

Le hasard

Quand la Physique questionne l'imprévisible.

Perspectives épistémologiques sur l'imprévisibilité.

par David Rosati

Para DoXa, Cercle de Réflexions, Gap-Co

Conférence du 15 novembre 2025, Gap

Résumé

Cet article propose une analyse épistémologique du concept de hasard à travers le prisme de la physique, de la philosophie et des mathématiques. Nous examinons successivement les fondements historiques du concept depuis l'Antiquité grecque, les différentes manifestations phénoménologiques du hasard (nécessité, sérendipité, chaos déterministe), ainsi que les implications de la mécanique quantique sur notre compréhension de l'indétermination fondamentale. Cette présentation met en évidence la transition paradigmatique d'une conception épistémique du hasard — comme mesure de notre ignorance selon Laplace et Poincaré — vers une ontologie quantique où l'indétermination semble constitutive de la réalité physique elle-même.

Mots-clés : hasard, déterminisme, mécanique quantique, théorie du chaos, épistémologie, sérendipité, intrication quantique

1. Introduction

Le hasard constitue un objet d'étude singulier en ce qu'il traverse simultanément les champs de la physique, des mathématiques et de la philosophie. Comme le soulignait Poincaré (1908), « le hasard n'est qu'une mesure de notre ignorance » — formulation qui pose d'emblée la question fondamentale de son statut ontologique ou épistémique. Cette interrogation demeure centrale dans les débats contemporains en philosophie des sciences.

L'étymologie même du terme révèle sa dimension originellement ludique : dérivé de l'arabe *az-zahr* (« dés à jouer »), le hasard se définit comme un événement non prédictible, dépourvu de cause apparente identifiable, et axiologiquement neutre. Cette définition opératoire permet de distinguer le hasard de concepts connexes tels que la contingence,

l'aléatoire ou l'incertitude, tout en posant les jalons d'une investigation rigoureuse de ses manifestations en physique.

Le présent article se propose d'examiner trois axes principaux : premièrement, les fondements philosophiques du concept depuis l'Antiquité ; deuxièmement, les différentes typologies du hasard identifiables dans les systèmes physiques ; troisièmement, les implications de la physique moderne — particulièrement la mécanique quantique — sur notre compréhension de l'indétermination.

2. Fondements philosophiques et historiques

2.1 Les conceptions antiques

Les philosophes grecs ont élaboré les premières conceptualisations rigoureuses du hasard. Démocrite défendait une position strictement épistémique : le hasard n'aurait pas d'existence propre mais refléterait uniquement notre méconnaissance des causes réelles régissant les phénomènes (Démocrite, trad. 1993). Cette thèse anticipe remarquablement le déterminisme laplacien.

Épicure introduit une innovation conceptuelle majeure avec le clinamen — déviation infinitésimale et spontanée des atomes dans leur chute — qui constitue la première tentative d'intégrer une forme d'indétermination au sein même des lois naturelles (Épicure, trad. 2011). Cette conception présente des analogies structurelles avec certaines interprétations de la mécanique quantique.

Aristote propose quant à lui une définition relationnelle : le hasard résulte de la rencontre entre deux séries causales indépendantes, produisant un événement inattendu qui n'entre dans la finalité d'aucune des deux chaînes causales (Aristote, trad. 2014). Cette conception demeure opératoire pour l'analyse de nombreux phénomènes contemporains.

2.2 Le déterminisme laplacien

Le déterminisme atteint son expression canonique avec Laplace (1814), qui postule qu'une intelligence connaissant l'état complet de l'univers à un instant donné pourrait en déduire tous les états passés et futurs. Dans ce cadre, le hasard se réduit à une limitation épistémique : tout effet possède une cause, et l'apparente contingence ne reflète que l'incomplétude de notre connaissance des conditions initiales et des lois gouvernant le système.

3. Typologie phénoménologique du hasard

3.1 Le hasard de nécessité

Monod (2014) développe une conception biologique du hasard articulant contingence et nécessité. Les mutations génétiques surviennent de manière aléatoire (le « bruit moléculaire »), mais leur conservation obéit à la nécessité de la sélection naturelle. Cette dialectique illustre comment des processus stochastiques peuvent s'intégrer dans une dynamique évolutive globalement orientée.

3.2 La sérendipité

La sérendipité désigne la capacité de transformer un événement fortuit en découverte significative (Catellin, 2014). Cette forme de hasard « actif » requiert trois conditions : une ouverture cognitive à l'imprévisible, une attention soutenue aux anomalies, et une aptitude à l'interprétation créative. L'histoire des sciences abonde en exemples paradigmatiques, de la découverte de la pénicilline par Fleming à celle des rayons X par Röntgen.

3.3 Le chaos déterministe

Les travaux de Lorenz (1963) sur les systèmes météorologiques, prolongés par Feigenbaum (1978) et Mandelbrot (1982), ont révélé l'existence de systèmes déterministes présentant une sensibilité extrême aux conditions initiales. Cette propriété — popularisée sous le nom d'« effet papillon » — implique qu'une variation infinitésimale des conditions initiales peut engendrer des divergences exponentielles dans l'évolution du système.

Poincaré (1908) avait anticipé ces résultats dans son analyse du problème des trois corps, démontrant l'impossibilité d'une solution analytique générale. Le chaos déterministe constitue ainsi une forme d'imprévisibilité pratique au sein même d'un cadre théoriquement déterministe, brouillant la distinction traditionnelle entre hasard et nécessité.

4. Hasard et mécanique quantique

4.1 L'indétermination fondamentale

La mécanique quantique introduit une rupture épistémologique majeure avec le principe d'indétermination de Heisenberg et l'interprétation probabiliste de la fonction d'onde. Contrairement au hasard épistémique des systèmes classiques, l'indétermination quantique semble irréductible : comme le soulignent Bohr (1935) et Schrödinger (1935), la mesure ne révèle pas une propriété préexistante mais participe à sa détermination.

Cette conception fut contestée par Einstein, Podolsky et Rosen (1935) dans leur célèbre argument en faveur de « variables cachées » qui restaureraient un déterminisme sous-jacent. Le débat s'est poursuivi jusqu'aux expériences d'Aspect et collaborateurs, qui ont confirmé la violation des inégalités de Bell et, partant, l'impossibilité de théories à variables cachées locales.

4.2 L'intrication quantique

Le phénomène d'intrication quantique — où deux particules corrélées semblent instantanément « communiquer » quelle que soit leur distance — constitue l'une des manifestations les plus contre-intuitives de la mécanique quantique (Gisin, 2016). Ce phénomène soulève des questions fondamentales sur la non-localité et la nature même de la réalité physique, défiant nos catégories classiques d'espace et de causalité.

4.3 Vers de nouvelles physiques ?

Les théories contemporaines explorent des extensions de notre cadre conceptuel. La théorie de Kaluza-Klein, prolongée par la théorie des cordes, postule l'existence de dimensions supplémentaires compactifiées à l'échelle de Planck (10^{-35} m). Ces développements théoriques ouvrent la possibilité de physiques radicalement différentes, où les lois que nous connaissons ne constitueraient qu'une approximation effective d'une réalité plus fondamentale.

5. Discussion et conclusion

Cette analyse révèle le caractère protéiforme du concept de hasard en physique. Quatre formes principales peuvent être distinguées : le hasard épistémique (Laplace, Démocrite), résultant de notre ignorance des causes ; le hasard de nécessité (Monod), articulant contingence et sélection ; le hasard chaotique (Lorenz, Poincaré), émergeant de la sensibilité aux conditions initiales ; et le hasard quantique, qui semble constitutif de la réalité physique elle-même. La transition du paradigme déterministe classique vers la conception probabiliste quantique constitue l'une des révolutions conceptuelles majeures de la physique du XXe siècle. Elle invite à une humilité épistémique face à l'immensité de ce qui demeure inconnu, tout en soulignant la capacité remarquable de la physique à modéliser, sinon à « apprivoiser », l'imprévisible.

Des travaux futurs pourraient explorer plus avant les implications philosophiques de l'intrication quantique pour notre conception de la causalité, ainsi que le statut ontologique du hasard dans les interprétations alternatives de la mécanique quantique (mondes multiples, théorie de Bohm, etc.).

Références

- Aristote. (trad. 2014). *Physique* (P. Pellegrin, Trad.). Flammarion. (Œuvre originale publiée ca. 350 av. J.-C.)
- Bohr, N. (1935). Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? *Physical Review*, 48(8), 696-702. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.48.696> | PDF: [CERN Document Server](#)
- Catellin, S. (2014). *Sérendipité : Du conte au concept*. Seuil. coll. « Science ouverte ». ISBN 978-2-02-113682-1.
- Démocrite. (trad. 1993). *Les présocratiques* (J.-P. Dumont, Éd.). Gallimard. (Fragments, ca. 420 av. J.-C.)
- Einstein, A., Podolsky, B., & Rosen, N. (1935). Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? *Physical Review*, 47(10), 777-780. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.47.777>
- Épicure. (trad. 2011). *Lettres et maximes* (M. Conche, Trad.). Presses Universitaires de France. (Œuvre originale publiée ca. 300 av. J.-C.)
- Feigenbaum, M. J. (1978). Quantitative universality for a class of nonlinear transformations. *Journal of Statistical Physics*, 19(1), 25-52. <https://doi.org/10.1007/BF01020332>
- Gisin, N. (2016). *L'impensable hasard : Non-localité, téléportation et autres merveilles quantiques* (2e éd.). Odile Jacob.
- Kaluza, T. (1921). Zum Unitätsproblem der Physik. *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, 966-972. Traduction anglaise : [arXiv:1803.08616](https://arxiv.org/abs/1803.08616)
- Klein, O. (1926). Quantentheorie und fünfdimensionale Relativitätstheorie. *Zeitschrift für Physik*, 37(12), 895-906. <https://doi.org/10.1007/BF01397481>
- Laplace, P.-S. (1814). *Essai philosophique sur les probabilités*. Courcier. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bd6t5772134h>
- Lorenz, E. N. (1963). Deterministic nonperiodic flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20(2), 130-141. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1963\)020<0130:DNF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1963)020<0130:DNF>2.0.CO;2)
- Mandelbrot, B. (1982). *The fractal geometry of nature*. W. H. Freeman.
- Monod, J. (2014). *Le hasard et la nécessité : Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*. Points. (Œuvre originale publiée en 1970). [PDF \(Monoskop\)](#)
- Poincaré, H. (1908). *Science et méthode*. Flammarion. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9691658b> | [Internet Archive](#)
- Schrödinger, E. (1935). Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik. *Naturwissenschaften*, 23(48), 807-812, 823-828, 844-849. <https://doi.org/10.1007/BF01491891> | Traduction anglaise : [PDF \(Université de Campinas\)](#)