

4 - SUR QUELQUES CONCEPTIONS DU HASARD

Bernard COURTEBRAS

*“ Il faut donc bien que le hasard soit autre chose que
le nom que nous donnons à notre ignorance... ”¹*

SOMMAIRE

1. S'intéresse-t-on au hasard par hasard ?	96
2. L'origine du mot hasard	100
3. La pensée du hasard : Absence ou négation du hasard	101
3.1. « Mentalité primitive » et pensée infantile	101
a) L'absence de hasard dans la « mentalité primitive »	102
b) La genèse de la pensée du hasard chez l'enfant selon la théorie piagétienne	103
c) Critique du modèle piagétien	108
3.2. L'absence de hasard dans la problématique destinale	109
a) Le destin tragique	109
b) Le destin stoïcien	110
c) La Providence divine	110
4. La pensée du hasard : le hasard comme vue de l'esprit	112
4.1. Le déterminisme ontologique et universel de LAPLACE ou le hasard-ignorance	113
4.2. Hasard et dépendance sensitive par rapport aux conditions initiales	114
4.3. Désordre microscopique et déterminisme statistique : le hasard-désordre	116
5. La pensée du hasard : le hasard comme réalité objective	117
5.1. Le hasard-rencontre	117
a) Le hasard-rencontre chez DÉMOCRITE	117
b) Le hasard-rencontre chez ARISTOTE	118
c) Le hasard-rencontre chez COURNOT	119
5.2. Le hasard généré	121
5.3. Le prélèvement « au hasard » dans une population	122
5.4. Le hasard radical	123
a) Le hasard créateur chez LUCRÈCE	123
b) Le hasard radical et la physique quantique	124
6. Les conceptions du hasard :	
catégorisation dans l'approche mathématique contemporaine	126
6.1. Cadre arithmétique : le « hasard du tirage au sort »	126
6.2. Le « hasard bénin », « sauvage » ou « lent »	127
a) Le « hasard bénin »	129
b) Le « hasard sauvage » et le « hasard lent »	129
6.3. La théorie de l'information : le hasard formel, le hasard quantifié	130
Conclusion	131
Bibliographie	132

1 - H. POINCARÉ, *Calcul des probabilités*, éditions Gauthier-Villars, 1912, p. 3.

Cet article s'inscrit dans le cadre de la préparation d'une thèse de doctorat de sociologie des mathématiques de l'Université Lyon-2². Il reprend, pour l'essentiel, le contenu d'une conférence présentée le 10 janvier 2001 à BOURG EN BRESSE, à l'invitation de l'association "philosopher aujourd'hui". Il s'agit d'essayer de mettre un peu d'ordre dans les diverses manières d'appréhender le hasard. Deux approches ont été envisagées : l'une est d'essence anthropologique et épistémologique, l'autre fait appel à l'outil mathématique. On rappelle d'abord les oppositions classiques entre « mentalité primitive-infantile » et « mentalité civilisée-adulte », les oppositions traditionnelles entre hasard et nécessité, hasard et destin pour en exposer le contenu et éventuellement le discuter. Sont ensuite exposées les conceptions de LAPLACE, d'ARISTOTE, de COURNOT, de LUCRÈCE notamment. L'objet de cette présentation n'est pas d'entrer dans les détails des points abordés, mais d'élaborer un cadre conceptuel permettant de penser ensemble les principales conceptions du hasard.

1. S'intéresse-t-on au hasard par hasard ?

J'ai été frappé, en initiant quelques conversations relatives au thème du hasard, de constater à quel point un assez grand nombre de personnes réagissaient en affirmant : " mais voyons Bernard, le hasard n'existe pas... " Je n'ai pas osé leur proposer de jouer à la roulette russe afin d'éprouver ou non la validité de cette opinion... Au passage, je leur ai simplement fait remarquer que mon prénom était Bernard et que j'étais né un 20 août, jour de la Saint Bernard, et qu'il s'agissait bien là d'une "réelle coïncidence" et non d'une opportunité saisie par des parents à court d'idée... Cependant mes interlocuteurs restaient dubitatifs face à cet argument, à mon sens décisif... De plus, je suis né un 20 août précisément comme David RUELLE, physicien, auteur entre autres de l'ouvrage *Hasard et chaos*³.

Ainsi des puissances occultes nous avaient « choisis », David RUELLE et moi, pour traiter la question du hasard... Puis, prenant quelque distance face à cette interprétation résolument égocentrique, mégalomane et peu rationnelle, je me suis efforcé d'activer des schèmes de pensée distincts de ceux spécifiques à la « pensée primitive », et d'interroger le sens à donner aux coïncidences en général. Il est alors apparu que les termes de coïncidence, de hasard, sont utilisés lorsqu'un être humain est concerné : une branche qui

2 - Sous la direction du Professeur Guy VINCENT

3 - D. RUELLE, *Hasard et chaos*, éditions O. Jacob, 1991

tombe d'un arbre, cela n'intéresse personne... Mais si elle tombe sur un homme, cela constitue un événement et la question du hasard se trouve alors posée. Pour Henri BERGSON, le hasard est un mécanisme se comportant comme s'il avait une intention. Dans ce cadre, subjectif, le hasard est invoqué chaque fois que survient un événement dont les causes sont naturelles mais qui a, pour un homme, un effet défavorable ou favorable, comme si le cours des choses avait été dirigé par une intention. " Une énorme tuile, arrachée par le vent, tombe et assomme un passant. Nous disons que c'est un hasard. Le dirions-nous, si la tuile s'était simplement brisée sur le sol ? Peut-être, mais c'est que nous penserions vaguement alors à un homme qui aurait pu se trouver là, ou parce que, pour une raison ou pour une autre, ce point spécial du trottoir nous intéressait particulièrement, de telle sorte que la tuile semble l'avoir choisi pour y tomber. Dans les deux cas, il n'y a de hasard que parce qu'un intérêt humain est en jeu et parce que les choses se sont passées comme si l'homme avait été pris en considération, soit en vue de lui rendre service, soit plutôt avec l'intention de lui nuire. Ne pensez qu'au vent arrachant la tuile, à la tuile tombant sur le trottoir, au choc de la tuile contre le sol : vous ne voyez plus que du mécanisme, le hasard s'évanouit. Pour qu'il intervienne, il faut que, l'effet ayant une signification humaine, cette signification rejaillisse sur la cause et le colore, pour ainsi dire, d'humanité. Le hasard est donc le mécanisme se comportant comme s'il avait une intention. " ⁴

Remarquons avec Thierry MARTIN⁵, au sujet de la chute d'une tuile à laquelle fait référence Henri BERGSON, qu'Antoine Augustin COURNOT recourt au même exemple⁶, mais en l'interprétant différemment, débarrassé de tout contenu subjectif ou psychologique. COURNOT dirait contre BERGSON que la chute de la tuile est objectivement un hasard, qu'elle tombe ou non sur la tête du passant, à un mètre ou deux mètres de lui : en effet, COURNOT est probabiliste et sait qu'une « combinaison remarquable » (ici, la rencontre entre une tuile et la tête d'un passant) est seulement celle que l'on remarque et non celle qui a en elle-même une probabilité différente des autres.

4 - H. BERGSON, *Les deux sources de la morale et de la religion*, éditions Félix Alcan, 2e édition, 1932, p.155-156

5 - T. MARTIN, *Probabilités et critique philosophique selon COURNOT*, éditions Vrin, 1997, p.127-128 et 148

6 - A. A. COURNOT, *Matérialisme, vitalisme, rationalisme, œuvres complètes*, tome V, réédition Vrin, 1979, p.175

Choisi par les dieux pour traiter, après d'autres, la question du hasard, ou bien « simple hasard » ? Notons, au passage, que les qualificatifs associés au mot hasard (« simple hasard », « réel hasard », « curieux hasard », « étrange hasard », « surprenant hasard », voire l'expression « comme par hasard ») peuvent avoir un effet d'antinomie. Un « étrange hasard » est-il bien un hasard ? Soulignons également que l'emploi du mot hasard participe souvent au renforcement de la légitimité du discours en soulignant le segment d'une phrase. Ainsi le discours d'importance prend comme indicateurs des emplois tels que « ce n'est nullement par hasard » pour dégager ce que Pierre BOURDIEU nomme " *le ton de l'évidence du discours magistral* ".⁷

Revenons aux raisons qui peuvent amener à se pencher sur la question du hasard : sont-elles de nature inconsciente ? S'intéresse-t-on au hasard par hasard ? Si l'on en croit la psychanalyse, certainement pas ! Ainsi pour Sigmund FREUD, le hasard n'existe pas, la psychanalyse ne reconnaissant pas les effets du hasard dans la vie psychique. La théorie analytique s'est en effet élaborée en niant le hasard et en mettant en évidence le rôle de l'inconscient dans la vie mentale. Tout ce qui est obscur, actes manqués, lapsus, rêves, prennent sens : " *Le rêve n'est plus un assemblage d'images de hasard, le rêve a un sens : celui du désir, celui d'un désir infantile reconstitué, « scénarisé » à travers les restes diurnes et à travers le travail de figurabilité que l'inconscient est capable de mettre en œuvre* ".⁸

Si ce n'est le hasard, quelles peuvent-être les raisons d'un tel choix ? Ne s'agit-il pas simplement de la rencontre entre un questionnement individuel et celui d'une époque où les questions de risque, de chance (considérée comme la version laïque du miracle), de rapport à l'avenir, de prédiction, de destin se trouvent posées avec acuité ?

À force d'*imaginer* les possibles ressorts de l'action qui m'ont conduit à traiter ce sujet, j'ai fini par souffrir de *migraine*... « IMAGINER », « MIGRAINE »... Surprise, ces deux mots sont des anagrammes : s'agit-il là encore d'un "simple hasard" ?

En relisant les premières lignes de l'ouvrage d'Émile BOREL intitulé *Le Hasard*, je me suis demandé si la question qu'on lui avait alors posée à

7 - P. BOURDIEU, *Ce que parler veut dire*, éditions Fayard, 1982, p.218

8 - S. LEOVICI, *Le hasard aujourd'hui*, collection Points sciences, éditions Le Seuil, 1991, p.58

l'époque n'était pas toujours d'actualité. Je cite BOREL : " *Il y a quelques mois, à une question sur mes travaux scientifiques, j'eus l'imprudence de répondre que je terminais un livre sur le Hasard ; mon interlocuteur me demanda aussitôt, non sans quelque ironie, ce que je dirais de neuf sur ce « magnifique sujet ».* " ⁹ C'était en 1914... Peut-on dire, en 2001, quelque chose de neuf sur le hasard et qui peut être habilité à le dire ? Des auteurs prestigieux comme Michel BITBOL, Ivar EKELAND, Albert JACQUARD, Etienne KLEIN, Marc LACHIÈZE-REY, Benoît MANDELBROT, Roland OMNÈS, Ilya PRIGOGINE, David RUELLE ? Des spécialistes des sciences du vivant tels Henri ATLAN, Pierre-Henri GOUYON, Jacques MONOD, Daniel SCHWARTZ ? Des artistes qui à la suite de Marcel DUCHAMP ou du mouvement Dada, de Jean DUBUFFET et de ses collages, de Jackson POLLOCK promenant sa boîte de peinture percée au-dessus de ses toiles, des créations de Jean TINGUELY, de la musique de John CAGE ou de Pierre BOULEZ, des chorégraphies de Merce CUNNINGHAM, utilisent le hasard comme outil de création ? Doit-on interroger des jurés d'assises choisis au hasard ou des personnes malades qui se prêtent à des essais thérapeutiques ?

Notons encore que le hasard est parfois utilisé comme déni de responsabilité, comme circonstance atténuante pour certains comportements. Citons ce fait divers rapporté par le journal *L'Est Républicain* du 29 janvier 2001 sous le titre : " *Il cambriole un magasin par hasard* ". C'est parce que la vitrine du magasin a volé en éclats peu avant son passage que l'intéressé se serait senti sollicité... À l'opposé d'une telle conception se trouve l'idée qu'il n'y a pas de hasard dans la mesure où l'homme, considéré comme conscient et raisonnable, est responsable de ses faits et gestes.

Mon ambition n'est évidemment pas "de dire du neuf sur ce magnifique sujet", elle est plus modeste : elle consiste à essayer de mettre un peu d'ordre quant aux diverses manières d'appréhender le hasard, quant aux sens qui ont été attribués au mot hasard lequel recouvre des conceptions très variées. Pour penser le hasard et essayer de répondre à cette difficile question, j'ai retenu deux types d'approche : une approche de type anthropologique et épistémologique et une approche mathématique.

Les mots "cause", "raison", "explication" reviennent souvent jusqu'ici. Le hasard peut-il constituer une explication ou au contraire ne représente-t-il pas un obstacle à l'explication ? Si, comme l'écrit COURNOT, la raison est la faculté de saisir la raison des choses, le hasard ne constitue-t-il pas un défi à cette prétention ? Et tout d'abord, d'où vient le mot hasard ?

9 - E. BOREL, *Le hasard*, éditions Félix Alcan, 1938, p.1

2. L'origine du mot hasard

Une première hypothèse, quant à l'origine du mot « hasard », celle reprise le plus fréquemment, sans doute parce qu'elle se trouve dans le dictionnaire historique de la langue française, présente ce mot comme un emprunt (1150, *hasart*) à l'arabe *az-zahr* qui signifie « jeu de dés » par l'intermédiaire de l'espagnol *azar* (1283) « jeu de dés » et « coup défavorable au jeu de dés ». *“Le mot arabe vient de zahr « fleur » (espagnol azahar « fleur d'oranger »), les dés ayant porté une fleur sur l'une des faces, soit du verbe yasara « jouer à un jeu de hasard ». Le h est dû au fait qu'au Moyen-Âge les mots à initiale vocalique, d'origine étrangère, étaient régulièrement écrits avec h.”*¹⁰ Hasard aurait donc son étymologie dans le nom des jeux d'osselets ou de dés.

Une autre hypothèse, assez proche de la précédente, fait référence à un jeu de dés trouvé par les croisés dans un château occupé par les Infidèles : il s'agirait du château de Hazard près d'Alep en Syrie. Dans l'Occident médiéval, c'était le dieu de chrétiens qui exprimait sa volonté par l'intermédiaire des Sorts et qui arrêtaient les dés afin de favoriser le juste. On distinguait les « sorts consultatifs » (comment agir), les « sorts divinatoires » (prédire l'avenir), les « sorts diviseurs » (relatifs aux partages). Ces « jugements de Dieu » furent interdits par SAINT LOUIS - qui interdit également la fabrication des dés - au moment où refluaient le courant qui avait emporté la chevalerie chrétienne jusqu'en Terre Sainte. Or la découverte, par les chrétiens, d'un jeu de dés dans un château occupé par des Infidèles, posa une question redoutable : lorsqu'un Infidèle lance les dés au château de Hazard, qui les arrête ? Il n'était pas possible que le vrai dieu, celui des croisés, s'occupe de dés appartenant aux musulmans ! Existerait-il des causes qui échapperaient au pouvoir de Dieu et qui seraient étrangères à l'univers de la pensée médiévale ? Un concept nouveau - le « hazard » - serait alors apparu, conservant dans son nom le souvenir du lieu de sa naissance et conservant, du jeu de dés, une métaphore qui lui servira d'emblème.

Remarquons que l'on retrouve le mot « hazard » avec un « z » en anglais, où le mot a le sens de danger, d'obstacle, de risque : « the hazards of child birth » (les risques liés à l'accouchement), « a fire hazard » (un risque d'incendie).

10 - Dictionnaire historique de la langue française, Le Robert, 1994, p.946

3. La pensée du hasard : Absence ou négation du hasard

Dans un premier temps, nous nous intéressons aux pensées qui n'accordent aucun statut et aucune existence au hasard ; nous examinerons ensuite les pensées qui considèrent le hasard comme une vue de l'esprit avant de considérer les pensées qui reconnaissent au hasard une réalité objective.

3.1. « Mentalité primitive » et pensée infantile

De manière très classique, il est convenu de considérer deux sortes de terrains psychologiques auxquels la notion de hasard paraît étrangère : il s'agit d'une part de la « mentalité primitive » et d'autre part de la pensée du jeune enfant. L'existence d'une structure mentale propre à la « mentalité primitive » a fait l'objet des nombreux travaux notamment de la part de Lucien LÉVY-BRUHL¹¹. Quant aux recherches en psychologie cognitive, notamment celles conduites par Jean PIAGET et Bärbel INHELDER¹², elles ont montré l'existence d'une structure mentale propre à l'enfant. Un tel rapprochement est-il pour autant pertinent ? Car pour être classique, le principe de la double opposition - « primitif »/civilisé, enfant/adulte - qu'implique cette distinction, n'en demeure pas moins problématique. Lucien LÉVY-BRUHL, vers la fin de sa vie, a courageusement remis en cause un certain nombre de ses propres thèses - notamment lorsqu'il considérait le « primitif » comme un être « inférieur » - et a alors défendu l'idée selon laquelle la « mentalité primitive » est présente dans tout esprit humain, idée reprise par Gaston BACHELARD¹³ pour qui chacun des concepts auxquels nous recourons pour penser le monde résulte de la présence simultanée en nous, selon des proportions variables, de concepts qui sont d'âge et de formation distincts. Ainsi, même dans les civilisations les plus « évoluées », mentalité « moderne » et mentalité « archaïque » coexisteraient en chacun de nous, la pensée scientifique étant un combat permanent pour essayer d'atténuer et d'éradiquer la pensée « archaïque » qui invente les causes au lieu de les rechercher. Cette idée est reprise par Michel SERRE qui souligne, à l'aide d'une métaphore, la proximité du moderne et de l'archaïque. “ *Considérez une voiture automobile d'un modèle récent : elle forme un agrégat disparate de solutions*

11 - L. LÉVY-BRUHL, *La mentalité primitive*, PUF, 1960

12 - J. PIAGET & B. INHELDER, *La genèse de l'idée de hasard chez l'enfant*, PUF, 1974

13 - G. BACHELARD, *La philosophie du non*, Paris, PUF, édition 1988

scientifiques et techniques d'âges différents ; on peut la dater pièce à pièce : tel organe fut inventé au début du siècle, l'autre il y a dix ans et le cycle de CARNOT a presque deux cents ans. Sans compter que la roue remonte au néolithique. L'ensemble n'est contemporain que par le montage, le dessin, l'habillement, parfois seulement par la vanité de la publicité. "14 Pour Michel SERRES, non seulement ce constat s'applique à l'histoire des sciences, il s'applique également au développement cognitif.

De même, la pensée du jeune enfant s'oppose beaucoup moins à celle de l'adulte qu'elle ne la prépare : il s'agit d'une maturation fonctionnelle et Jean PIAGET admet que, malgré les décalages qui séparent les différentes étapes du développement de la pensée de l'enfant, il existe un ordre naturel entre ces étapes qu'il nomme des stades.

a) L'absence de hasard dans la « mentalité primitive »

Pour Lucien LÉVY-BRUHL, un des caractères essentiels de la « mentalité primitive » est l'absence de hasard : la « mentalité primitive » est « mystique » et « prélogique ». « Mystique », c'est-à-dire fondée sur des croyances en des forces surnaturelles ; « prélogique » car indifférente à la contradiction. La « mentalité primitive » a pour principe « la participation » : c'est l'idée que les êtres et les objets peuvent être à la fois eux-mêmes et autre chose qu'eux-mêmes. Par exemple, un Indien Bororo pense qu'il est à la fois un homme et un perroquet, parce qu'il participe intimement à la nature de cet animal qui est son totem¹⁵. Cet indien peut être à la fois là où il dort et là où son rêve le situe. Pour Lucien LÉVY-BRUHL, une des conséquences du « principe de participation » est que les « primitifs » ont une "conception occasionnaliste", pour reprendre une expression de MALEBRANCHE, de la causalité naturelle : ce que nous considérons comme la cause d'un phénomène, serait simplement pour eux une circonstance qui a donné l'occasion d'intervenir à une puissance surnaturelle et qui serait la véritable raison de l'événement. Pour Lucien LÉVY-BRUHL la pensée « primitive » est une pensée « surdéterministe », c'est-à-dire une pensée qui n'accepte pas qu'il puisse exister un feuilletage du réel et des domaines qui n'interfèrent pas les uns avec les autres. Dans la « mentalité primitive », tout interfère et strictement rien n'est

14 - M. SERRES, *Éclaircissements, entretiens avec B. LATOUR*, PARIS, éditions F. Bourin, 1992, p.72

15 - animal considéré comme ancêtre mythique, ou parent lointain

laissé au hasard : tout peut s'expliquer grâce à l'invention de causes surnaturelles. Si la foudre tombe sur une case et déclenche un incendie, c'est qu'un esprit irrité l'a frappée. " *En Nouvelle-Guinée, un arbre tombe : c'est un sorcier qui l'a fait tomber, quand même l'arbre serait tout pourri, ou si c'est un coup de vent qui l'a brisé.* " ¹⁶ Si un homme a un accident, on cherche quel est le sorcier qui lui a jeté un sort. " *En effet, il n'y a pas de hasard : l'idée de l'accident ne vient même pas à l'esprit des indigènes, tandis que l'idée de maléfice leur est au contraire toujours présente.* " ¹⁷ Le monde du « primitif » serait donc habité par des influences mystiques favorables ou défavorables. Siré KAMARA, griot, tient les propos suivants : " *En Afrique, tout est fait pour qu'il n'y ait pas de place pour le hasard. Toutes les choses sont expliquées. Il y a une explication derrière toute chose. C'est les croyances, c'est les mythes. Et donc le hasard n'a pas sa place là. On donne une explication, par exemple, quand on met les mains sur la tête, on dit, « non, il ne faut pas mettre les mains sur la tête parce que ça appelle le malheur ». Ça peut être aut'chose, ça peut être une autre explication mais toujours est-il, qu'on interdit et on donne une explication et très souvent dans toutes les scènes de la vie quotidienne c'est à peu près ça. Et il y a des endroits dans la forêt où on estime que c'est dangereux d'aller et on dit « non c'est un endroit protégé par les esprits ». Donc la place qui est accordée à l'esprit, à l'imaginaire, est prépondérante dans la culture africaine. On parlerait difficilement du hasard dans ces conditions.* " ¹⁸

Remarquons que l'on retrouve ces mêmes éléments dans la pensée du jeune enfant jusqu'à un âge de 7/8 ans. Ensuite, les choses vont évoluer dans le sens de la découverte du hasard lors des étapes ultérieures de son développement.

b) La genèse de la pensée du hasard chez l'enfant selon la théorie piagétienne

Pour Jean PIAGET, les besoins, les coordinations sensorielles et motrices, la maturation du système nerveux sont des nécessités qu'il faut prendre en compte pour comprendre le développement cognitif des enfants. Les besoins qui sont d'ordre physiologique, affectif ou intellectuel engendrent l'intérêt et commandent des mécanismes régulateurs de développement et d'énergie. Les coordinations sensorielles et motrices, qui préexistent dans le cerveau du nouveau-né et qui sont nécessaires à la

16 - L. LÉVY-BRUHL, *La mentalité primitive*, PUF, 1960, p.30

17 - L. LÉVY-BRUHL, op. cit., p.36

18 - "Sur les traces du hasard" in *les nuits magnétiques*, France Culture, 21 mai 1997.

satisfaction de ses premiers besoins, servent de bases structurelles à l'émergence de l'intelligence qui vient s'y greffer. Les premières actions instinctives deviennent ainsi rapidement intentionnelles : le bébé intériorise ces actions sous forme de schèmes qui, dans la théorie piagétienne, sont des organisations neuronales venant en complément de structures primitives. L'enfant identifie les objets et élabore progressivement des catégories - l'espace, le temps, la causalité - selon un processus de structuration générale. Les schèmes vont ainsi s'opérationnaliser, se compléter, se renforcer, se généraliser, en construisant « l'intelligence » qui est la forme la plus générale de la coordination des actions ou des opérations. " *Le développement de l'intelligence [...] relève de processus naturels ou spontanés, en ce sens qu'ils peuvent être utilisés et accélérés par l'éducation familiale ou scolaire mais qu'ils n'en dérivent pas et constituent au contraire la condition préalable et nécessaire de l'efficacité de tout enseignement.* " ¹⁹ Le rôle de l'action de l'enfant sur le milieu physique est capital pour la construction de son intelligence : les actions constituent le point de départ des futures « opérations » mentales, opération entendue au sens d'action effective ou intériorisée devenue réversible au moins en pensée.

L'idée de hasard se construit progressivement dans le cadre des caractéristiques générales des stades du développement de l'enfant dans la théorie piagétienne, très brièvement évoquée ici ²⁰.

* Lors de la période pré-opératoire (de 2 à 7/8 ans)

L'événement marquant de ce stade est l'affinement des représentations mentales grâce à l'acquisition du langage et de la fonction symbolique. Jusqu'à 5 ans, le langage est, selon la formule de Jean PIAGET, égocentrique puis devient moyen de communication. Grâce aux représentations mentales, l'enfant devient capable de transformer les objets en pensées, de reconstituer les actions passées, d'anticiper les actions futures. Cependant il ne coordonne pas les actions et les idées entre elles. Sa pensée est figurative, statique, descriptive mais n'est pas opérative : il ne possède pas la réversibilité. Il enrichit ses schèmes sensori-moteurs par des schèmes de représentation qui les renforcent. Il n'a pas besoin de justification logique pour affirmer.

19 - J. PIAGET, Psychologie et pédagogie, éditions Denoël, 1969, p.59

20 - La théorie des stades du développement cognitif est retracée dans l'ouvrage de J. PIAGET, Mes idées, propos recueillis par R.I. EVANS, éditions Denoël/Gonthier, 1973, p.65-78

Animisme²¹, artificialisme²², finalisme²³ sont caractéristiques de sa pensée égocentrique. À ce stade, faute d'un système d'opérations, l'enfant ne distingue pas le possible (ce qui peut advenir) du nécessaire²⁴, ne différencie pas le déductible du non déductible. Sa pensée oscille entre le prévu et l'imprévu, entre le prévisible et l'imprévisible : rien n'est prévisible à coup sûr, c'est-à-dire déductible selon un lien de nécessité, ni imprévisible à coup sûr, c'est-à-dire fortuit. " *Il n'y a dès lors ni hasard ni probabilité, faute d'un système de référence consistant en opérations déductives.* " ²⁵ C'est donc à ce stade qu'un parallèle entre pensée du jeune enfant et « mentalité primitive », peut, selon nous, être éventuellement envisagé.

* Deuxième étape : le développement de l'intelligence opératoire concrète (de 7/8 à 11/12 ans)

L'enfant ne confond plus son propre point de vue et celui des autres : il devient capable de concentration dans les activités individuelles et capable de collaboration dans les activités collectives. Le langage égocentrique disparaît. L'enfant montre un besoin de justification logique et de connexion dans les idées. C'est la période des jeux de règles où l'ajustement aux autres le conduit à mener des discours intérieurs, prémices de la réflexion. L'assimilation égocentrique (animisme, artificialisme, finalisme) fait place à une assimilation rationnelle. La pensée opératoire se met en place²⁶. Ainsi, en même temps que se construisent les opérations concrètes, il y a différenciation entre les opérations (associées au domaine du déductible) et le hasard (associé au domaine de l'imprévisible). L'idée de hasard est conçue

21 - L'enfant considère le monde comme animé et distingue difficilement le vivant de l'inerte. Ainsi, les arbres et les nuages qui bougent sont nantis d'une vie.

22 - L'enfant considère les événements naturels comme provoqués par une volonté mythique ou humaine. On peut distinguer l'artificialisme mythique (des forces mystérieuses sont à l'origine des phénomènes) et l'artificialisme technique (tout est fait par l'homme, les nuages comme les maisons).

23 - L'enfant considère les événements naturels comme provoqués dans un but déterminé à l'avance à l'image de ses propres actes intentionnels.

24 - Pour ARISTOTE, est nécessaire une chose qui ne peut être autre que ce qu'elle est ou encore qui ne peut pas ne pas être.

25 - J. PIAGET & B. INHELDER, op. cit., p.197

26 - Une action devient opératoire dès que deux actions du même groupe peuvent être composées en une troisième action qui appartient aussi à ce groupe, toutes ces actions étant réversibles.

comme ce qui résiste aux opérations et est découverte par opposition, par antithèse avec la nécessité déductive. *“La découverte de la nécessité déductive ou opératoire permet au sujet de concevoir, par antithèse, le caractère non déductible des transformations fortuites isolées et de différencier ainsi le nécessaire du simplement possible.”*²⁷

* Troisième stade, celui de l'intelligence opératoire formelle (de 11/12 à l'âge adulte)

La faculté de raisonner sur des possibles, sur des hypothèses, marque l'entrée dans la dernière phase du développement intellectuel : la pensée formelle ou pensée hypothéco-déductive. La pensée formelle consiste non plus à appliquer des opérations à des objets mais à exécuter en pensée des actes possibles sur les objets ou sur d'autres pensées. *“La pensée concrète est la représentation d'une action possible et la pensée formelle, la représentation d'une représentation d'actions possibles.”*²⁸ À ce stade, le hasard a été découvert, au titre de rapports indéterminés, non composables par les méthodes opératoires et irréversibles, ce qui est contraire à toutes les opérations. Pour J. PIAGET et B. INHELDER, il y a là un obstacle que l'esprit cherche à dépasser : *“ Si le hasard fait momentanément échec à la raison, celle-ci réagit tôt ou tard en interprétant le hasard, et la seule façon d'interpréter le hasard consiste alors à le traiter comme s'il était, au moins en partie, composable et réversible, c'est-à-dire comme si l'on pouvait chercher à le déterminer malgré tout. C'est de ce besoin que naît la composition probabiliste.”*²⁹ Il y a donc synthèse entre le hasard et les opérations, celles-ci permettant de structurer le champ des dispersions fortuites en un système de probabilités par une sorte d'assimilation du fortuit à l'opératoire. Deux processus corrélatifs concourent à ce résultat : la construction des systèmes combinatoires permettant de déterminer l'ensemble des cas possibles (dont la réalisation reste indéterminée) et l'accès au raisonnement proportionnel permettant d'associer à chacun d'eux une fraction de détermination.

Illustrons l'ensemble de cette thèse par une expérience décrite par Jean PIAGET et Bärbel INHELDER.

27 - J. PIAGET & B. INHELDER, op. cit., p.197

28 - J. PIAGET, *Six études de psychologie*, éditions Denoël, 1964, p.79

29 - J. PIAGET & B. INHELDER, op. cit., p.212

Les auteurs analysent la manière dont le sujet parvient à dissocier ce qui est dû au hasard de ce qui ne l'est pas. À cette fin, ils examinent les réactions des enfants face aux « miracles » provoqués par un dispositif truqué. Après avoir lancé, à plusieurs reprises, 10 à 20 jetons blancs pourvus d'une croix sur l'un des côtés et d'un cercle sur l'autre, on substitue à cette collection - sans que l'enfant s'en aperçoive - une quinzaine de faux jetons portant des croix des deux côtés ; on les lance, éventuellement à plusieurs reprises. Dans une deuxième partie de l'expérience - après avoir indiqué le trucage à l'enfant s'il ne l'a pas trouvé - sans que le sujet sache si l'on a repris ou non la collection truquée, on jette un à un les faux jetons et l'on cherche à partir de quel moment le sujet sera certain qu'il s'agit de la collection à éléments homogènes. L'hypothèse sous-jacente à cette expérience est la suivante : *"Le hasard est la négation du miracle, c'est-à-dire que comprendre la nature d'une distribution aléatoire, ce sera, pour l'enfant comme pour nous, admettre la très faible probabilité ou même l'impossibilité pratique d'un tirage exclusif des piles ou des faces."*³⁰ Résultats : au stade préopératoire, l'enfant montre une grande docilité à l'égard de l'expérience immédiate ; il n'est pas surpris par la sortie exclusive de croix et ne conclut pas à l'impossibilité et trouve naturel ce qui arrive. Il n'y a pas de miracle à la sortie simultanée de toutes les croix mais seulement un fait nouveau. Au stade des opérations concrètes, l'expérience des faux jetons est immédiatement associée à un trucage. La différence entre ces deux stades se fait à l'occasion de la deuxième partie de l'expérience qui exige une évaluation plus fine et une quantification progressive de la probabilité : alors qu'au deuxième stade, le sujet est « brusquement » convaincu, lors d'un essai, qu'il s'agit de la collection truquée, au stade des opérations formelles, le sujet devient de plus en plus sûr de son jugement, au fur et à mesure des tirages. Le jugement de probabilité s'effectue ainsi de manière graduée, ce qui dénote l'existence d'une quantification implicite.

Les travaux de Jean PIAGET et Bärbel INHELDER mettent en évidence une corrélation entre la formation des idées de hasard et de probabilité et celle du développement opératoire de l'intelligence : dans ce cadre, les principaux caractères de chaque étape sont explicables par le développement opératoire. Le hasard étant découvert par antithèse avec la nécessité déductive, il y aurait en définitive, assimilation progressive du hasard et de la probabilité aux mécanismes combinatoires (qui permettent d'engendrer le possible) et aux opérations formelles (qui permettent d'associer à chaque cas « une

30 - J. PIAGET & B. INHELDER, op. cit., p.96

fraction de détermination » ou probabilité). Selon Jean PIAGET, ce modèle théorique, qui s'adresse à tout enfant sans distinction de culture ou de niveau intellectuel, décrit un développement quasi universel en termes de capacités et non de connaissances : ce modèle est décontextualisé, ne fait pas référence aux acquis scolaires ou culturels et propose une lecture du développement de l'individu quelle que soit son histoire.

c) Critique du modèle piagétien

Le modèle piagétien a été critiqué notamment par VYGOTSKI³¹, qui lui a reproché de n'avoir vu dans le milieu social qu'un élément particulier de l'environnement, auquel l'enfant s'adaptait, contraint et forcé, comme on s'adapte au froid et à la chaleur. Pour L. S. VYGOTSKI, la théorie piagétienne a sous-estimé le rôle de la culture et de son principal instrument de transmission, le langage, dans l'élaboration des structures de l'intelligence, au profit de mécanismes d'adaptation individuels. Les travaux contemporains de Gérard VERGNAUD, de Jacques LAUTREY, d'Olivier HOUDÉ s'inscrivent dans le prolongement critique et l'enrichissement des thèses piagésiennes. Gérard VERGNAUD³² insiste sur la place centrale que doit occuper, en psychologie cognitive, le concept de schème celui-ci apparaissant essentiel pour penser les démarches cognitives des sujets en tant que systèmes pratiques de résolution de problèmes dans un contexte donné. Jacques LAUTREY³³ s'est intéressé aux mécanismes qui influencent le développement intellectuel de l'enfant : c'est en tirant ses hypothèses de la théorie de PIAGET sur le développement de l'intelligence qu'il a été amené à mettre l'accent sur le rôle des types de « structuration » du milieu familial qui diffèrent selon les classes sociales. Le modèle piagétien est également repris et critiqué par Olivier HOUDÉ³⁴ qui souligne combien la conception du développement de l'intelligence chez Jean PIAGET est linéaire et strictement cumulative en ce qu'elle est systématiquement liée à l'idée d'acquisition et de progrès alors que les données expérimentales actuelles indiquent que les choses ne se passent pas de manière aussi rigoureuse et que le développement cognitif semble plutôt adopter, dans son développement, un

31 - L. S. VYGOTSKI, *Pensée et langage*, traduction F. SÈVE, 3^e édition La dispute, 1997.

32 - G. VERGNAUD, *Apprentissages et didactiques, où en est-on ?* éditions Hachette, 1994, p. 63-93

33 - J. LAUTREY, *Classe sociale, milieu familial, intelligence*, PUF, 1980

34- O. HOUDÉ, Le développement de l'intelligence chez l'enfant, in *Qu'est-ce que la vie ? Université de tous les savoirs*, volume 1, éditions O. Jacob, 2000, p.311-315

cheminement tout à fait « biscornu », jalonné d'erreurs, de décalages inattendus et d'apparentes régressions cognitives et procéder par zigzags en activant et en inhibant à tout moment du « rationnel construit » et de « l'irrationnel présumé révolu ». Remarquons enfin que la pensée de Jean PIAGET s'inscrit dans une perspective finalisée de l'esprit vers la science : dans la conception piagétienne, l'esprit devrait, au terme de son développement, être un esprit scientifique.

3.2. *L'absence de hasard dans la problématique destinale*

Considérons maintenant l'incompatibilité des notions de hasard et de destin.

Le mot latin *fatum* signifie « destin ». *Fatum* est le participe passé substantivé du verbe *fari* qui signifie dire, parler. Le *fatum*, c'est ce qui est dit ou écrit et dont le déroulement suit un cours inéluctable, imprévisible, irréversible : c'est "le grand rouleau où tout est écrit"³⁵ auquel Jacques - le valet - fait référence dans le roman de DIDEROT, *Jacques le fataliste*. Reste à distinguer la conception « aveugle » du destin chez les Grecs de la conception finaliste et rationnelle du destin stoïcien.

a) *Le destin tragique*

Le destin, dans la mythologie grecque, peut être défini comme un enchaînement de causes et d'effets qui conduisent à la mort : le destin a à voir avec la mort et s'attache à des familles. Pour l'individu voué au destin, la finalité qui s'empare de lui est externe et le hasard n'a aucune place. ŒDIPPE est le fils de LAÏOS, roi de Thèbes, et de JOCASTE. ŒDIPPE est écarté à sa naissance en raison d'un oracle affirmant qu'il tuera son père et couchera avec sa mère. Il est alors recueilli et élevé par le roi et la reine de Corinthe. Devenu adulte, il consulte l'oracle de Delphes qui lui annonce qu'il tuera son père et qu'il couchera avec sa mère. Voulant éviter ce sort, il fuit ce qu'il croit être son pays et ce qu'il croit être ses parents et cette fuite le précipite précisément dans le sort qu'il voulait éviter. C'est en se dirigeant sur Thèbes qu'une altercation l'amène, sans qu'il le sache, à tuer LAÏOS, son véritable père. JOCASTE, veuve de LAÏOS et mère d'ŒDIPPE va alors épouser ŒDIPPE qui devient roi de Thèbes. SOPHOCLE, dans la tragédie *Œdipe-roi*, présente ŒDIPPE au sommet de sa majesté, ignorant tout et passionné de vérité. Sa volonté de faire le bien le lance dans une enquête. TIRÉSIAS, devin aveugle, avertit ŒDIPPE : " *L'assassin que tu cherches, l'homme que tu as maudit, le meurtrier du roi*

35 - DIDEROT, *Jacques le fataliste*, éditions Booking International, Paris, 1993, p.23

Laios, cet homme vit ici. On le croit étranger, il est de Thèbes. Mais le jour où il saura la vérité, tout s'éteindra pour lui ; il était riche, il sera pauvre ; il partira sur les routes, il mendiera sur un sol étranger, il se révélera le père et le frère de ses propres enfants, le mari et le fils de sa femme, et le meurtrier de son père. ³⁶ Peu à peu l'enquête révèle à CEDIPE l'horreur de sa propre situation et le souverain rayonnant qu'il a été devient désespéré et se détruit : il se crève les yeux pour ne plus voir ce monde où il n'a plus sa place et qui voit JOCASTE se pendre. Le hasard n'a aucune place dans une telle mécanique où le destin est implacable. Les héros sont destinés à la mort et au malheur sans aucun recours. Dans le destin tragique, il est important de souligner que les dieux eux-mêmes sont impuissants contre le destin : ils ne peuvent le changer.

b) *Le destin stoïcien*

La différence entre le destin tragique et le destin stoïcien réside dans le fait que le destin tragique frappe à l'aveugle : il considère les justes et les injustes, les bons et les méchants, les innocents et les coupables. Des choses doivent avoir lieu... Comme dans le destin grec, tout ce qui arrive, arrive inmanquablement à la nuance près que, dans le cas du destin grec, la force qui distribue aux hommes leur sort, le distribue de manière irrationnelle alors que dans le cas du destin stoïcien, la distribution apparaît rationnelle au sens de raisonnable : le destin stoïcien est bonté. La force qui distribue aux hommes leur sort devient, pour les stoïciens, l'universelle raison (le *logos*) selon laquelle les événements passés sont arrivés, les présents arrivent et les futurs arriveront, entendu que ce qui arrive est bon précisément parce que cela arrive et que si cela n'était pas bon alors cela n'arriverait pas... Une telle conception, en affirmant le destin, récusé le hasard. Si le *logos*, comme principe de l'être, assigne à chaque chose une place, la raison du Sage saura comprendre qu'aucun événement ne se produit par hasard et là où l'ignorant se révolte, le Sage comprend et acquiesce à l'ordre.

c) *La Providence divine*

Ce qui distingue fondamentalement le destin tragique du destin religieux, c'est que dans le premier cas les dieux sont aussi dominés par le destin alors que dans le second cas Dieu domine le destin. Quant au destin stoïcien, il ne s'oppose nullement à la Providence puisqu'il est Providence.

C'est au XVI^e siècle, dans un contexte chrétien, que Juste LIPSE, de l'université de Louvain, publie le traité *De la constance* dans lequel il

36 - SOPHOCLE, *Œdipe-roi*, Collection du Répertoire de la Comédie française, Création du festival d'Avignon, 1972, p.22-23

développe une théorie d'essence stoïcienne sur la Providence³⁷ et les destins. Pour Juste LIPSE, la Providence désigne l'intelligence divine envisagée du point de vue des objets auxquels elle s'applique, comme *"le soin vigilant et perpétuel, mais tranquille, avec lequel elle connaît toutes choses, les dirige et les gouverne enchaînées par un ordre immuable que nous ne connaissons pas."*³⁸ Cet ordre immuable est envisagé de deux points de vue :

* en Dieu qui le pose et le connaît, c'est la Providence ;

* dans les choses particulières, c'est le destin.

Le destin est *"la nécessité de toutes les choses et de toutes les actions qu'aucune force ne peut rompre"*³⁹ qui dérive de la force spirituelle qui gouverne l'univers avec ordre : *"J'appelle ainsi destin le décret éternel de la Providence qui ne peut pas davantage être enfreint par les créatures que révoqué par la Providence elle-même."*⁴⁰ Soulignons le lien de dérivation établi ici entre Providence et destin. La Providence est antérieure, logiquement et chronologiquement, au destin et supérieure à lui. Elle n'est pas nécessairement source, elle est raison et principe. Dans la mesure où la pensée de Juste LIPSE a influencé grand nombre de théologiens chrétiens, il semble légitime de se demander dans quelle mesure la conception chrétienne de la Providence, notamment au Moyen-âge, pourrait ou non être rapprochée de la conception stoïcienne du destin.

Ainsi, au terme de cette évocation des pensées qui nient le hasard, on peut s'interroger sur le statut du hasard dans la pensée religieuse :

* Dans la pensée chrétienne tout d'abord : l'idée de Providence récuse celle du hasard. *"Car tu sais bien qu'il y a une intelligence éternelle que nous appelons Dieu : qui règle, gouverne et dispose les sphères pérennes des cieux, la course errante des astres, les successions alternées des éléments, enfin toutes les choses d'en haut et d'en bas. Penses-tu que le hasard ou la fortune dominant dans ce superbe corps du monde ?"*⁴¹

37 - Providence : du latin *providere*, « pouvoir ». Dans la théologie chrétienne, la Providence est la sagesse suprême par laquelle Dieu conduirait toutes choses.

38- J. LIPSE, *De Constantia libri duo qui alloquium praecipue continent in publicis malis*, Anvers, 1584, traduction L. DU BOIS, 1873, I, 13

39 - J. LIPSE, op. cit. I, 19

40 - J. LIPSE, op. cit. I, 19

41 - J. LIPSE, op. cit. I, 19

* Au XVII^e siècle, l'essor de la science et de la recherche d'une explication rationnelle du monde devra composer avec ce positionnement théologique niant le hasard essentiel. Cette nécessité amènera Jakob BERNOULLI à l'expression d'une pensée déterministe, s'accommodant difficilement de l'idée de libre arbitre : *"Tout ce qui bénéficie sous le soleil de l'être ou du devenir, passé, présent ou futur, possède toujours en soi et objectivement une certitude totale. C'est évident du présent et du passé : ce qui est ou a été ne peut pas ne pas être ou avoir été. Sur le futur il n'y a pas à discuter ; cependant ce n'est pas par la nécessité de quelque destin qu'il ne peut pas ne pas advenir, mais en raison soit de la prescience soit de la prédétermination divine ; car si n'arrivait pas avec certitude tout ce qui est futur, on ne voit pas comment le Créateur suprême pourrait conserver entière la gloire de son omniscience et de son omnipotence. Quant à dire comment cette certitude de l'avenir peut subsister avec la contingence ou la liberté des causes secondes, que d'autres se disputent ; pour nous, nous ne voulons pas toucher aux points étrangers au but que nous visons."*⁴²

* Dans la pensée musulmane avec la notion de *mektoub*. La légende "ce soir à Samarcande" illustre assez bien semble-t-il, cette implacabilité. Sur la place d'une ville, un soldat rencontre une femme munie d'une écharpe rouge. Il revient en courant vers le roi et lui dit : *"permets-moi de fuir loin d'ici car j'ai rencontré une jeune fille ; c'était la mort. Elle me cherche ici à Bagdad, je vais m'enfuir à Samarcande"*. Le roi l'autorise à partir, puis à son tour, rencontre la jeune fille à l'écharpe rouge à qui il demande pourquoi elle a terrifié son soldat. La jeune fille lui répond alors : *"je n'ai pas voulu lui faire peur, mais quand je l'ai vu ici à Bagdad, j'ai été très étonnée parce que je l'attends ce soir à Samarcande"*.

4. La pensée du hasard : le hasard comme vue de l'esprit

Intéressons-nous maintenant aux pensées pour lesquelles le hasard existe. Pour Gilles Gaston GRANGER⁴³ comme pour Giorgio ISRAËL⁴⁴, la question du hasard est traditionnellement traitée d'un double point de vue :

42 - J. BERNOULLI, *L'Ars conjectandi*, 1713, traduction de N. MEUSNIER, publication de l'IREM de Rouen, 1987, p.14-16

43 - G. G. GRANGER, *Le probable, le possible et le virtuel*, éditions O. Jacob, 1995, p.170

44 - G. ISRAËL, *La mathématisation du réel*, éditions du Seuil, 1996, p.241-253

ontologique d'une part, comme propriété du monde - le hasard en soi -, épistémologique d'autre part comme limitation de notre connaissance de ce monde. Autrement dit, le hasard est-il une propriété des relations entre les choses ou est-il une propriété de notre relation avec les choses ? Est-il « dans les choses » ou « dans les jugements humains sur les choses » ?

Examinons tout d'abord le point de vue selon lequel le hasard serait le nom que nous donnons à notre ignorance.

4.1. Le déterminisme ontologique et universel de LAPLACE ou le hasard-ignorance

Au début du XIX^e siècle, l'ensemble des scientifiques a adopté les conceptions de la mécanique de NEWTON où la donnée de la position et de la vitesse d'un objet détermine entièrement la façon dont cet objet va se déplacer. Pour les tenants de la physique classique, c'est-à-dire la quasi-totalité des physiciens et des mathématiciens de cette époque, le monde est entièrement déterminé et ne fait aucune place au hasard. Pierre-Simon LAPLACE (1749-1827) est plus prudent et considère le hasard et la contingence comme des figures de l'incertitude et ne sont pas autres choses que les noms donnés à l'ignorance du sujet humain dans un univers déterminé : *"Nous devons donc envisager l'état présent de l'Univers comme l'effet de son état antérieur, et comme cause de celui qui va suivre."*⁴⁵ Pour Amy Dahan DALMEDICO⁴⁶, le déterminisme de LAPLACE est ontologique et global et est fondé sur la conviction selon laquelle la nature est connaissable et obéit à des lois mathématiques. Cependant une telle maîtrise, l'esprit humain ne l'atteindra jamais, comme LAPLACE le souligne ensuite : *"Une intelligence qui pour un instant donné connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste pour soumettre ses données à l'analyse, embrasserait dans la même formule"*⁴⁷ les

45 - P. S. LAPLACE, *Essai philosophique sur les probabilités*, réédition Bourgois, 1986, p.32

46 - A. D. DALMEDICO, Le déterminisme de Pierre-Simon LAPLACE et le déterminisme aujourd'hui, in *Chaos et déterminisme*, collection Points sciences, éditions Le Seuil, 1992, p.376

47 - Soulignons l'importance, dans cette phrase, de l'expression « dans la même formule ». LAPLACE pose que si l'on connaissait l'ensemble des paramètres de l'Univers pensé comme un gigantesque système, alors on pourrait donner la formule mathématique expressive de la loi régissant ce système : l'ensemble des théorèmes de la physique se déduirait de cette formule.

*mouvements des plus grands corps de l'Univers et ceux du plus léger atome : rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir, comme le passé, serait présent à ses yeux... "*⁴⁸

Ainsi, l'intelligence humaine doit-elle avoir comme idéal l'intelligence absolue qui donnerait à l'humanité la vision totale de l'univers. LAPLACE rejoint ici l'acte de foi de KEPLER, selon lequel la seule différence entre Dieu et les hommes, réside dans le fait que le premier connaît depuis l'éternité tous les théorèmes, tandis que l'homme ne les connaît pas tous encore. Or, un tel idéal est irréalisable : ne peut exister que la tentative de réduire le plus possible le hasard-ignorance. Si LAPLACE croit à la possibilité d'une détermination des lois mathématiques de l'Univers, il souligne que seule une intelligence supérieure, toute théorique et aux possibilités cognitives infinies, pourrait calculer tous les effets des lois de la nature. Cette intelligence n'est pas censée posséder de qualités surnaturelles et en cela le déterminisme laplacien s'oppose au déterminisme antérieur théologique - exprimé par Jakob BERNOULLI - dans lequel le rôle de l'intelligence omnisciente était tenue par Dieu. LAPLACE reconnaît que l'homme restera toujours infiniment éloigné de cette intelligence supérieure.

Le hasard, selon LAPLACE, est donc soit un euphémisme pour parler de l'ignorance, soit l'expression des limites actuelles de la perception humaine. Remarquons qu'une telle conception est évoquée, au XX^e siècle, par Émile BOREL : *"La caractéristique des phénomènes que nous appelons fortuits, ou dus au hasard, c'est de dépendre de causes trop complexes pour que nous puissions les connaître toutes et les étudier."*⁴⁹ La conception laplacienne, qui postule un déterminisme ontologique et universel, se trouve cependant mise à mal par un grand nombre de résultats de la physique contemporaine : ainsi en est-il, par exemple, de la dépendance sensitive d'un phénomène aux légères variations des conditions initiales.

4.2. Hasard et dépendance sensitive par rapport aux conditions initiales

*"Si nous connaissions exactement les lois de la nature et la situation de l'univers à l'instant initial, nous pourrions prédire exactement la situation de ce même univers à un instant ultérieur."*⁵⁰ Mais Henri POINCARÉ constate qu'il n'en est pas ainsi... Une telle prédiction se révèle impossible, d'où une autre manière de définir le hasard.

48 - P. S. LAPLACE, op. cit. p.32-33

49 - E. BOREL, op. cit., p.7

50 - H. POINCARÉ, op. cit., p.4-5

En effet, le hasard peut être dû à la complexité d'un système qui le rend sensible aux conditions initiales par un jeu de bifurcations non déterministes et théoriquement imprévisibles. Comme le souligne David RUELLE⁵¹, c'est à la fin du siècle dernier, que les savants, Henri POINCARÉ, Pierre DUHEM et Jacques HADAMARD, ont attiré l'attention sur un certain nombre de systèmes mécaniques où des différences infinitésimales dans l'état initial conduisent à des évolutions très différentes : cette remarque est à l'origine de la théorie du chaos. Jacques HADAMARD a ainsi démontré mathématiquement que pour certains systèmes, un changement infime de condition initiale conduit à un tel changement de l'évolution ultérieure du système que les prédictions à long terme deviennent vaines. C'est notamment le cas de la trajectoire d'une boule de billard lorsque sont disposés, sur la table du billard, des plots en quinconce qui infléchissent la trajectoire de la boule : la trajectoire de la boule est alors extrêmement sensible à la valeur de l'angle de tir initial. Il s'agit, comme le souligne David RUELLE, d'une découverte conceptuellement très importante dans la mesure où le mouvement de la boule de billard est, en théorie, déterminé sans ambiguïté par les conditions initiales mais, parce que l'observateur est fondamentalement limité dans la prédiction de sa trajectoire, *"nous avons à la fois déterminisme et imprédictibilité."*⁵² Henri POINCARÉ avait initié cette idée selon laquelle le déterminisme et le hasard étaient rendus compatibles par l'imprédictibilité à long terme et il pensait avoir trouvé une des sources du hasard. De petites causes peuvent ainsi avoir de grands effets, largement imprédictibles. On dit qu'il y a dépendance sensitive par rapport aux conditions initiales. *"Si un cône repose sur sa pointe, nous savons bien qu'il va tomber, mais nous ne savons pas de quel côté ; il nous semble que le hasard seul va en décider. Si le cône était parfaitement symétrique, si son axe était parfaitement vertical, s'il n'était soumis à aucune autre force que la pesanteur, il ne tomberait pas du tout. Mais le moindre défaut de symétrie va le faire pencher légèrement d'un côté ou de l'autre, et dès qu'il se penchera, si peu que ce soit, il tombera tout à fait de ce côté. Si même la symétrie est parfaite, une trépidation très légère, un souffle d'air pourra le faire incliner de quelques secondes d'arc ; ce sera assez pour déterminer sa chute et même le sens de sa chute qui sera celui de l'inclinaison initiale. Une cause très petite, qui nous échappe, détermine un effet considérable que nous ne pouvons ne pas voir, et alors nous disons que cet effet est dû au hasard."*⁵³

51 - D. RUELLE, op. cit, p.59-65

52 - D. RUELLE, op. cit., p.59

53 - H. POINCARÉ, op. cit., p.4

Les mouvements atmosphériques sont notamment sensibles aux conditions initiales : un papillon bat des ailes à la Martinique et provoque deux semaines après une tempête sur les côtes de la Manche. Cet exemple de deux météorologues américains - LEITH et KRAICHMAN - repris par Edward LORENZ est connu sous le nom « d'effet papillon » que Jean Marc LEVY-LEBLOND qualifie au passage de "*métaphore éculée*."⁵⁴ Rappelons que le terme chaos désigne une situation où, pour n'importe quelle condition initiale, l'incertitude des prédictions croît avec le temps. Les exemples des phénomènes chaotiques sont généralement empruntés à l'histoire, à la finance et bien sûr à la météorologie où la connaissance des conditions initiales est évidemment très difficile.

Après cette présentation du hasard défini par la dépendance sensitive aux conditions initiales en physique classique mais qui fait encore la place à une conception déterministe de la nature, intéressons-nous à la question du hasard défini comme désordre.

4.3. Désordre microscopique et déterminisme statistique : le hasard-désordre

La science, notamment au XIX^e siècle, a longtemps eu affaire à des phénomènes qui paraissaient relativement simples, étudiés à l'échelle macroscopique. Ainsi conçue, la science postulait un déterminisme mécanique, aboutissant à la formulation de lois idéales, rigoureuses : elle pouvait prétendre à la certitude. Les progrès réalisés ont peu à peu révélé que l'apparente simplicité de certains phénomènes recouvre, en réalité, des phénomènes extrêmement complexes, auxquels le déterminisme absolu ne s'applique plus. Considérons un récipient rempli de gaz : il contient des milliards de molécules de gaz animées de mouvements erratiques - l'agitation thermique. Ces mouvements sont désordonnés et sont considérés, pour chaque molécule, comme strictement dus au hasard parce que la connaissance et le traitement de la totalité des paramètres physiques est inaccessible et impossible.

Par contre, au niveau global, macroscopique, il y a une certaine constance : les molécules se déplacent dans des directions qui s'annulent statistiquement. Pour Jacques BONITZER, il y a deux types de processus en interaction qui sont des phénomènes composites associant un ensemble de

54 - J.M. LEVY-LEBLOND, La science en son miroir, in *Dictionnaire de l'ignorance*, direction M. CAZENAVE, éditions Albin Michel Sciences, 1998, p.25

phénomènes « microscopiques » et un phénomène « macroscopique ». *“Ces phénomènes ont leur autonomie, ce qui veut dire qu’ils sont régis, les uns et les autres, par leurs lois propres. En même temps, ils sont en interaction ; les phénomènes microscopiques influencent le déroulement du phénomène macroscopique, tandis que c’est la loi de celui-ci qui agrège les phénomènes microscopiques - ou, en d’autres termes, leur impose son « point de vue ». [...] Le phénomène macroscopique dépend de la valeur cumulée d’une somme de caractéristiques numériques des phénomènes microscopiques.”*⁵⁵

Ainsi, pour cette pensée moderne, le « hasard-désordre » serait dans la nature même des phénomènes microscopiques et le déterminisme serait une conséquence à l’échelle macroscopique des lois du hasard à l’échelle microscopique, puisqu’on mesure des grandeurs qui sont en fait des valeurs moyennes aux fluctuations très faibles.

5. La pensée du hasard : le hasard comme réalité objective

On peut distinguer plusieurs formes de compréhension du hasard comme réalité objective : le hasard-rencontre, c’est-à-dire le hasard défini comme la rencontre accidentelle entre plusieurs séries de faits ou de causes indépendants et le hasard radical appelé encore hasard essentiel, intrinsèque, absolu, que l’on trouve à la fois chez les épicuriens et chez les physiciens contemporains spécialistes de micro-physique et en particulier chez les spécialistes de physique quantique.

5.1. Le hasard-rencontre

a) Le hasard-rencontre chez DÉMOCRITE

L’hypothèse atomique, développée par DÉMOCRITE⁵⁶, suppose que la matière est constituée d’objets indissociables et extrêmement petits : les atomes. L’une des propriétés fondamentales de la matière ainsi conçue est l’existence du vide, dans lequel les atomes se meuvent de manière incessante.

Dans cette conception, les trajectoires des atomes sont imprévisibles et indépendantes et les rencontres d’atomes, qui produisent les réalités complexes (les mondes), sont dues au hasard.

55 - J. BONITZER, *Philosophie du hasard*, Messidor, éditions sociales, 1984, p.140-141

56 - 420 avant J.C.

Nous montrerons plus loin, comment cette conception du hasard-rencontre va se trouver complétée, par celle du hasard-créateur chez les épicuriens et notamment chez LUCRÈCE. Par contre il faut noter que cette conceptualisation ne trouve aucune place chez ARISTOTE pour lequel il n'existe qu'un monde, le monde, alors que pour DÉMOCRITE il existe une infinité de mondes. Remarquons au passage, qu'aujourd'hui, ce qui correspond à un monde selon ARISTOTE correspond à l'univers du big-bang alors qu'à l'opposé, un certain nombre d'astrophysiciens considèrent notre monde comme une minuscule bulle sur une mousse d'univers...

b) Le hasard-rencontre chez ARISTOTE

C'est dans le livre II de *la Physique*, qu'ARISTOTE s'intéresse à certains faits exceptionnels qui se produisent dans la nature et c'est en essayant d'analyser leurs causes qu'apparaît l'examen du hasard et de la fortune. Pour ARISTOTE, l'essence de ces faits ne réside pas seulement dans la rareté, ils se produisent « par accident ». La cause n'est pas inscrite par nature dans le phénomène mais n'est pas pour autant indéterminée : le hasard est cause par accident. *“La fortune et le hasard sont des causes par accident, pour des choses susceptibles de ne se produire ni absolument, ni fréquemment, et en outre susceptibles d'être produites en vue d'une fin.”*⁵⁷ Il donne l'exemple d'un créancier qui se rend à l'Agora pour participer aux discussions publiques et qui rencontre son débiteur : c'est l'occasion de lui réclamer son argent même si ce n'est pas pour cette raison qu'il est venu. ARISTOTE dit que la rencontre a lieu par fortune, que c'est la fortune qui en est la cause, mais en tant qu'indéterminée. ARISTOTE établit une différence entre le hasard proprement dit (*automaton*) et la fortune (*tychè*). *“Tout effet de fortune est de hasard, mais tout fait de hasard n'est pas de fortune.”*⁵⁸ Le hasard (*automaton*) concerne aussi bien les animaux et les êtres inanimés. Si on jette en l'air, n'importe comment le trépied, il peut arriver qu'il retombe sur ces pieds : *“La chute du trépied est un hasard, si après sa chute il est debout pour servir de siège, sans qu'il soit tombé pour servir de siège.”*⁵⁹ Le trépied est tombé de lui-même pour rien, autrement dit, conclut ARISTOTE, il est tombé par hasard sur ses pieds. La connexion entre l'accident et le hasard est ici manifeste. Chez ARISTOTE, la cause est toujours en même temps cause finale, si bien que les faits de hasard sont cause sans

57 - ARISTOTE, *Physique* (I-IV), traduction H. CARTERON, Paris, Les Belles Lettres, 1926, p.197a

58 - ARISTOTE, op. cit., p.197b

59 - ARISTOTE, op. cit., p.197b

finalité (puisque causés par accident), mais imitant la finalité. Quant à la fortune (tychê), elle ne s'applique, selon ARISTOTE, qu'à l'homme, en tant qu'il est le vivant pourvu du logos. *"On voit donc que la fortune est une cause par accident, survenant dans les choses qui, étant en vue de quelque fin, relèvent en outre du choix. Par suite la pensée et la fortune sont du même ordre, car le choix ne va pas sans pensée."*⁶⁰ On parle de fortune (et même de « bonne fortune ») pour quelqu'un qui aurait pu imaginer, par exemple, que c'était sur l'agora qu'il allait trouver une personne qui lui devait de l'argent. La fortune ne se déploie que dans le domaine de l'activité pratique. *"Aucun être inanimé, aucune bête, aucun enfant n'est l'agent d'effets de fortune, parce qu'il n'a pas la faculté de choisir."*⁶¹ [...] *La fortune n'est d'ailleurs qu'une espèce du genre hasard, la fortune appartenant au domaine des choses qui suivent les résolutions libres, le hasard au domaine des choses qui arrivent pour une fin, sans être choisies."*⁶²

Comme le souligne G. G. GRANGER, cette présentation du hasard dans la nature par ARISTOTE appartient au domaine de la pensée antique et doit être située à l'âge d'une proto-science. Une autre présentation est celle, contemporaine, d'Augustin COURNOT : *"elle se développe dans le contexte d'une science de l'empirie déjà très avancée dans les domaines mécanique et physique, et dominée, aux yeux de COURNOT lui-même, par une mathématique lagrangienne puissante et novatrice."*⁶³

c) Le hasard-rencontre chez COURNOT

Le hasard, pour COURNOT, ne se réduit ni au surgissement imprévu et inconditionné d'un effet sans cause, ni à une appréhension subjective résultant de notre ignorance des causes de l'événement : le hasard désigne chez COURNOT la rencontre accidentelle et imprévisible entre plusieurs séries de faits ou de causes indépendants. C'est la fameuse image de la tuile qui tombe sur le passant. Il est possible d'expliquer de manière rationnelle, le déplacement du passant, les lois physiques relatives à la chute des corps, mais il n'est pas possible d'expliquer la rencontre de ces séries causales⁶⁴. On

60 - ARISTOTE, op. cit., p.197a

61 - ARISTOTE, op. cit., p.197b

62 - ARISTOTE, op. cit., résumé du livre II, p.54

63 - G. G. GRANGER, op. cit., p.171

64 - À moins que le trajet du passant et la chute de la tuile n'aient une cause commune : si un vent violent entraîne la chute d'une tuile et la modification du trajet du passant, peut-on encore parler d'indépendance ?

appelle hasard, avec COURNOT, la rencontre de deux séries causales : “*Les événements amenés par la combinaison ou la rencontre d’autres événements qui appartiennent à des séries indépendantes les unes des autres, sont ce qu’on nomme des événements fortuits ou des résultats du hasard.*”⁶⁵ Ce qui fait la fortuité n’est pas l’absence de détermination, ou son ignorance, mais l’absence de nécessité dans la conjonction des déterminations. En ce sens, un événement peut être le produit d’un ensemble de causes qui le déterminent, tout en étant fortuit dès lors qu’il n’est pas nécessaire.

Un exemple emprunté à Milan KUNDERA dans *L’insoutenable légèreté de l’être* illustre parfaitement cette conception du hasard. “*Sept ans plus tôt, un cas difficile de méningite s’était déclaré par hasard à l’hôpital de la ville où habitait Teresa, et le chef de service où travaillait Thomas avait été appelé d’urgence en consultation. Mais, par hasard, le chef de service avait une sciatique, il ne pouvait pas bouger, et il avait envoyé Thomas à sa place dans cet hôpital de province. Il y avait cinq hôtels dans la ville, mais Thomas était descendu par hasard dans celui où travaillait Tereza. Par hasard, il avait un moment à perdre avant le départ du train et il était allé s’asseoir dans la brasserie. Tereza était de service par hasard et servait par hasard la table de Thomas. Il avait donc fallu une série de six hasards pour pousser Thomas jusqu’à Tereza, comme si, laissé à lui-même, rien de l’y eût conduit.*”⁶⁶

Un autre exemple est tiré de l’œuvre d’Alfred de MUSSET, *Les confessions d’un enfant du siècle*. Pendant un souper, Octave fait tomber par mégarde (donc accidentellement) une fourchette sur le sol. Lorsqu’il se baisse pour la ramasser, il découvre que sa belle maîtresse dont les regards rêveurs lui semblaient témoigner de l’attente nostalgique de leur solitude de fin de soirée, a tendrement enlacé de ses jambes celles de son voisin de table, qui est son meilleur ami...

On peut s’interroger sur ce qui rapproche ou distingue la conception du hasard chez ARISTOTE et chez COURNOT. Selon G. G. GRANGER, si le sens cosmique et ontologique des conceptions aristotélicienne et cournotienne du hasard est identique, il faut noter que la conception cournotienne s’ouvre sur le calcul des probabilités et se prolonge en une véritable philosophie de l’histoire⁶⁷. La philosophie de l’histoire de COURNOT se donne en effet pour

65 - A.A. COURNOT, *Essai sur les fondements de la connaissance et sur les caractères de la critique philosophique*, Hachette, 1ère édition en 1851, p.52

66 - M. KUNDERA, *L’insoutenable légèreté de l’être*, NRF Gallimard, 1984, p.49-50

67 - G. G. GRANGER, op. cit., p.174

objet " l'analyse et la discussion des causes ou des enchaînements de causes qui ont concouru à amener les événements dont l'histoire offre le tableau ; causes qu'il s'agit surtout d'étudier au point de vue de leur indépendance ou de leur solidarité." ⁶⁸ Pour COURNOT, la critique historique vise à identifier, dans le mouvement historique, la part respective du fortuit et du nécessaire, de l'essentiel et de l'accidentel, pour dégager, sous le détail des événements et dans la multiplicité des facteurs qui les engendrent, les causes profondes qui en rendent raison. Comme le souligne Thierry MARTIN, "le but que COURNOT assigne à la philosophie historique est moins de mettre au jour les causes des faits historiques que de les ordonner, de les hiérarchiser pour discerner parmi ces causes celles qui sont déterminantes. Il s'agit de démêler dans le spectacle de l'histoire, sous l'exubérance des événements plus ou moins fortuits et accidentels, les grandes lignes de force, les tendances générales qui en permettent l'intelligibilité. Ce partage exige que l'on distingue entre les causes immédiates et souvent accidentelles responsables de ce que l'événement a de singulier des conditions déterminantes qui rendent raison de ses propriétés, et par là, en permettent l'intelligibilité." ⁶⁹

Soulignons enfin, au sujet de la distinction entre ARISTOTE et COURNOT, que COURNOT pense dans un contexte scientifique où l'explication finaliste n'est plus dominante et où le hasard est mathématisé.

5.2. Le hasard généré

Considérons un cube : si on le lance une douzaine de fois, on obtient douze résultats identiques, le cube s'immobilisant chaque fois une face tournée vers le haut. Il s'agit d'un résultat prévisible et non aléatoire. Inscrivons les chiffres de 1 à 6 sur les faces de ce cube et renouvelons l'expérience. Le lancer de ce cube, devenu dé, produit une nouvelle classe de résultats imprévisibles : le chiffre associé à la face qui est tournée vers le haut. Le hasard apparaît par le simple fait d'écrire des chiffres sur un cube. Une symétrie « naturelle » a été brisée. Que le cube soit ou non un dé, ses faces restent équivalentes du point de vue de la dynamique du système : aucun paramètre du mouvement ne peut être corrélé à la position d'une face particulière. Lorsque le cube devient dé, lorsque nous lisons un résultat différent sur chaque face, nous élargissons le système expérimental en lui

68 - A. A. COURNOT, *Considérations sur la marche des idées et des événements dans les temps modernes, œuvres complètes*, tome IV, Paris, Vrin, 1973, p.10

69 - T. MARTIN, *Histoire et théorie du hasard à l'âge classique selon COURNOT*, *Revue de Synthèse*, n°2-3, 2001

affectant une nouvelle structure de signification. Ce système acquiert dès lors la propriété de générer des résultats qui sont non corrélés avec les causes qui les ont directement produits. Nous lançons un dé mais la Nature fait tourner un cube : c'est de cette propriété, repérée et exploitée comme telle, que jaillit le hasard. Six faces équivalentes associées à six significations différentes « génèrent » le hasard. On pourrait ainsi multiplier les exemples d'élaboration humaine de « générateurs de hasard », pour les jeux, le plaisir ou l'arnaque ! Ils relèvent de l'application de différences observables à des objets équivalents du point de vue de leurs apparitions possibles et imprévisibles.

5.3. Le prélèvement « au hasard » dans une population

Intéressons-nous au hasard tel qu'il est présenté dans l'enseignement secondaire des probabilités. Dans ce cadre, l'expression « au hasard » apparaît comme un indicateur sémantique, synonyme d'équiprobabilité et de distribution uniforme. Considérons ainsi l'énoncé suivant, extrait d'un sujet d'examen du BTS des secteurs de l'Industrie, du Bâtiment et du Laboratoire en 1998. " Une étude statistique permet d'admettre que, pour un rivet « choisi au hasard » dans la production d'une journée, la probabilité de l'événement A, « le rivet possède un défaut de diamètre » est $P(A) = 0,02$ et la probabilité de l'événement B, « le rivet possède un défaut de longueur » est $P(B) = 0,03$.⁷⁰ Ainsi le tirage « au hasard » d'un élément d'un ensemble sous-entend l'hypothèse d'équiprobabilité, c'est-à-dire que tous les éléments ont des chances égales d'être tirés. Pour Jean Claude GIRARD, le sens implicite d'équiprobabilité, attribué à l'expression « choix au hasard » est arbitraire et mériterait d'être précisé car "il y a d'autres façons de « choisir au hasard », voir par exemple les différentes méthodes de sondages à deux degrés (ou plus), avec probabilités égales ou inégales, les sondages stratifiés, etc."⁷¹ Cette exigence a cependant été prise en compte dans un certain nombre de manuels scolaires, dont la publication est antérieure à la remarque de J.C. GIRARD, comme l'atteste la citation suivante : "Dans les différentes situations qui donnent lieu à l'étude de la probabilité d'un événement, la locution « au hasard » est utilisée pour exprimer que la probabilité est uniforme, c'est-à-dire que les événements élémentaires sont équiprobables."⁷²

70 - Source : ANNATEC FOUCHER 2000, BTS, Secteurs de l'Industrie, du Bâtiment et du Laboratoire, Mathématiques Groupements A, B, C, D ; éditions Foucher, 1999, p.237

71 - J.C. GIRARD, Qu'est-ce qu'une expérience aléatoire, in *Enseigner les probabilités au lycée*, IREM de Reims, 1997, p.61

72 - *Mathématiques, Premières A₁ et B*, éditions Bréal, 1991, p.77

Soulignons enfin que, dans cette manière d'appréhender le hasard - qui sert de fondement à l'enseignement actuel du calcul des probabilités - ce n'est pas tant du hasard dont il est question mais de « choix au hasard » dans une population statistique et dans des conditions qui peuvent être reproduites un certain nombre de fois. Notons que dans cet enseignement, on reste très « discret » sur les conditions concrètes dans lesquelles un tel prélèvement « au hasard » peut-être effectué, se limitant à quelques générateurs de hasard simples : urnes, dés, cartes, pièces, nombres pseudo-aléatoires produits par ordinateur.

5.4. *Le hasard radical*

a) *Le hasard-créateur chez LUCRÈCE*

LUCRÈCE a repris les théories de DÉMOCRITE et d'ÉPICURE selon lesquelles l'univers est formé de corps et de vide et où tout s'explique par des causes matérielles. Dans ce cadre, les éléments premiers de la matière, les atomes, réalités indestructibles et insécables, se distinguent les uns des autres, notamment par leur masse. Pour DÉMOCRITE, nous l'avons rappelé, l'agitation des atomes dans le vide est incessante et ce sont les rencontres d'atomes qui produisent les réalités complexes, les mondes, dont nous constatons l'existence. Le problème qui a alors été posé est le suivant : si les atomes sont emportés de haut en bas en ligne droite à travers le vide en vertu de leur poids propre, comment peuvent-ils se rencontrer ? ÉPICURE (avant LUCRÈCE semble-t-il) a alors attribué aux atomes la propriété de déclinaison, en grec *parenklisis*, en latin le *clinamen*. Ainsi, sans qu'il n'y ait aucune cause, il existerait une très légère déviation des atomes qui leur permettrait de quitter insensiblement la verticale. Le *clinamen* est la déviation de la ligne de chute des atomes qui s'éloignent de la trajectoire verticale qu'ils devraient suivre. Pour ÉPICURE et son disciple LUCRÈCE, ce processus physique se passe de toute intervention divine et de toute Providence et obéit à un devenir. Cette déviation va générer des rencontres : le plus souvent il ne va rien se produire, les atomes, compte tenu de leurs formes différentes ne vont pas se combiner, mais parfois, et de façon imprévisible, les choses vont se composer et générer un monde. *“Dans la chute en ligne droite qui emporte les atomes à travers le vide, en vertu de leur poids propre, ceux-ci, à un moment indéterminé, s'écartent tant soit peu de la verticale, juste assez pour qu'on puisse dire que leur mouvement soit modifié. Sans cette déclinaison, tous, comme des gouttes de pluie, tomberaient de haut en bas à travers les profondeurs du vide ; entre eux nulle collision n'aurait pu naître, nul choc se produire ; et jamais la nature n'eût été*

*créée.*⁷³ Dans la mesure où ce qui se produit est sans lien avec une quelconque causalité, dans la mesure où la déclinaison est physiquement nécessaire, on est ici en présence d'un hasard-radical. Pour ÉPICURE et LUCRÈCE, ce n'est pas un postulat mais une évidence : le monde est dépourvu de causalité divine et la nature, libérée de la Providence, se trouve régie par le hasard et la nécessité. Ainsi, les épicuriens ajoutent au hasard-rencontre de DÉMOCRITE le hasard-créeur qui est un hasard-radical. Se pose alors la question de savoir comment la raison peut admettre le hasard radical, dont une des caractéristiques est l'absence de causes et comment se fait-il que les épicuriens aient admis le *clinamen* ? La réponse à cette question réside dans le fait que les épicuriens font les hypothèses justes nécessaires pour expliquer ce qu'ils voient : leur problème est d'expliquer le monde, d'expliquer par exemple la spontanéité du mouvement des animaux, la liberté de l'homme... Les épicuriens ont donc été amenés à faire cette supposition parce que, s'ils ne la faisaient pas, il y aurait un grand nombre de choses inexplicables... En ce sens, le hasard-radical est une notion rationnelle de leur point de vue.

Il reste à préciser la différence entre le point de vue des épicuriens et celui d'ARISTOTE. Pour DÉMOCRITE et les épicuriens, le hasard est l'essence même de la créativité de la nature. Pour ARISTOTE, la nature se caractérise par des constantes, et si parfois le hasard engendre quelques accidents, cela demeure exceptionnel et non essentiel. Enfin, chez ARISTOTE il y a une finalité alors que pour DÉMOCRITE, ÉPICURE, LUCRÈCE, il y a absence de finalité comme le souligne Marcel CONCHE : *"Toutes choses dans la nature se font sans dessein, aucun plan ne les précède, aucune intelligence ne les dirige. Aussi ne sont-elles concevables qu'après avoir été. Ce dont le finalisme et le providentialisme ne peuvent rendre compte, c'est de cette conception des choses. Ils se donnent toujours l'avenir d'avance - comme si la nature n'était qu'une exécutante et non un champ d'initiatives. Ils escamotent le temps, alors que celui-ci n'a de réalité que par les événements même et qu'il faut attendre pour savoir ce qui va arriver."*⁷⁴

b) Le hasard radical et la physique quantique

La physique quantique repose sur un certain nombre de postulats qui ont longtemps rebuté nombre de physiciens de formation classique. La physique quantique, qui n'a jamais été mise en défaut par aucune expérience, permet d'interpréter et de prévoir une multitude de phénomènes. Elle permet notamment de calculer l'énergie d'ionisation d'un atome, la longueur

73 - LUCRÈCE, *De la Nature*, Livre II

74 - M. CONCHE, *Lucrèce*, éditions de Mégare, 1996, p.56

d'onde de ses raies d'émission, l'énergie de liaison d'une molécule d'hydrogène, de comprendre la radioactivité, l'origine du magnétisme, de la supraconductivité, de prévoir l'existence de nouvelles particules. Les applications technologiques liées à la physique quantique sont nombreuses : les semi-conducteurs, les lasers, la microscopie électronique, l'icôneoscope (appareil de prise de vues pour la télévision), le télescope infrarouge, la résonance magnétique nucléaire...

La physique quantique introduit le hasard-radical, ce qui signifie que le caractère aléatoire est un caractère naturel des phénomènes micro-physiques (physique des atomes, des noyaux et des particules élémentaires). Cependant, pour Albert EINSTEIN, cette théorie est incomplète car "Dieu ne joue pas aux dés". Pour EINSTEIN, proche sur ce point des conceptions de LAPLACE, la physique est déterministe. À l'opposé d'HEISENBERG, et de son principe d'incertitude, EINSTEIN est convaincu que la position et la quantité de mouvement d'une particule élémentaire peuvent exister réellement et simultanément : il considère la physique quantique comme incomplète et devant être dépassée. Pour EINSTEIN, une théorie physique ne peut-être qu'une représentation déterministe et complète de la réalité d'un phénomène faisant intervenir des variables connues, observables et un certain nombre d'autres variables, pour le moment inconnues, appelées « variables cachées ». Pour EINSTEIN, dans l'ignorance actuelle des « variables cachées », le comportement de la matière, au niveau de l'infiniment petit, apparaît arbitraire et les physiciens sont contraints d'utiliser, pour le décrire, une théorie incomplète et probabiliste qui est la physique quantique. Pour BOHR au contraire, une théorie physique n'a de sens que si elle met en relation des théories observables et en ce sens, la physique quantique, qui décrit correctement l'ensemble du comportement observable des particules élémentaires est une théorie complète.

Dans le cadre conceptuel de la physique quantique, les physiciens ont démontré que pour que les particules élémentaires possèdent certaines propriétés, il est nécessaire de renoncer à la thèse d'EINSTEIN selon laquelle il existe des variables cachées que l'on ne peut pas connaître actuellement mais que l'on connaîtra peut-être un jour... Certains physiciens continuent cependant d'adhérer à l'idée que le hasard est la limite de nos connaissances et qu'un jour, lorsque la science aura terminé son travail, « le hasard sera aboli ». Il semble que cette idée soit aporétique, les physiciens BOHR, SOMMERFELD, HEISENBERG, DIRAC, PAULI, EHRENFEST, SCHRÖDINGER, DE BROGLIE, ayant largement attesté du contraire. Ainsi, le comportement des particules

élémentaires est probabiliste et le hasard est dans l'essence même des phénomènes. Pour la microphysique, le hasard est radical. Notons enfin que c'est la conception radicale du hasard, repérée par les épicuriens, qui se retrouve être le concept unificateur de la physique quantique...

Nous avons examiné comment l'esprit humain aborde et construit, la notion de hasard : nous proposons de compléter cette présentation du concept de hasard en nous inspirant de la réflexion de Dominique LAHANIER-REUTER⁷⁵ qui s'est elle-même inspirée des travaux de Benoît MANDELBROT.

6. Les conceptions du hasard : catégorisation dans l'approche mathématique contemporaine

Dominique LAHANIER-REUTER identifie cinq conceptions du hasard dans le monde mathématique contemporain et les décrit en distinguant les différents cadres (l'arithmétique, l'analyse, la théorie de l'information) dans lesquels les outils de modélisation ont été choisis. Il s'agit du « hasard du tirage au sort », du « hasard bénin », du « hasard sauvage », du « hasard lent » et du « hasard formel ». Cette dénomination est propre à D. LAHANIER-REUTER en ce qui concerne le « hasard du tirage au sort » et le « hasard formel » ; elle est celle de Benoît MANDELBROT⁷⁶ pour le « hasard bénin », le « hasard sauvage », le « hasard lent ».

6.1. Cadre arithmétique : le « hasard du tirage au sort »

Il concerne la modélisation des phénomènes aléatoires discrets, dont l'observation peut être reproduite. Les situations modélisées sont des situations de jeux de hasard où le hasard évoqué ne fait l'objet d'aucune définition mathématique. Il est une des règles du jeu et doit être reconnu comme tel par les joueurs qui s'engagent, a priori. Le « hasard du tirage au sort » transforme une situation initiale d'équité, d'indifférenciation absolue entre les joueurs - toutes les chances sont identiques - en une situation finale où les joueurs sont différenciés en gagnants et perdants. Il est défini à partir d'une catégorisation des jeux et s'oppose ainsi à ceux qui sont basés sur une différenciation des joueurs due à leurs habilités ou à leurs mérites.

75 - D. LAHANIER-REUTER, *Conceptions du hasard et enseignement des probabilités statistiques*, PUF, 1999

76 - B. MANDELBROT, *Fractales, hasard et finance*, édition Champs Flammarion, 1997, p.58-74

Dominique LAHANIER-REUTER dresse la liste de ses principales caractéristiques : *“Il s’agit d’un hasard défini conventionnellement, mobilisable à volonté, qui permet de séparer un passé où tous les joueurs ont le droit à la même espérance et un futur où l’inégalité entre joueurs est irréversible. Les effets possibles de l’intervention du hasard sont en nombre fini et peuvent être entièrement décrits, par des outils empruntés à l’arithmétique.”*⁷⁷

6.2. Le « hasard bénin », « sauvage » ou « lent »

Afin de pouvoir caractériser d’autres conceptions du hasard, Dominique LAHANIER-REUTER est contrainte de sortir du cadre de l’arithmétique et d’investir celui de l’analyse mathématique ce qui nécessite l’énoncé des « théorèmes limites ». Une fois ces théorèmes exposés, il est alors possible de classer les phénomènes aléatoires et les hasards dont ils dépendent, selon que les conditions de conformité aux hypothèses des « théorèmes limites » sont parfaitement remplies, ne sont pas remplies ou sont asymptotiquement remplies.

On peut considérer deux sortes de « théorèmes limites » qui sont regroupés sous l’appellation « lois des grands nombres » et « théorème limite central ».

Rappelons que la loi faible des grands nombres, due sous sa forme la plus élémentaire à Jakob BERNOULLI, énonce que lors de la répétition n fois d’une même expérience aléatoire comportant deux issues (une issue dite « succès » de probabilité p ou une issue dite « échec » de probabilité $1 - p$), la probabilité que la fréquence F_n des succès s’écarte de p de plus d’un nombre ε donné, est aussi petite que l’on veut pourvu que n soit assez grand : on dit que F_n converge en probabilité vers p . Le cas le plus simple est celui du lancer d’une pièce de monnaie : la « loi faible des grands nombres » assure que, plus le nombre de lancers est important, plus on a de chances que la fréquence d’apparition de pile soit proche de $1/2$. Soulignons que ce théorème permet de faire le lien entre la statistique et les probabilités : il justifie le fait d’estimer la probabilité p d’un événement par sa fréquence statistique f_n observée sur un grand nombre d’expériences. Remarquons, avec Alfred RÉNYI, qu’il n’y a nul « cercle vicieux » à estimer la probabilité d’un événement par sa fréquence relative : *“Pour finir faisons quelques remarques de principe sur la loi*

⁷⁷ - D. LAHANIER-REUTER, op. cit., p.10

des grands nombres de BERNOULLI. Lors de l'introduction du concept de probabilité, nous avons assigné une probabilité à des événements dont la fréquence relative, au cours d'une longue série d'épreuves, manifestait une certaine stabilité. Ce fait, la stabilité de la fréquence relative, vient d'être démontré mathématiquement. Il est remarquable que la théorie rende possible une description précise de cette stabilité ; cela témoigne sans aucun doute en faveur de sa puissance. Il semblerait qu'il s'agisse alors d'un « cercle vicieux ». Nous avons en effet défini la probabilité grâce à la stabilité de la fréquence relative, mais d'autre part la notion de probabilité intervient pour caractériser cette stabilité. En réalité, il s'agit pourtant de deux choses entièrement différentes. La « définition » de la probabilité comme valeur autour de laquelle oscille la fréquence relative n'est pas une définition mathématique mais une description du substrat concret du concept de probabilité. La loi des grands nombres de BERNOULLI par contre est fondée sur la « définition mathématique » de la probabilité et par conséquent il n'y a là aucun cercle vicieux.”⁷⁸

La loi forte des grands nombres, due à Émile BOREL, énonce que la probabilité que la suite numérique des fréquences effectivement obtenues f_n ne tende pas vers p est nulle : la convergence est presque sûre.

Le théorème limite central (car central dans la théorie), dû à MOIVRE et à LAPLACE, peut être énoncé élémentairement de la manière suivante : dans l'exemple précédent, la loi de la fréquence F_n des succès qui vont se présenter quand on répète n expériences de BERNOULLI, est approchée - pour n assez grand⁷⁹ - par une loi normale⁸⁰ de moyenne p et de variance $\frac{p(1-p)}{n}$.

Selon Benoît MANDELBROT, ces « théorèmes limites » permettent alors de discriminer trois types de hasard (le « hasard bénin », le « hasard sauvage », le « hasard lent ») engendrés par l'obéissance stricte, la non-obéissance ou la pseudo obéissance à ces théorèmes.

a) Le « hasard bénin »

Le hasard dit « bénin » est celui qui caractérise les phénomènes qui obéissent strictement aux « théorèmes limites ». Il s'agit du hasard usuel,

78 - A. RÉNYI, *Calcul des Probabilités*, réédition J. Gabay 1992, p. 144.

79 - $n > 50$

80 - dite aussi de LAPLACE-GAUSS

modélisé par exemple par les jeux de hasard. Dominique LAHANIER-REUTER livre ses principales caractéristiques : *“Ce hasard est reproductible, une séquence finie peut accumuler les variations, peut sembler n’obéir à aucune loi. Par contre, si le nombre d’épreuves devient suffisamment grand, des lois, des régularités apparaissent.”*⁸¹ D’autre part la dispersion des variations autour de la moyenne tend à suivre une loi normale. Dans le cas du « hasard bénin », les effets extraordinaires sont donc très peu probables. Une spécificité du « hasard bénin » est son adéquation aux sciences physiques comme l’illustre l’exemple de la théorie cinétique des gaz où les phénomènes aléatoires considérés sont les vitesses et les positions instantanées des molécules d’un certain volume de gaz.

b) Le « hasard sauvage » et le « hasard lent »

Si le “hasard bénin” se caractérise par une obéissance stricte aux théorèmes limites, d’autres types de hasard vont se caractériser par une non-conformité aux hypothèses assurant la validité de ces théorèmes.

Le « hasard sauvage » ou la théorie du chaos. Ce sont des phénomènes dont les moments (espérance mathématique, variance) ne sont pas définis, comme ceux dont l’espérance mathématique est infinie ou bien des phénomènes qui n’obéissent pas au théorème limite central. Le hasard sauvage est souvent un hasard généré par la dépendance sensitive par rapport aux conditions initiales. Nous l’avons souligné, les phénomènes boursiers, les turbulences, les phénomènes météorologiques relèvent de cette catégorie.

Le « hasard lent » : son comportement paraît sauvage dans le court et le moyen terme, mais à la longue et avec une extraordinaire lenteur, on observe la même régularité que dans le cas du « hasard bénin ».

« Hasard sauvage » et « hasard lent » sont des types de hasard en désaccord avec les projets de la théorie des probabilités : ils ne remplissent pas les conditions d’application des théorèmes, ils sont en quelque sorte « des cas pathologiques ». À l’opposé du « hasard bénin », il ne s’agit plus ici de hasards qui peuvent jouer un rôle d’outil mathématique de modélisation. Comme le souligne D. LAHANIER-REUTER : *“Ils ne s’inscrivent pas dans les cas typiques d’étude, en ce qu’ils interdisent le passage de la connaissance locale*

81 - D. LAHANIER-REUTER, op. cit., p.13

construite à partir d'observations forcément limitées dans le temps, à la connaissance globale du phénomène. Puisqu'ils perturbent le paradigme de la théorie des probabilités, les étudier a constitué une rupture avec l'ancienne théorie et a nécessité la construction de nouveaux champs théoriques, en particulier la théorie du chaos.”⁸²

6.3. La théorie de l'information : le hasard formel, le hasard quantifié

“La théorie de l'information regarde le monde des possibles comme un monde de symboles, lettres de l'alphabet ou simplement suites de 0 et de 1. Elle permet de définir la quantité d'information apportée par la réalisation d'un événement et celle à attendre d'une expérience. Cette quantité d'information est, en fait, une quantité de hasard. Dès lors, il devient possible de se demander par exemple si une suite de chiffres a été fabriquée « au hasard ».”⁸³ La réponse à cette question formulée par Didier DACUNHA-CASTELLE passe par l'idée de complexité. La notion de complexité est liée, dans le cas de la suite de 0 et de 1, à la fois à son caractère aléatoire (a-t-elle été fabriquée au hasard ?) et à la longueur minimale d'un programme d'ordinateur nécessaire à sa fabrication. On définit la complexité d'un algorithme de calcul comme la quantité d'information nécessaire pour obtenir le résultat du calcul selon un algorithme. On peut alors se poser la question de savoir si l'algorithme est compressible, c'est-à-dire si l'on peut trouver un algorithme moins complexe (c'est-à-dire plus court) qui produit les mêmes résultats. Ainsi, pour une suite de 0 et de 1, à dix chiffres par exemple, l'algorithme général doit spécifier la valeur du chiffre (0 ou 1) pour les dix positions. Cela correspond, d'une manière générale, à 10 choix binaires. Mais parmi toutes les suites de 0 et de 1, la suite 1111111111 peut être spécifiée par un programme court qui s'énonce simplement « dix fois un » et ne mobilise que peu d'information. Si la suite devient irrégulière, comme 1001101110, il apparaît, de manière intuitive, que la compression de l'algorithme général va être difficile. Une suite est dite pseudo-aléatoire lorsqu'il n'est pas possible d'exhiber un algorithme plus simple que celui qui consiste à en donner successivement les valeurs. En ce sens, la suite des décimales du nombre π apparaît comme pseudo-aléatoire bien qu'elle soit entièrement déterminée. Par généralisation, un phénomène aléatoire est un phénomène dont la description ne peut être plus simple que la donnée de tout le phénomène : c'est donc un phénomène qui échappe à une description globale condensée et par là même à toute tentative de prédiction globale.

82 - D. LAHANIER-REUTER, op. cit., p.16

83 - D. DACUNHA-CASTELLE, *Chemins de l'aléatoire*, éditions Flammarion, 1996, p.10-11

Conclusion

Nous avons abordé la problématique du hasard selon deux “grilles” d’analyse : une d’essence anthropologique et épistémologique, une autre basée sur une catégorisation mathématique à partir de la plus ou moins stricte obéissance à certains théorèmes de la théorie des probabilités. Bien qu’originales, la pertinence et surtout la productivité des catégories exhibées par Benoît MANDELBROT - hasard lent, hasard sauvage - ne semblent pas être encore totalement établies. Soulignons également que le concept de hasard se trouve ici réintroduit dans le discours mathématique qui l’a expurgé notamment grâce à l’axiomatisation.

Après avoir examiné un certain nombre de configurations dans lesquelles rien n’est fortuit, après avoir traité de la nature subjective du hasard dans la vision déterministe, nous avons abordé le hasard dans sa dimension objective. Dans ce cadre, la théorie du hasard-rencontre apparaît comme une théorie descriptive des situations telles que nous les vivons à l’échelle humaine et la théorie du hasard-radical se révèle être une théorie audacieuse dont les implications et les applications, notamment techniques, sont importantes. Le hasard radical n’existerait pas, semble-t-il, au niveau macroscopique, c’est-à-dire comme phénomène se produisant sans cause mais existerait au niveau microphysique, ce qui pose un certain nombre de problèmes philosophiques assez complexes, d’autant qu’un exposé clair et simple de la mécanique quantique est une entreprise difficile et que les problèmes engagés le sont également. Or, si le principe de raison suffisante, comme le pense LEIBNIZ, est un principe universel comment rendre raison de processus microphysiques dominés par le hasard-radical qui est absence de causes ? Ceci amène à interroger le rapport entre hasard et raison : l’existence du hasard-radical ne pose-t-il pas des limites aux ambitions de la raison à tout vouloir expliquer ?

Bibliographie

- ARISTOTE, *Physique*, traduction H. CARTERON, Paris, Les Belles Lettres, 1926
 G. BACHELARD, *La philosophie du non*, Paris, PUF, édition 1988
 H. BERGSON, *Les deux sources de la morale et de la religion*, éditions Félix Alcan, 1932
 J. BERNOULLI, *L’Ars conjectandi*, 1713, traduction de N. MEUSNIER, publication de l’IREM de Rouen, 1987
 J. BONITZER, *Philosophie du hasard*, Messidor, éditions sociales, 1984
 E. BOREL, *Le hasard*, éditions Félix Alcan, 1938
 P. BOURDIEU, *Ce que parler veut dire*, éditions Fayard, 1982
 M. CONCHE, *Lucrèce*, éditions de Mégare, 1996

- A. COURNOT, *Essai sur les fondements de la connaissance et sur les caractères de la critique philosophique*, Hachette, première édition en 1851
- A. COURNOT, *Considérations sur la marche des idées et des événements dans les temps modernes*, œuvres complètes, tome IV, Paris, Vrin, 1973
- A. COURNOT, *Matérialisme, vitalisme, rationalisme*, œuvres complètes, tome V, réédition Vrin, 1979
- Dictionnaire historique de la langue française*, Le Robert, 1994
- D. DACUNHA-CASTELLE, *Chemins de l'aléatoire*, éditions Flammarion, 1996
- D. DALMEDICO, Le déterminisme de Pierre-Simon LAPLACE et le déterminisme aujourd'hui, in *Chaos et déterminisme*, collection Points sciences, éditions Le Seuil, 1992
- J. DIDEROT, *Jacques le fataliste*, éditions Booking International, Paris, 1993
- G. G. GRANGER, *Le probable, le possible et le virtuel*, éditions O. Jacob, 1995
- O. HOUDÉ, Le développement de l'intelligence chez l'enfant, in *Qu'est-ce que la vie ? Université de tous les savoirs*, volume 1, éditions O. Jacob, 2000
- G. ISRAËL, *La mathématisation du réel*, éditions du Seuil, 1996
- M. KUNDÉRA, *L'insoutenable légèreté de l'être*, NRF Gallimard, 1984
- D. LAHANIER-REUTER, *Conceptions du hasard et enseignement des probabilités statistiques*, PUF, 1999
- P. S. LAPLACE, *Essai philosophique sur les probabilités*, éditions Bourgeois, 1986
- J. LAUTREY, *Classe sociale, milieu familial, intelligence*, PUF, 1980
- S. LEBOVICI, *Le hasard aujourd'hui*, collection Points sciences, éditions Le Seuil, 1991
- L. LÉVY-BRUHL, *La mentalité primitive*, PUF, 1960
- J.M. LÉVY-LEBLOND, La science en son miroir, in *Dictionnaire de l'ignorance*, direction M. CAZENAVE, éditions Albin Michel Sciences, 1998
- J. LIPSE, *De Constantia libri duo qui alloquium praecipue continent in publicis malis*, Anvers, 1584, traduction L. DU BOIS, 1873
- LUCRÈCE, *De la Nature*, Livre II, éditions Les belles lettres, 1972
- B. MANDELROT, *Fractales, hasard et finance*, édition Champs Flammarion, 1997
- T. MARTIN, *Probabilités et critique philosophique selon COURNOT*, éditions Vrin, 1997
- T. MARTIN, *Histoire et théorie du hasard à l'âge classique selon COURNOT*, Revue de Synthèse, n°2-3, 2001
- J. PIAGET, *Six études de psychologie*, éditions Denoël, 1964
- J. PIAGET, *Psychologie et pédagogie*, éditions Denoël, 1969
- J. PIAGET, *Mes idées, propos recueillis par R.I. EVANS*, éditions Denoël/Gonthier, 1973
- J. PIAGET et B. INHELDER, *La genèse de l'idée de hasard chez l'enfant*, PUF, 1974
- H. POINCARÉ, *Calcul des probabilités*, éditions Gauthier-Villars, 1912
- D. RUELLE, *Hasard et chaos*, éditions O. Jacob, 1991
- A. RÉNYI, *Calcul des Probabilités*, réédition J. Gabay 1992
- M. SERRES, *Éclaircissements, entretiens avec B. LATOUR*, PARIS, éditions F. Bourin, 1992
- SOPHOCLE, *Cédipe-roi*, Collection du Repertoire de la Comédie française, Création du festival d'Avignon, 1972
- G. VERGNAUD, *Apprentissages et didactiques, où en est-on ?* éditions Hachette, 1994
- L. S. VYGOTSKI, *Pensée et langage*, traduction L. SÈVE, 3^e édition La dispute, 1997