

PERSPECTIVES PHILOSOPHIQUES

REVUE IVOIRIENNE DE PHILOSOPHIE ET DE SCIENCES HUMAINES



Volume IX - Numéro 18 Décembre 2019 ISSN : 2313-7908

N° DEPOT LEGAL 13196 du 16 Septembre 2016

PERSPECTIVES PHILOSOPHIQUES

Revue Ivoirienne de Philosophie et de Sciences Humaines

Directeur de Publication : Prof. Doh Ludovic FIÉ

Boîte postale : 01 BP V18 ABIDJAN 01

Tél : (+225) 03 01 08 85

(+225) 03 47 11 75

(+225) 01 83 41 83

E-mail : administration@perspectivesphilosophiques.net

Site internet : [http:// www.perspectivesphilosophiques.net](http://www.perspectivesphilosophiques.net)

ISSN : 2313-7908

N° DEPOT LEGAL 13196 du 16 Septembre 2016

ADMINISTRATION DE LA REVUE PERSPECTIVES PHILOSOPHIQUES

Directeur de publication : **Prof. Doh Ludovic FIÉ**, Professeur des Universités
Rédacteur en chef : **Prof. N'dri Marcel KOUASSI**, Professeur des Universités
Rédacteur en chef Adjoint : **Prof. Assouma BAMBA**, Maître de Conférences

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Prof. Aka Landry KOMÉANAN, Professeur des Universités, Philosophie politique, Université Alassane OUATTARA
Prof. Antoine KOUAKOU, Professeur des Universités, Métaphysique et Éthique, Université Alassane OUATTARA
Prof. Ayénon Ignace YAPI, Professeur des Universités, Histoire et Philosophie des sciences, Université Alassane OUATTARA
Prof. Azoumana OUATTARA, Professeur des Universités, Philosophie politique, Université Alassane OUATTARA
Prof. Catherine COLLOBERT, Professeur des Universités, Philosophie Antique, Université d'Ottawa
Prof. Daniel TANGUAY, Professeur des Universités, Philosophie Politique et Sociale, Université d'Ottawa
Prof. David Musa SORO, Professeur des Universités, Philosophie ancienne, Université Alassane OUATTARA
Prof. Doh Ludovic FIÉ, Professeur des Universités, Théorie critique et Philosophie de l'art, Université Alassane OUATTARA
Prof. Henri BAH, Professeur des Universités, Métaphysique et Droits de l'Homme, Université Alassane OUATTARA
Prof. Issiaka-P. Latoundji LALEYE, Professeur des Universités, Épistémologie et Anthropologie, Université Gaston Berger, Sénégal
Prof. Jean Gobert TANO, Professeur des Universités, Métaphysique et Théologie, Université Alassane OUATTARA
Prof. Kouassi Edmond YAO, Professeur des Universités, Philosophie politique et sociale, Université Alassane OUATTARA
Prof. Lazare Marcellin POAMÉ, Professeur des Universités, Bioéthique et Éthique des Technologies, Université Alassane OUATTARA
Prof. Mahamadé SAVADOGO, Professeur des Universités, Philosophie morale et politique, Histoire de la Philosophie moderne et contemporaine, Université de Ouagadougou
Prof. N'Dri Marcel KOUASSI, Professeur des Universités, Éthique des Technologies, Université Alassane OUATTARA
Prof. Samba DIAKITÉ, Professeur des Universités, Études africaines, Université Alassane OUATTARA

COMITÉ DE LECTURE

Prof. Ayénon Ignace YAPI, Professeur des Universités, Histoire et Philosophie des sciences, Université Alassane OUATTARA
Prof. Azoumana OUATTARA, Professeur des Universités, Philosophie politique, Université Alassane OUATTARA
Prof. Catherine COLLOBERT, Professeur des Universités, Philosophie Antique, Université d'Ottawa
Prof. Daniel TANGUAY, Professeur des Universités, Philosophie Politique et Sociale, Université d'Ottawa
Prof. Doh Ludovic FIÉ, Professeur des Universités, Théorie critique et Philosophie de l'art, Université Alassane OUATTARA
Prof. Henri BAH, Professeur des Universités, Métaphysique et Droits de l'Homme, Université Alassane OUATTARA
Prof. Issiaka-P. Latoundji LALEYE, Professeur des Universités, Épistémologie et Anthropologie, Université Gaston Berger, Sénégal
Prof. Kouassi Edmond YAO, Professeur des Universités, Philosophie politique et sociale, Université Alassane OUATTARA
Prof. Lazare Marcellin POAMÉ, Professeur des Universités, Bioéthique et Éthique des Technologies, Université Alassane OUATTARA
Prof. Mahamadé SAVADOGO, Professeur des Universités, Philosophie morale et politique, Histoire de la Philosophie moderne et contemporaine, Université de Ouagadougou
Prof. Samba DIAKITÉ, Professeur des Universités, Études africaines, Université Alassane OUATTARA

COMITÉ DE RÉDACTION

Prof. Abou SANGARÉ, Professeur des Universités
Dr. Donisongui SORO, Maître de Conférences
Dr Alexis KOFFI KOFFI, Maître-Assistant
Dr. Kouma YOUSOUF, Maître de Conférences
Dr. Lucien BIAGNÉ, Maître de Conférences
Dr. Nicolas Kolotioloma YEO, Maître-Assistant
Dr. Steven BROU, Maître de Conférences
Secrétaire de rédaction : **Dr. Blé Sylvère KOUAHO**, Maître de Conférences
Trésorier : **Dr. Grégoire TRAORÉ**, Maître de Conférences
Responsable de la diffusion : **Prof. Antoine KOUAKOU**, Professeur des Universités

SOMMAIRE

1. L'objectivation du divin dans la rationalité platonicienne et dans la foi chrétienne, Ange Allassane KONÉ	1
2. Montaigne et l'humanisme pédagogique médiéval, Gaoussou OUEDRAOGO	21
3. L'œuvre d'art et la décadence de son aura : contribution à une critique benjaminienne de la modernité technoscientifique, Barthelemy Brou KOFFI	39
4. Le principe espérance de Bloch : un défi au nihilisme, Issouf CAMARA	57
5. Le sentiment de responsabilité et la protection de la nature en faveur des générations futures chez Hans Jonas, Grégoire TRAORÉ et Kouassi Hermann SIALLOU	74
6. De la compatibilité entre la réfutabilité chez Popper et la science normale chez Kuhn, Bi Ya Télésphor GOZI	88
7. L'universalité conceptuelle à l'épreuve de la diversité des contextes : Perspectives de Théophile Obenga et de Jean-François Lyotard, Garba OUMAROU et Mounkaïla Abdo Laouali SERKI	106
8. Raison et prospective : analyse critique, Evariste Dupont BOBOTO	122
9. Les politiques migratoires : de la souveraineté à la solidarité, Essouf BINI et Dotsè Charles-Grégoire ALOSSE	142
10. L'axiomatique formalisée : idéal déductif ou illusion d'un idéal déductif ?, Pancrace AKA	165
11. Contexte de prise en charge et Stratégies de résilience post chirurgicale des porteuses de fistules chroniques à Korhogo, Gnazégbo Hilaire MAZOU, Zagocky Euloge GUEHI et Bi Koloko Wilfried OUIZAN	183

12. La politique de communication de la Caisse Nationale de Prévoyance Sociale sur le paiement des cotisations sociales des travailleurs du secteur privé de Côte d'Ivoire,

Bally Claude KORÉ199

13. Roman africain contemporain francophone et nouveau roman : de la similarité poétique à l'imposture critique,

Taïgba Guillaume ROUDÉ209

LIGNE ÉDITORIALE

L'univers de la recherche ne trouve sa sève nourricière que par l'existence de revues universitaires et scientifiques animées ou alimentées, en général, par les Enseignants-Chercheurs. Le Département de Philosophie de l'Université de Bouaké, conscient de l'exigence de productions scientifiques par lesquelles tout universitaire correspond et répond à l'appel de la pensée, vient corroborer cette évidence avec l'avènement de *Perspectives Philosophiques*. En ce sens, *Perspectives Philosophiques* n'est ni une revue de plus ni une revue en plus dans l'univers des revues universitaires.

Dans le vaste champ des revues en effet, il n'est pas besoin de faire remarquer que chacune d'elles, à partir de son orientation, « cultive » des aspects précis du divers phénoménal conçu comme ensemble de problèmes dont ladite revue a pour tâche essentielle de débattre. Ce faire particulier proposé en constitue la spécificité. Aussi, *Perspectives Philosophiques*, en son lieu de surgissement comme « autre », envisagée dans le monde en sa totalité, ne se justifie-t-elle pas par le souci d'axer la recherche sur la philosophie pour l'élargir aux sciences humaines ?

Comme le suggère son logo, *perspectives philosophiques* met en relief la posture du penseur ayant les mains croisées, et devant faire face à une préoccupation d'ordre géographique, historique, linguistique, littéraire, philosophique, psychologique, sociologique, etc.

Ces préoccupations si nombreuses, symbolisées par une kyrielle de ramifications s'enchevêtrant les unes les autres, montrent ostensiblement l'effectivité d'une interdisciplinarité, d'un décloisonnement des espaces du savoir, gage d'un progrès certain. Ce décloisonnement qui s'inscrit dans une dynamique infinitiste, est marqué par l'ouverture vers un horizon dégagé, clairsemé, vers une perspective comprise non seulement comme capacité du penseur à aborder, sous plusieurs angles, la complexité des questions, des

préoccupations à analyser objectivement, mais aussi comme probables horizons dans la quête effrénée de la vérité qui se dit faussement au singulier parce que réellement plurielle.

Perspectives Philosophiques est une revue du Département de philosophie de l'Université de Bouaké. Revue numérique en français et en anglais, *Perspectives Philosophiques* est conçue comme un outil de diffusion de la production scientifique en philosophie et en sciences humaines. Cette revue universitaire à comité scientifique international, proposant études et débats philosophiques, se veut par ailleurs, lieu de recherche pour une approche transdisciplinaire, de croisements d'idées afin de favoriser le franchissement des frontières. Autrement dit, elle veut œuvrer à l'ouverture des espaces gnoséologiques et cognitifs en posant des passerelles entre différentes régionalités du savoir. C'est ainsi qu'elle met en dialogue les sciences humaines et la réflexion philosophique et entend garantir un pluralisme de points de vues. La revue publie différents articles, essais, comptes rendus de lecture, textes de référence originaux et inédits.

Le comité de rédaction

DE LA COMPATIBILITÉ ENTRE LA RÉFUTABILITÉ CHEZ POPPER ET LA SCIENCE NORMALE CHEZ KUHN

Bi Ya Télesphor GOZI

Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY d'Abidjan-Cocody (Côte d'Ivoire)

biyatelesphorgozi@gmail.com

Résumé :

Nous voulons montrer qu'il y a compatibilité entre *science normale* et *réfutabilité*, car la *science normale* conduit nécessairement à la *réfutabilité* des théories scientifiques, non pas au sens où ces théories scientifiques seraient systématiquement abandonnées par les scientifiques, mais au sens où leurs structures sont mises en difficulté par des contre-exemples. On peut, de ce point de vue, dire que l'activité scientifique se caractérise à la fois par la *science normale* et par la *réfutabilité*. Pourtant, Karl Popper et Thomas Kuhn semblent faire de la *science normale* et de la *réfutabilité* deux caractéristiques distinctes de la science. Ainsi, si Kuhn présente la *science normale* comme étant ce qui fait la spécificité de la science, Karl Popper, quant à lui, estime que c'est plutôt la *réfutabilité* qui définit la science.

Mots clés : Réfutabilité, Résolution d'énigmes, Révolutions scientifiques, Science normale.

Abstract:

We want to show that there is compatibility between normal science and refutability, because normal science necessarily leads to the refutability of scientific theories, not in the sense that these scientific theories are systematically abandoned by scientists, but in the sense that their structures are put in difficulty by counter-examples. From this point of view, it can be said that scientific activity is characterized by both normal science and refutability. Yet, Karl Popper and Thomas Kuhn seem to make normal science and refutability two distinct characteristics of science. Thus, while Kuhn presents normal science as the specificity of science, Karl Popper believes that it is refutation that defines science.

Keywords : Normal science, puzzle solving, refutability, Scientific revolutions.

Introduction

Les philosophes des sciences disent opposer Karl Raimund Popper (1902-1994) à Thomas Samuel Kuhn (1922-1996) en ce qui concerne la caractéristique essentielle de la science¹. Ainsi, avec la prétention de décrire l'histoire effective de la physique, Kuhn présente en 1962, contre Popper, la *science normale* comme la caractéristique essentielle de la science. Selon lui, la *science normale* consiste pour des spécialistes à conserver et à ajuster une théorie scientifique donnée, de sorte à en faire une théorie dominante durant une période relativement longue. Il estime que la théorie de la gravitation d'Isaac Newton et la théorie de la relativité d'Albert Einstein en ses deux aspects (la relativité restreinte et la relativité générale) ont été utilisées à une telle fin par les savants à leurs époques respectives. Mais, Popper dit ne pas être d'accord avec l'idée kuhnienne de *science normale*, à laquelle il oppose sa théorie de la *réfutabilité*, une théorie qui, rappelons-le, est plus ancienne que celle de Kuhn, car datant de 1934. Pour Popper, en fait, la *science normale* telle que présentée par Kuhn n'est pas « normale », en ce sens qu'elle vise à mettre à mal le progrès de la science, en faisant le lit de l'irrationalisme et du relativisme. C'est pourquoi il estime que la théorie kuhnienne de la *science normale* n'entache en rien la légitimité de sa théorie de la réfutabilité, selon laquelle la science vise à falsifier les théories au moyen de tests expérimentaux.

Si Popper prône une science permanentement critique à travers la *réfutabilité*, Kuhn quant à lui revendique, contre Popper, une science permanentement dogmatique à travers la *science normale*. De ce point de vue, il semble avoir une opposition entre *science normale* et *réfutabilité*. Mais, cette opposition entre *science normale* et *réfutabilité* ne relève-t-elle pas de l'apparence ? Comment, et en quoi, pourrait-on établir un rapport de compatibilité entre *science normale* et *réfutabilité* ?

¹ Par caractéristique essentielle de la science, nous entendons ce qui fait la particularité de la science ; autrement dit, ce qui la définit et qui est, par conséquent, à l'origine de son progrès.

Cette réflexion vise à montrer que le débat entre Kuhn et Popper, à propos de la *science normale* et de la *réfutabilité*, relève en réalité d'une incompréhension et qu'il existe, malgré une certaine divergence de points de vue, une compatibilité entre *science normale* et *réfutabilité*. Car, la *science normale* conduit nécessairement à la *réfutabilité* des théories scientifiques, non pas au sens où ces théories scientifiques seraient systématiquement abandonnées par les scientifiques, mais au sens où leurs structures sont mises en difficulté par des contre-exemples. On peut, par conséquent, soutenir que l'activité scientifique se caractérise à la fois par la *science normale* et par la *réfutabilité*.

Notre analyse tiendra en quatre parties : Dans la première, nous présenterons les notions de "*réfutabilité*" chez Popper et de "*science normale*" chez Kuhn. Dans la deuxième partie, nous exposerons les arguments de Kuhn contre la "*réfutabilité*" poppérienne. Dans la troisième partie, nous ferons cas des critiques de Popper contre la "*science normale*" chez Kuhn. Dans la quatrième et dernière partie, nous exposerons les raisons qui nous conduisent à soutenir l'idée d'une compatibilité entre "*réfutabilité*" chez Popper et "*science normale*" chez Kuhn.

1. Des notions de « réfutabilité » chez Popper et de « science normale » chez Kuhn

Le philosophe Karl Popper s'est fait le défenseur d'une science essentiellement critique. Cette vision de la science est soutenue par son célèbre principe de "*réfutabilité*". Ainsi que le rapporte M. Nguimbi (2016, p. 33), « (...) la *réfutabilité* est née en réaction contre la "*vérifiabilité*" que les *inductivistes* avaient inscrit comme critère de démarcation entre la science et la *métaphysique* que les tenants du Cercle de Vienne cherchaient à tout prix à battre en brèches ». En fait, Popper estime que l'expérience ne permet pas de vérifier les théories, au sens où il y aurait une correspondance entre chaque théorie scientifique et le réel, de sorte à produire des vérités absolues.

Popper nous dit que si l'expérience ne permet pas de vérifier les théories, « ce que nous sommes capables de déterminer, c'est au mieux [leur] fausseté. » (K. Popper, 1991, p. 54). Dans une telle perspective, il soutient que le scientifique

élabore d'abord des conjectures les plus larges et précises possibles sur le réel. Celles-ci sont ensuite falsifiées au moyen des tests d'expérience et d'observation de plus en plus rigoureux et élaborés. Tant qu'une théorie leur résiste, elle est dite corroborée ; mais elle demeure toujours faillible et donc non éternellement vraie. Le but de la science est, selon Popper, de découvrir des vérités provisoires, car « *le progrès de la connaissance consiste à remplacer les vieux problèmes par de nouveaux, grâce à des conjectures et à des tentatives pour les réfuter.* » (K. Popper, 1991, p. 391). Pour Popper, la science progresse de conjecture en réfutation et *vice-versa*, jusqu'à ce qu'il s'en dégage une sorte de "vérisimilitude". Chez Popper, l'idée de "vérisimilitude" signifie que « (...) *notre découverte de la "chose en soi" n'est jamais acquise une fois pour toutes, et qu'elle est "une quête sans fin" : toutes nos connaissances sont approchées ou approchantes* ». (A. Boyer (2017, p. 73). Une telle vision du progrès de la science obéit au schéma suivant ; $P1 \rightarrow TS \rightarrow EE \rightarrow P2$.²

Quant à Thomas Kuhn, il fonde la science sur la notion de *science normale*. Il aborde cette notion dans son maître-ouvrage *La structure des révolutions scientifiques*, ouvrage paru en 1962.

Dans cet essai, le terme science normale désigne la recherche solidement fondée sur un ou plusieurs accomplissements passés, accomplissements que tel groupe scientifique considère comme suffisants pour le point de départ d'autres travaux. (T. S. Kuhn, 1983, p. 29).

La *science normale* est, selon Kuhn, un type de recherche scientifique basé sur un paradigme, c'est-à-dire sur des applications exemplaires d'une théorie donnée qu'on retrouve généralement dans les manuels scientifiques. Ces applications de théories apparaissent comme des repères dont se servent les savants dans le cadre de leur formation et de leur carrière professionnelle. C'est ce que Kuhn entend par une « *recherche solidement fondée sur un ou plusieurs accomplissements passés* ».

La *science normale* donne lieu à des périodes relativement longues et stables dans lesquelles le travail des scientifiques consiste en une activité

² Pour plus de détails, voir M. Nguimbi, 2016, pp. 25-29.

d'ajustement d'une théorie-paradigme donnée, à l'instar de celles susmentionnées. Il s'agit pour des spécialistes d'étendre la portée d'une théorie-paradigme. Un tel travail consiste en l'épuration d'une théorie-paradigme de ses erreurs de jeunesse, en la confirmation de ses prédictions à l'aide d'appareillages spéciaux fabriqués selon certaines exigences définies par ladite théorie. Par exemple, les spécialistes de l'optique physique et la plupart des spécialités constitutives des sciences de la nature du XVIII^{ème} siècle ont, d'après Kuhn, travaillé à étendre la portée du paradigme newtonien.

Mais, ce travail d'ajustement d'une théorie-paradigme ne vise pas de façon formelle la recherche de nouveautés factuelles ou théoriques. C'est une activité de conservation d'une théorie-paradigme existante. Elle ne vise à rechercher que des données plus ou moins prévisibles :

La science normale n'a jamais pour but de mettre en lumière des phénomènes d'un genre nouveau ; ceux qui ne cadrent pas avec la boîte passent même souvent inaperçus. Les scientifiques n'ont pas non plus pour but, normalement, d'inventer de nouvelles théories, et ils sont souvent intolérants envers celles qu'inventent les autres. Au contraire, la recherche de la science normale est dirigée vers l'articulation des phénomènes et théories que le paradigme fournit déjà. (T. S. Kuhn, 1983, pp. 46-47).

Ce conservatisme, qui caractérise la science normale, conduit Kuhn à comparer « la recherche normale » à une résolution d'énigmes : « Les énigmes, au sens où nous l'entendons ici, représentent ces problèmes spécifiques qui donnent à chacun l'occasion de prouver son ingéniosité ou son habileté. » (T. S. Kuhn, 1983, p. 62). En effet, les problèmes de la recherche normale supposent des solutions n'étant recevables qu'à la lumière du paradigme commun. C'est cette idée qui justifie ici leur comparaison à des énigmes. Une énigme, au sens kuhnien du terme, constitue un problème scientifique dont la nature des solutions acceptables est déterminée par une théorie-paradigme. Les énigmes apparaissent ici comme étant les seuls problèmes légitimes dans la mesure où elles obéissent à des principes bien définis par le paradigme.

À en croire Kuhn, c'est à la résolution d'énigmes que se consacrent les scientifiques durant la plus grande partie de leurs carrières. Mais, il arrive souvent qu'une théorie-paradigme échoue face à une anomalie. Une anomalie

est, au sens kuhnien du terme, un fait inattendu qui apparaît durant une recherche normale. Il s'agit de la contradiction d'une théorie scientifique qui a cours. Mais cette nouveauté factuelle qui contredit la théorie est au départ perçue comme un problème non-scientifique qui gêne justement l'ajustement du paradigme en terme de portée et de précision. Ce problème nouveau peut finir par donner aux hommes de science « *l'impression que la nature, d'une manière ou d'une autre, contredit les résultats attendus dans le cadre du paradigme qui gouverne la science normale* ». (T. S. Kuhn, 1983, p. 83). L'anomalie a donc un caractère exceptionnel. Mais, c'est une grande maîtrise du paradigme en vigueur qui permet aux hommes de science d'avoir une idée claire et distincte d'une anomalie. La perception de l'anomalie est fonction d'une grande connaissance du paradigme en vigueur. C'est dans cette perspective que s'inscrit ce passage de *La structure des révolutions scientifiques* :

La nouveauté n'apparaît ordinairement qu'à l'homme qui, sachant avec précision ce qu'il doit attendre, est capable de reconnaître qu'il se produit quelque chose d'autre. L'anomalie n'apparaît que sur la toile de fond fournie par le paradigme. Plus la précision et la portée du paradigme sont grandes, plus celui-ci se révèle un indicateur sensible pour signaler les anomalies. (T. S. Kuhn, 1983, p. 83).

Les hommes qui font une recherche normale avancent donc involontairement vers la nouveauté. Toute chose qui fait dire à Kuhn que ce n'est pas la recherche systématique de nouveautés qui conduit la science au progrès, mais la maîtrise d'une théorie ayant déjà fait ses preuves.

Lorsqu'une anomalie résiste aux assauts répétés d'une communauté scientifique, l'impatience finit par gagner certains hommes de science. Ceux-ci s'orientent vers des instruments autres que ceux fournis par l'ancien paradigme dans l'espoir de venir à bout de l'anomalie. On assiste, alors, à des tiraillements entre les spécialistes, à des débats sur les fondements du paradigme en vigueur. Kuhn décrit cela par le vocable de « crise ».

La « crise » donne lieu à une sorte de recherche inattendue et chaotique. Pour désigner cette nouvelle forme de travail scientifique, Kuhn emploie le concept de *science extraordinaire*. La *science extraordinaire* est, selon Kuhn, distincte de la *science normale*, tant du point de vue de son objet qu'au niveau du type de travail scientifique qu'elle consacre. La *science normale* se

caractérisée par la routine. Les savants y travaillent dans le sens de l'élaboration de sous-théories et d'expérimentations susceptibles de les corroborer en renforçant le paradigme commun en portée et en précision. Un exploit particulier est considéré comme un exemple pour les autres spécialistes. À l'opposé de cette forme de recherche, il y a la *science extraordinaire* qui apparaît plutôt comme une « *science non normale* » (T. Kuhn, 1983, p. 131). En qualifiant ainsi cette recherche, l'objectif de Kuhn est avant tout de mettre l'accent sur le caractère inhabituel de son objet : l'anomalie ou, pour être plus précis, une anomalie persistante. L'anomalie est un problème extraordinaire. Et Kuhn signale que sa persistance est facteur de crise.

L'idée de crise est la différence fondamentale entre la *science normale* et la *science extraordinaire*. Mieux, la *science extraordinaire* n'est rien d'autre que la *science normale* en crise. L'idée de crise signifie qu'un paradigme en vigueur est malade en raison d'échecs répétés. Ce qui suscite une recherche plus ou moins chaotique. En effet, pendant une crise « *le paradigme existe encore, mais peu de spécialistes se révèlent entièrement d'accord sur sa nature* ». (T. S. Kuhn, 1983, p. 122). Kuhn fait donc usage du concept de crise pour décrire les moments de débats philosophiques plus ou moins houleux sur les instruments méthodologiques d'un paradigme en vigueur. Pendant ces moments, certains membres du groupe réalisent la nécessité de renoncer à certains des aspects du paradigme en raison de la persistance d'une anomalie. Pour ces derniers, la résistance du phénomène inhabituel suppose non seulement l'échec des règles existantes, mais aussi la nécessité de rompre d'avec le paradigme en vigueur. Car, comme le souligne T. S. Kuhn (1983, p. 102), « *l'échec des règles existantes est le prélude de la recherche de nouvelles règles.* » Un tel phénomène induit un climat d'insécurité chez tous ceux qui, au départ, croyaient au caractère infaillible d'un paradigme en vigueur. Selon Kuhn, la crise est le lieu où la critique se fait véritablement présente en science. Kuhn estime, en clair, que c'est seulement en période de *science extraordinaire* que certains hommes de science se préoccupent de la recherche critique de nouveaux outils de travail.

Kuhn utilise plusieurs exemples pour illustrer son point de vue sur les crises de *sciences normales*. Nous mentionnerons trois dans le cadre de cette contribution. Le premier exemple touche à l'astronomie avant la révolution copernicienne. En effet, pendant environ quatre siècles, le système de Ptolémée régna en maître sur l'astronomie. Cependant, son incapacité à expliquer des phénomènes tels que la position des planètes et la précession des équinoxes avait créé des divergences sans précédent entre les astronomes. En outre, des facteurs sociaux et extrascientifiques tels que la nécessité de reformer le calendrier, la critique d'Aristote au Moyen Age et la montée du néoplatonisme pendant la période de la Renaissance ont, selon Kuhn, contribué à aggraver cette crise. S'appuyant sur ses travaux consacrés à Copernic et rendus publics dans son ouvrage intitulé *La révolution copernicienne*, (T. S. Kuhn, 1983, p. 104) rapporte cette crise en ces termes :

Au XVI^e, le collaborateur de Copernic, Dominico da Novara, soutenait qu'aucun système aussi compliqué et inexact que l'était devenu le système de Ptolémée ne pouvait être fidèle à la nature. Et Copernic lui-même écrivait dans la préface du *De Revolutionibus* que la tradition astronomique dont il avait hérité avait fini par créer un monstre. Copernic et son collaborateur dénoncent donc, sans équivoque, le caractère défectueux du système de Ptolémée.

Le second exemple est celui de la chimie avant Lavoisier. Les échecs de la théorie du phlogistique face aux nouvelles expériences en laboratoire sur « l'air » entreprises peu après 1770 avaient contribué à la mettre en crise. Ainsi, « *il y avait presque autant de versions de la théorie du phlogistique que de chimistes spécialisés dans l'étude des gaz* ». (T. S. Kuhn, 1983, p. 106). Cette prolifération est, selon Kuhn, le signe d'un paradigme en crise.

Le troisième exemple de crise est celui de la physique avant Einstein. Selon Kuhn, la critique leibnizienne de l'espace absolu chez Newton a préparé la voie à cette crise. Celle-ci n'a véritablement été déclenchée qu'avec le problème de la résistance de l'éther. Il s'est révélé difficile pour les scientifiques travaillant sous la coupole du paradigme newtonien de la gravitation universelle et en particulier pour Maxwell, d'introduire la rigidité de l'éther dans l'explication qu'ils

consacrèrent au comportement électromagnétique des corps en mouvement. Ce constat a donc contribué à la mise en doute de l'efficacité du paradigme newtonien et donna lieu à plusieurs tentatives d'explications divergentes (Celles de Lorentz et Fitzgerald par exemple). L'échec de ces théories divergentes a contribué à la naissance de la théorie de la relativité qui vint à bout de cette anomalie. Kuhn démontre l'ampleur de cette crise à travers ce témoignage d'Einstein : « *c'était comme si le sol se dérobaît sous les pas et qu'il était impossible d'apercevoir nulle part un fondement solide sur lequel on aurait pu construire* ». (T. S. Kuhn, 1983, p. 122).

Ces trois exemples permettent non seulement de mieux appréhender la notion de science *révolutionnaire* ou *extraordinaire*, mais aussi et surtout le rôle décisif que peut avoir une crise au sein d'une communauté scientifique. Ces moments exceptionnels que constituent les crises sont, selon Kuhn, le préalable à tout changement de paradigme. Une crise témoigne du poids de la tradition et fournit des données nécessaires à un changement des règles existantes. Kuhn dit, à cet effet, que « *presque toujours, les hommes qui ont réalisé les inventions fondamentales d'un nouveau paradigme étaient soit très jeunes, soit tout nouveau venus dans la spécialité dont ils ont changé le paradigme* ». (T. S. Kuhn, 1983, p. 131). Cette remarque laisse entrevoir l'influence décisive du poids de la tradition. Face à un phénomène nouveau, les hommes de science les plus anciens sont déterminés par les pesanteurs de la tradition. De l'avis de Kuhn, tout changement de paradigme constitue un processus très complexe. Plus une crise dure, plus le paradigme qui peut en découler est mieux agencé et résistant à d'éventuelles critiques.

Les crises prennent généralement fin par un changement de paradigme. Mais la science normale peut quelquefois se révéler, *in extremis*, capable de résoudre le problème à l'origine de la crise. Il peut également arriver que l'anomalie à l'origine d'une crise soit étiquetée et mise de côté dans l'espoir qu'une nouvelle génération de savants, éventuellement mieux outillés que leurs devanciers, puissent parvenir à sa résolution. Mais, pour Kuhn, tout changement de paradigme n'est pas un progrès vers la vérité. Il s'agit tout au plus d'un changement dans notre façon de voir et de concevoir le monde. Car,

selon lui, pour soutenir qu'il y a un progrès global des théories vers la vérité, il faut qu'il existe une continuité méthodologique, sémantique et ontologique entre paradigmes. Kuhn nie l'existence d'une telle continuité entre paradigmes en affirmant leur incommensurabilité, terme signifiant littéralement « absence de mesure commune ». Pour lui, le triomphe d'une nouvelle théorie-paradigme ne relève pas exclusivement de la logique et de l'expérimentation, mais d'un « consensus », c'est-à-dire de la décision d'un groupe de savants ayant réalisé la nécessité de travailler avec un nouvel outil appelé à être épuré de ses imperfections de jeunesse.

2. Critique kuhnienne de la « réfutabilité » poppérienne

Pour Popper, ce qui préoccupe les savants de manière constante est la critique des théories et non leur conservation. Or, « contre la conception poppérienne du progrès scientifique, Kuhn reprend l'idée formulée à l'origine par Michael Polanyi, que ce progrès tient au contraire à une suspension de la critique remplacée par la résolution ordinaire de puzzles, à la lumière d'un paradigme donné ». (M. Brudny, 2002, p.197). Résoudre des énigmes consiste moins en la recherche de nouveautés qu'en un travail d'ajustement d'un paradigme en vigueur. À en croire Kuhn, les hommes de science remettent rarement en cause leurs acquis, ils travaillent plutôt dans le sens de leur consolidation. Et ce travail d'ajustement suppose qu'un travail scientifique n'est jamais parfait. Car,

Le succès d'un paradigme est en grande partie au départ une promesse de succès, révélée par des exemples choisis et encore incomplets. La science normale consiste à réaliser cette promesse en étendant la connaissance des faits que le paradigme indique comme particulièrement révélateur, en augmentant la corrélation entre ces faits et les prédictions du paradigme, et en ajustant davantage le paradigme lui-même. (T. S. Kuhn, 1983, p. 46).

Pour Kuhn, en fait, un paradigme n'est pas destiné à être immédiatement falsifié. Cette démarche n'est pas, selon lui, la véritable motivation des hommes de science, compte tenu de leurs liens d'affectivité avec leurs travaux. T. S. Kuhn (1983, p.203) le dit ainsi : "*Mais, la « falsification », bien qu'elle se produise sûrement, ne se produit pas dès l'émergence d'une anomalie ou d'une instance « falsifiante ».*

À partir des épisodes historiques tels que la révolution copernicienne, la naissance de la chimie de Lavoisier et la genèse de la biologie darwinienne, Kuhn rejette le falsificationnisme de Popper comme motivation essentielle des savants, car, selon lui, une théorie n'est pas systématiquement rejetée dès qu'elle rencontre une anomalie ayant tendance à la falsifier. Les savants peuvent être amenés à utiliser des hypothèses *ad hoc* pouvant à la longue sauver la théorie concernée. Ce fut, par exemple, le cas de la théorie de la gravitation de Newton au XIX^{ème} siècle. Celle-ci connaissait quelques anomalies dans l'explication du mouvement orbital de Mercure et d'Uranus. Les scientifiques d'alors n'ont pas pour autant conclu qu'elle était fautive comme théorie ; mais ils ont émis l'hypothèse d'une autre planète (Neptune) déviant légèrement l'orbite d'Uranus. Cette hypothèse a été confirmée dans la nuit du 23 septembre 1846 par l'astronome allemand Johann Gottfried Galle (1812-1910) à partir des calculs de l'astronome français Urbain Le Verrier (1811-1877). Kuhn en conclut alors que « *ce problème du choix de paradigme ne peut jamais être réglé sans équivoque par le seul jeu de la logique et de l'expérimentation* » (T. Kuhn, 1983, p. 136). Si toutes les preuves expérimentales s'inscrivent dans un paradigme, il devient alors problématique de leur accorder un rôle décisif dans les choix inter-théoriques. Dès lors, une théorie ne succède pas à une autre mais la remplace. Un remplacement dont la complexité structurelle échappe, selon Kuhn, aux critères rigides de scientificité à l'instar de celui de la falsifiabilité de Karl Popper. C'est pourquoi dans « *Logique de la découverte ou psychologie de la recherche ?* », Kuhn accuse Popper d'avoir une conception naïve de la falsification qui consisterait à croire que les scientifiques rejettent automatiquement leurs instruments théoriques à chaque fois que leurs instruments sont confrontés à des difficultés : « *Sir Karl n'est pas un falsificationniste naïf, disais-je, mais il me semble qu'on peut légitimement le traiter comme tel.* » (T. S. Kuhn, 1990, p. 377).

3. Critique poppérienne de la notion kuhnienne de « science normale »

Popper rejette la *science normale* comme un idéal de scientificité. Ainsi, dans les années 70, Popper consacre un article « *Normal Science and its Dangers* » à sa critique de la *science normale*. Cet article est publié dans

Criticism and Growth of Knowledge, qui est l'acte d'un symposium ayant eu lieu le 13 juillet 1965 à Londres sur l'œuvre de Kuhn. « *Logique de la découverte ou psychologie de la recherche ?* » de Kuhn est l'exposé inaugural de ce symposium. Dans la section 39 de « *Replies to my critics* », Popper revient sur l'essentiel des idées qu'il expose dans « *Normal Science and its Dangers* ». Ainsi, dans ces deux articles, Popper reconnaît, d'entrée de jeu, l'existence de la *science normale*. Pour lui, la *science normale* est née vers la première guerre mondiale du besoin de disposer d'un grand nombre de technologues qualifiés et de la course aux armements modernes. Et que, Kuhn a le mérite d'avoir attiré son attention sur le phénomène de la *science normale* qu'il relègue au second plan dans sa vision générale de la science. Mais, poursuit Popper, la *science normale* n'est pas un idéal de scientificité souhaitable : « *Je pense cependant que Kuhn se trompe en suggérant que ce qu'il appelle la science « normale » est normale.* » (K. Popper, 1970, p. 53).³ Popper estime que la *science normale* est un danger pour la science elle-même et pour notre civilisation. Selon lui, le scientifique « normal »⁴, tel que décrit par Kuhn, a été mal formé, dans la mesure où il a été enseigné à avoir un esprit dogmatique. Pour Popper, le scientifique « normal » est un scientifique appliqué, victime d'endoctrinement. Il distingue ce scientifique "appliqué" du scientifique « pur » qui, pour lui, se caractérise par l'esprit critique. Le scientifique « pur » travaille dans la perspective d'une remise en question des théories. Popper pense que la *science normale* encourage à la conservation des théories et comporte, par conséquent, le risque de faire stagner la science. À ce supposé conservatisme, il oppose le criticisme, c'est-à-dire une critique permanente des théories scientifiques. Il estime que cela a l'avantage de faire progresser la science. C'est en ce sens qu'il soutient l'idée d'une « *une révolution en permanence* » (*revolution in permanence*) en science. (K. Popper, 1974, p. 1147).

Pour Popper, en faisant de la science normale un idéal de scientificité et surtout en faisant reposer le choix inter-théorique sur le critère de décision de

³« I believe, however, that Kuhn is mistaken when he suggests that what he calls 'normal' science is normal. » (K. Popper, 1970, p. 53).

⁴ Les guillemets traduisent ici le refus de Popper de souscrire à la normalité de la science normale.

groupe, Kuhn nie la rationalité de la science et la réduit à des facteurs sociologiques et psychologiques : « *La catastrophe majeure serait le remplacement d'un critère rationnel de la science par un critère sociologique* » (K. Popper, 1974, p. 1147). Toute chose qui, à en croire Popper, comporte des risques de relativisme, vu que Kuhn fait dépendre les critères de rationalité des paradigmes et qu'il affirme que le choix entre théories rivales n'est pas exclusivement dicté par des règles logiques et par l'expérimentation. Selon Popper, les notions de *science normale* et de paradigme rendent impossible une comparaison rationnelle de théories scientifiques rivales. Comparaison qui conduirait à voir laquelle est meilleure. De ce point de vue, Kuhn semble dire que toutes les connaissances se valent.

Popper estime que le fait pour Kuhn de faire dépendre la rationalité des paradigmes rend impossible d'en sortir. C'est ce qu'il appelle *le mythe du cadre* (*The Myth of the Framework*). Pour lui, la *réfutabilité* est bel et bien un critère général de rationalité qui donne lieu à la notion de *vérisimilitude*. La *vérisimilitude* consiste, pour Popper, à soutenir que s'il est impossible d'atteindre la vérité de manière définitive, il est possible de s'en approcher au fil de l'évolution des théories scientifiques. Ce qui revient à affirmer, contre Kuhn, le caractère extra-paradigmatique de la vérité et à soutenir le réalisme scientifique⁵. (K. Popper, 1970, p. 56).

4. De la compatibilité entre « science normale » et « réfutabilité »

Le point de vue de Kuhn sur la *science normale* peut laisser penser qu'il défend une vision relativiste, au regard des outils conceptuels qu'il utilise, notamment l'idée des révolutions scientifiques comme changements de vision du monde et l'idée de consensus comme meilleur critère de vérité. On peut, en effet, penser que Kuhn réduit le progrès scientifique aux facteurs socio-historiques en lui enlevant, de ce fait, toute sorte de rationalité. C'est, pensons-nous, ce qui détermine Popper dans sa critique de *la science normale*. C'est aussi ce qui détermine la critique de John Watkins contre *la science normale*.

⁵ Le réalisme scientifique chez Popper est la conviction selon laquelle il existe une réalité en soi de laquelle la science se rapproche à travers différentes théories.

Dans « *Against "Normal Science"* », John Watkins soutient que Kuhn trompe la vigilance de ses lecteurs, lorsqu'il dit être rationaliste au même titre que Karl Popper. Selon John Watkins, on ne peut pas parler d'identité entre la philosophie de Kuhn et celle de Popper, car « *ce qui est scientifique pour Kuhn ne l'est pas pour Popper et vice versa.* » (J. Watkins, 1970, p. 29).⁶ John Watkins pense que Popper conçoit la science sous un angle critique, tandis que Kuhn accorde le primat à l'idée de science normale. Le caractère dogmatique de la *science normale* fait dire à Watkins qu'elle est une illusion et donc un encouragement à l'irrationalisme. La *science normale*, ajoute Watkins, présente la pratique scientifique sous l'aspect d'une société fermée, sinon d'une communauté enfermée dans un paradigme. Cette présentation aurait pour effet d'accentuer l'incommensurabilité et de faire une lecture non rationnelle des révolutions scientifiques. La critique de Watkins touche aussi l'idée kuhnienne de révolutions comme changement dans la vision du monde. Pour lui, le choix de cette comparaison est la preuve que Kuhn se préoccupe peu de la rationalité scientifique ; mieux, il s'attaquerait à la rationalité scientifique en accordant le primat aux arguments psychologiques au détriment des critères logiques traditionnels. L'idée kuhnienne de révolution scientifique apparaît, pour ainsi dire, comme une conversion religieuse. Et c'est surtout en cela que John Watkins estime qu'elle déclenche une crise de la rationalité scientifique.

Kuhn, dans la postface à *La Structure des révolutions scientifiques* et dans « *Réflexion on my Critics* », reconnaît que ses idées peuvent effectivement donner lieu à des interprétations relativistes, mais qu'il s'agit en réalité de « malentendus inutiles » (T. S. Kuhn, 1983, p. 237). En effet, le débat entre Kuhn et Popper sur la science normale souffre d'un incroyable malentendu, d'une véritable incompréhension. Bien qu'à première vue Kuhn semble faire quelque chose de très différent de Popper, il existe, malgré certaines disparités de point de vue, une certaine compatibilité entre la théorie de la *réfutabilité* et la *science normale*.

⁶ « What is genuinely scientific for Kuhn is hardly science for Popper, and what is genuinely scientific for Popper is hardly science for Kuhn. » (J. Watkins, 1970, p. 29).

Dans « *Logique de la découverte ou psychologie de la recherche ?* », Kuhn accuse Popper d'ignorer *la science normale*. (T. S. Kuhn, 1990, pp. 364-367). Popper répond à cette critique en affirmant ne pas ignorer *la science normale* et qu'il en parle dans *La Logique de la Découverte Scientifique* sans lui donner la même portée que lui accorde Kuhn. (K. Popper, 1970, p. 51). Ici, la différence entre Popper et Kuhn se situe au niveau de la portée ou de la valeur que chacun accorde à la science normale. Leur opposition à ce niveau ne fait aucun doute. Hormis cela, Popper et Kuhn sont d'accord pour dire que la *science normale* existe bel et bien. Ils savent que, pour une question de bon sens, tout scientifique travaille nécessairement dans un cadre théorique et ne se met pas à rejeter ce cadre dès les premières heures de sa carrière. Mais, si Popper, contrairement à Kuhn, accorde peu d'intérêt à ce cadre théorique qui donne lieu à la *science normale*, c'est parce qu'il est davantage préoccupé par le *contexte de justification* des révolutions scientifiques. Pour Popper, il n'est point besoin d'insister sur la *science normale*, car elle va de soi. Mais la reconnaissance sans ambiguïté de la science normale par Popper, implique que toute révolution scientifique est précédée par une période de *science normale*. Dès lors, il est possible de soutenir que la résolution d'énigmes ayant cours dans la *science normale* conduit nécessairement à la *réfutabilité* des théories. Toute chose qui témoigne d'une compatibilité entre *science normale* et *réfutabilité*.

Le second point permettant d'établir une compatibilité entre *science normale* et *réfutabilité* est l'accord de Kuhn et Popper sur le caractère non immédiat du rejet des théories scientifiques. Popper dit avoir été mal compris par Kuhn lorsque ce dernier l'accuse de falsificationiste naïf. En effet, Kuhn pense à tort que le concept poppérien de « révolution en permanence » relève d'une conception naïve de la falsification, laquelle consiste en un rejet permanent des théories scientifiques. Dans « *Reflections on my Critics* », Kuhn indique que l'idée d'une révolution permanente, telle que conseillée par Popper, rend impossible la détermination de la portée et des limites des théories scientifiques. Pour lui, l'idée poppérienne d'une science permanemment critique est peu réaliste et antithétique au progrès scientifique

dans la mesure où « *Il faut vivre avec les cadres et les explorer avant de pouvoir les briser.* » (T. S. Kuhn, 1970, p. 242).⁷ Il estime que toute révolution scientifique passe d'abord par la maîtrise du cadre théorique existant. Mais, Popper estime que cette remarque de Kuhn relève d'une incompréhension. Ainsi, dans « *Replies to my critics* », Popper dit employer le mot réfutation au sens où une théorie scientifique rencontre un problème, et non au sens où une théorie scientifique est systématiquement abandonnée dès lors qu'elle rencontre une difficulté :

Il est vrai que j'ai utilisé les termes "élimination" et même "rejet" en discutant de "réfutation". Mais il ressort clairement de ma discussion principale que ces termes signifient, appliqués à une théorie scientifique, qu'elle est éliminée en tant que prétendant à la vérité - c'est-à-dire réfutée, mais pas nécessairement abandonnée. De plus, j'ai souvent souligné qu'une telle réfutation est faillible. (K. Popper, 1974, p. 1009).

Si la théorie de la réfutabilité de Popper accepte le caractère non absolu de la réfutabilité, elle peut aussi accepter l'idée kuhnienne selon laquelle il existe une période de science normale, période où la motivation essentielle des scientifiques est l'élaboration, l'exploration et l'application des hypothèses scientifiques.

D'ailleurs, contrairement à certaines idées reçues, Kuhn ne procède pas à une négation systématique de la réfutabilité. Ce n'est que sa version naïve qu'il rejette. Car, selon lui, la réfutation d'une théorie scientifique n'advient que lorsqu'il y a suffisamment d'échecs donnant lieu à une crise. Si Popper, à l'instar de Kuhn, rejette le falsificationnisme naïf, on peut alors affirmer qu'il dit en réalité la même chose que Kuhn, mais en des termes différents.

Kuhn donne l'impression que le développement scientifique n'est mu que par des facteurs sociologiques. Mais, il ne procède pas à une négation absolue des facteurs logiques. Il estime que ces facteurs logiques, tels que la précision, la simplicité, la cohérence, fonctionnent comme des valeurs et que, par conséquent, ils n'imposent pas immédiatement une décision à tous les savants durant une crise. Kuhn met l'accent sur le fait que certains scientifiques

⁷ « Frameworks must be lived with and explored before they can be broken. » (T. S. Kuhn, 1970, p. 242).

peuvent résister aux règles logiques en raison d'un certain lien d'affection pour une ancienne théorie scientifique. Mais, cela n'est pas pour autant une prescription sociologique. Kuhn ne nie pas les règles logiques, mais il estime que ces règles peuvent varier d'un groupe de savants à un autre, d'une époque à une autre. Ce qu'il nie, c'est l'existence de règles anhistoriques de scientificité. C'est ce qui le distingue de Popper, car, Popper fait de la *réfutabilité* un critère anhistorique de scientificité. Même si Kuhn n'a pas cette ambition, il estime que la réfutation advient nécessairement au bout de la *science normale*.

Conclusion

Retenons qu'on oppose généralement *science normale* et *réfutabilité* à cause de ce que Kuhn et Popper en font deux caractéristiques distinctes de la science. Pendant que Kuhn estime que la science se caractérise essentiellement par la *science normale* et la *résolution d'énigmes*, Popper fait de la *réfutabilité* la caractéristique essentielle de l'activité scientifique. Mais l'opposition entre *science normale* et *réfutabilité* n'est qu'apparente, dans la mesure où la *science normale* conduit nécessairement à la *réfutabilité* ou plutôt, celle-ci présuppose celle-là. Toute chose qui met en évidence une compatibilité entre *science normale* et *réfutabilité*. Si Popper et Kuhn donnent l'impression d'en dire le contraire, c'est parce que Popper est davantage préoccupé par le *contexte de justification* des théories, contrairement à Kuhn, qui se préoccupe davantage du *contexte de découverte* des théories. De ce point de vue, l'opposition entre *science normale* et *réfutabilité* relève d'une incompréhension. Ce qui nous amène à soutenir que la science se caractérise aussi bien par la *science normale* que par la *réfutabilité*. Ainsi, un rapprochement entre Kuhn et Popper, par le biais des concepts de *science normale* et de *réfutabilité*, vise ici à montrer d'une part, la complexité de la science, et d'autre part, la nécessité d'une épistémologie complexe, c'est-à-dire une épistémologie s'inscrivant non seulement dans le *contexte de justification* des théories mais aussi dans le *contexte découverte* des théories. La science est, pour nous, une activité rationnelle qui comporte une part de dogmatisme à prendre en compte dans toute analyse épistémologique se voulant totalisante et pragmatique.

Références bibliographiques

BRUDNY Michelle-Irène, 2002, *Karl Popper : un philosophe heureux*, Paris, Grasset.

BOYER Alain, 2017, « Deux épistémologies non cartésiennes : Popper et Bachelard. Avec quelques remarques sur Descartes et le rationalisme critique », in Marcel Nguimbi(dir), *Karl Raimund Popper. Une épistémologie sans visage et sans rivage*, volume2 : Analyse et perspectives, Cahiers épistémologique 5/2017, Paris, L'Harmattan, pp. 69-94.

KUHN Thomas Samuel, 1973, *La révolution copernicienne*, traduit de l'anglais par Avram Hayli, Paris, Fayard.

KUHN Thomas Samuel, 1983, *La Structure des révolutions scientifiques*, traduit de l'américain par Laure Meyer, Paris, Flammarion.

KUHN Thomas Samuel, 1970, « Reflections on my Critics », in *Criticism and growth of knowledge*, London, Cambridge University press, pp. 231-278.

NGUIMBI Marcel, 2016, *Penser l'épistémologie de Karl Raimund Popper*, Paris, L'Harmattan.

POPPER Karl, 1991, *La Connaissance objective*, traduit en français par Jean-Jacques Rosat, Paris, Flammarion

POPPER Karl, 1970, « Normal Science and its Dangers », in *Criticism and growth of knowledge*, London, Cambridge University press, pp. 51-58.

POPPER Karl, 1974, « Replies to my Critics », *The Philosophy of Karl Popper*, United States of America, The Library of Living Philosophers, pp. 992-1197.

WATKINS John, 1970, « Against normal science », in *Criticism and growth of knowledge*, London, Cambridge University press, pp. 25-37.