu'on les a remarqués, il n'y a plus moyen de ne pas les voir ; ils ne sont donc pas moins réels que ceux qui donnent leur réalité aux objets extérieurs ; peu importe qu'ils soient plus récemment connus puisque les uns ne doivent pas périr avant les autres.

184 RÉALITÉ OBJECTIVE En résumé, la seule réalité objective, ce sont les rapports des choses d'où résulte l'harmonie universelle. Sans doute ces rapports, cette harmonie ne sauraient être conçus en dehors d'un esprit qui les conçoit ou qui les sent. Mais ils sont néanmoins objectifs parce qu'ils sont, deviendront, ou resteront communs à tous les être pensant.

185 LA TERRE TOURNE-T-ELLE ? Mais si l'une [des deux propositions contradictoires : « la Terre tourne » et « la Terre ne tourne pas »] nous révèle des rapports vrais que l'autre nous dissimule, on pourra néanmoins la regarder comme physiquement plus vraie que l'autre, puisqu'elle a un contenu plus riche. Or à cet égard aucun doute n'est possible.

Voilà le mouvement diurne apparent des étoiles, et le mouvement diurne des autres corps célestes, et d'autre part l'aplatissement de la Terre, la rotation du pendule de Foucault, la giration des cyclones, les vents alizés, que sais-je encore ? Pour le Ptoléméen, tous ces phénomènes n'ont entre eux aucun lien ; pour le

Copernicien, ils sont engendrés par une même cause. En disant, la Terre tourne, j'affirme que tous ces phénomènes ont un rapport intime, et *cela est vrai*, et cela reste vrai bien qu'il n'y ait pas et qu'il ne puisse y avoir d'espace absolu.