AFSCET

Res-Systemica

Revue Française de Systémique

Fondée par Evelyne Andreewsky

Volume 17, automne 2017

Robert Vallée, pionnier français de la cybernétique

Res-Systemica, volume 17, article 07

Introduction à la réédition d'un article de Norbert Wiener

Robert Vallée

Revue Internationale de Systémique, volume 04, numéro 1, pages 85 - 86, 1990.

2 pages

REVUE INTERNATIONALE DE SYSTEMIQUE
Vol. 4, N° 1, 1990, pp. 85 à 88

Archives

LOGIQUE, PROBABILITÉ ET MÉTHODE DES SCIENCES PHYSIQUES

Norbert WIENER

Le texte que nous reproduisons ci-dessous est dû à Norbert Wiener. Il a été publié en 1958 dans *La méthode dans les sciences modernes* (p. 111-112), recueil constitué par François Le Lionnais et publié par les Éditions Science et Industrie (Paris) sous la forme d'un numéro hors série de la revue *Travail et Méthode* [1].

Ce texte m'a été dicté en anglais par Wiener, vers la fin de juillet 1954, lors d'un séjour d'une semaine dans sa maison de campagne de South Tamworth (près de Sandwich dans le New Hampshire). Je le traduisis en français, comme il avait été convenu, dès mon retour à Paris. Cet article avait été demandé par Le Lionnais, qui savait ma présence près de Wiener, par une lettre du début de juillet. Cette intervention fut d'ailleurs relativement mal accueillie, en particulier par Mrs Margaret Wiener qui redoutait les propositions d'articles qui accablaient son mari. Wiener, néanmoins intéressé, me proposa de prendre en note le texte qu'il improvisa sous mes yeux à une vitesse trop grande à mon gré. Les imperfections, que l'on constatera peut-être, sont donc dues à la difficulté que j'ai eue d'enregistrer sans erreurs et aux aléas de toute traduction. L'écart de quatre ans entre la conception de cet article et sa publication a simplement pour cause les problèmes rencontrés par Le Lionnais pour réunir et publier les contributions qu'il avait demandées afin de constituer le recueil qu'il avait conçu sur le modèle de son célèbre *Les grands courants de la pensée mathématique* paru en 1948.

1. Nous remercions la Direction de la revue *Travail et Méthode*, maintenant indépendante des Éditions Science et Industrie, de nous avoir autorisés à reproduire cet article.

Dans ce texte Wiener rappelle deux de ses sources principales d'inspiration : la physique statistique de Gibbs et la théorie de la mesure (et donc de l'intégrale) de Lebesgue, la seconde apportant la rigueur manquant à la première. Il évoque aussi l'idée, qui lui est due, selon laquelle les difficultés de la mécanique quantique, liées aux relations entre probabilité et espace hilbertien, pourraient être résolues grâce à l'« espace différentiel » qu'il conçut lors de ses célèbres recherches sur le mouvement brownien. C'est d'ailleurs à l'élucidation des difficultés de la mécanique quantique, en relation avec la question des variables cachées, que travaillaient Wiener et son collaborateur Armand Siegel, cité dans le texte, à l'époque où me furent dictées les lignes qui vont suivre. Les premiers résultats de ces travaux furent publiés en 1953 et 1955. Ils sont rassemblés, avec quelques autres relatifs aux suites aléatoires et à leur prévision, dans un ouvrage[2] paru en 1966, après le décès de Wiener, à Stockholm, en 1964.

Robert Vallée

La manière dont la théorie de l'intégration de Lebesgue trouve à s'appliquer non pas seulement dans les mathématiques et la physique modernes, mais dans la Science en général est tout à fait remarquable. Il existe une logique lebesguienne associée à la théorie de l'intégration de Lebesgue ; c'est une logique des ensembles ou plus précisément des ensembles mesurables. On ne peut évidemment faire l'hypothèse que tous les ensembles sont mesurables, mais on a envisagé une logique des ensembles limitée aux ensembles mesurables. C'est, je crois, la seule logique qui puisse convenir à la science des probabilités. Il est possible de combiner additivement ou multiplicativement une infinité dénombrable d'ensembles ou, ce qui revient au même, une infinité dénombrable de fonctions propositionnelles, mais cela n'est, en général, pas possible pour un ensemble non mesurable d'ensembles. Là se trouve, je crois, la difficulté à laquelle on se heurte lorsque l'on veut préciser l'idée d'univers. Trop de possibilités doivent en effet être combinées simultanément. Ainsi la logique probabiliste ordinaire ne permet pas de parler de l'univers réel, ce dernier exigeant la considération simultanée de tous les ensembles. En d'autres termes, le réalisme de Bertrand Russell, au moins quant à son esprit, est en contradiction avec sa théorie des types. L'idée d'univers supposant la

2. Wiener N., Siegel A., Rankin B., Martin W. T., *Differential space, quantum systems and prediction*, The M.I.T. Press, Cambridge, États-Unis, 1966.

considération simultanée de toutes les propositions, ou mieux de toutes les fonctions propositionnelles, l'esprit de la théorie de Russell et aussi celui de la théorie de Gödel, se trouve en contradiction avec cette universalité.

Je crois que le point de vue probabiliste doit être considéré comme fondamental dans la Science et non comme une adjonction effectuée après coup. Ceci nous amène à penser que la Physique se trouve divisée en deux domaines possédant chacun sa théorie et ses techniques mathématiques particulières. Ces deux domaines sont la théorie probabiliste de Gibbs, intimement liée à la théorie de l'intégration de Lebesgue, et la théorie probabiliste de Heisenberg qui utilise l'espace de Hilbert. L'espace de Hilbert est une extension de la notion d'espace, à un nombre fini de dimensions, à laquelle on peut parvenir en faisant tendre le nombre de ces dernières vers l'infini. Cet espace est familier en mathématiques depuis la théorie des équations intégrales de Fredholm. C'est un fait connu des mathématiciens, sinon toujours des physiciens, qu'il n'existe pas un type unique d'espace à une infinité de dimensions, mais que, bien au contraire, l'espace à utiliser dépend du but que l'on vise. Dans beaucoup de relations, concernant un espace à un nombre fini de dimensions, se présentent des coefficients faisant intervenir ce nombre lui-même. Lorsque l'on fait tendre le nombre de ces dimensions vers l'infini on voit ces coefficients tendre vers une limite finie, ou encore vers zéro ou l'infini. L'espace de Hilbert se trouve être celui des espaces, à une infinité de dimensions, qui sauvegarde le mieux la notion de longueur d'un vecteur, par contre la notion de volume y perd toute signification. En fait, j'ai montré il y a de nombreuses années – et récemment Armand Siegel m'a aidé à donner une présentation physique de ce résultat – qu'il existe un autre espace à une infinité de dimensions où la notion de volume, sinon celle de longueur, se trouve dans un certain sens conservée. Cet espace est « l'espace différentiel » et se trouve intimement lié à la théorie du mouvement brownien. A mon avis, les difficultés rencontrées dans les relations entre les théories probabilistes et l'espace de Hilbert se trouvent dissipées si l'on remplace ce dernier par l'espace différentiel. Je crois qu'il est possible ainsi d'édifier une théorie probabiliste cohérente de toute la Physique, dans laquelle la notion de probabilité est isomorphe de celle de mesure universelle de Lebesgue. Ajoutons qu'une construction de cette espèce est possible en particulier en théorie de l'information.

Une précaution est nécessaire. Toutes les lois de probabilité connues sont de caractère asymptotique, bien qu'en fait il ne soit pas possible d'observer de façon précise un phénomène asymptotique. Ce que nous pouvons observer, ce sont des ensembles dont le nombre des éléments est très grand mais non pas infini. Mais ne perdons pas de vue que les propriétés spécifiques des ensembles dont le nombre des éléments est très grand ne sont jamais utilisables réellement et que les considérations asymptotiques n'ont d'autre but, dans la Science, que de permettre de connaître les propriétés des ensembles à très grand nombre d'éléments en évitant de voir ces propriétés s'évanouir dans la confusion résultant de la spécificité de leur infinitude. L'infini permet ainsi de considérer des nombres très grands sans avoir à tenir compte du fait que ce sont des entités distinctes.

Traduction : Robert Vallée