

REPUBLIQUE DU CAMEROUN  
Paix – Travail – Patrie  
\*\*\*\*\*  
UNIVERSITE DE YAOUNDE I  
\*\*\*\*\*  
ECOLE NORMALE SUPERIEURE  
\*\*\*\*\*  
DEPARTEMENT DE PHILOSOPHIE



REPUBLIC OF CAMEROON  
Peace – Work - Fatherland  
\*\*\*\*\*  
UNIVERSITY OF YAOUNDE I  
\*\*\*\*\*  
HIGHER TEACHER TRAINING  
COLLEGE  
\*\*\*\*\*  
DEPARTMENT OF PHILOSOPHY

## **LA PEDAGOGIE DE L'ESPRIT SCIENTIFIQUE DANS *LE NOUVEL ESPRIT SCIENTIFIQUE* DE GASTON BACHELARD**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de professeur des  
Lycées d'Enseignement Secondaire Général de deuxième grade (D.I.P.E.S II)**

Spécialité : épistémologie et logique

Par

**Awono Noah Victor 13G904**

Licencié en philosophie

Sous la direction du

**Pr Ndzomo Molé-Joseph**

Maitre de conférences

Janvier 2019



# SOMMAIRE

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	ii
<b>RESUME</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	1
<b>PREMIERE PARTIE :</b> .....	13
<b>LES CRITIQUES ADRESSEES PAR BACHELARD A SES PREDECESSEURS</b> .....	13
<b>Chapitre I : Les critiques concernant leur épistémologie</b> .....	15
<b>Chapitre II : La nature de la science classique</b> .....	27
<b>DEUXIEME PARTIE :</b> .....	48
<b>L'EPISTEMOLOGIE CONTEMPORAINE AVEC LE NOUVEL ESPRIT SCIENTIFIQUE</b> ...	48
<b>Chapitre III : La rupture épistémologique : jeu dialectique de la raison</b> .....	50
<b>Chapitre IV : Le caractère révolutionnaire de la science contemporaine</b> .....	65
<b>Chapitre V : Le mariage ou l'alliance entre philosophie et science</b> .....	98
<b>TROISIEME PARTIE :</b> .....	106
<b>ENJEUX EPISTEMOLOGIQUES DE LA PEDAGOGIE BACHELARDIENNE</b> .....	106
<b>Chapitre VI : L'éducation à l'esprit scientifique et à la recherche scientifique</b> .....	108
<b>Chapitre VII : La nécessité de l'éducation à la recherche scientifique en Afrique</b> .....	116
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	121
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	140

A

Mes parents Mbolo vénérnde Balbine et Noah Etémé.

## REMERCIEMENTS

Dans un monde où la mondialisation appelle l'intercollaboration et le dialogue des gens de toutes cultures, et d'horizons divers ; il est aussi impérieux qu'un travail de recherche obéisse également à cette logique de dialogue, d'entraide et de contributions diverses pour sa réalisation. De ce point de vue, nous n'aurions certainement pas réalisé ce travail de recherche si la collaboration et le partenariat intellectuel, financier et psychologique de beaucoup de nos proches n'avait permis sa réalisation.

Nous remercions notre encadreur le professeur Ndzomo Molé Joseph de nous avoir montré le chemin à suivre dans notre ascension dans le monde scientifique. Nous lui exprimons notre gratitude pour sa rigueur méthodologique, orthographique et grammaticale dont il n'a jamais cessé de faire preuve durant notre formation auprès de lui et durant ce travail de recherche scientifique.

Nous remercions également tous les enseignants du département de philosophie de l'école normale supérieure, pour leurs enseignements et leurs conseils.

Nous remercions particulièrement M. ZOBO BILOA DONATIEN et son épouse M<sup>me</sup> BILOA THERESE de nous avoir soutenu dans cette tâche ardue et laborieuse.

Nous tenons aussi à remercier tous nos camarades, nos amis, nos oncles, tantes, pour leur soutien multiforme dans l'aboutissement de ce travail de recherche.

## RESUME

Gaston Bachelard, philosophe du XX<sup>ème</sup> siècle entreprend de rendre compte des inventions et découvertes qui marquent son époque. Physicien, mathématicien, historien et philosophe des sciences ; il mène une critique contre la science classique à la lumière des bouleversements observés en mathématique avec la géométrie non-euclidienne, en astronomie physique avec Einstein et dans l'infiniment petit avec Heisenberg sur la physique des particules. Bachelard va vigoureusement et rigoureusement critiquer la science classique, qui était articulée autour de la totalisation et la généralisation de la réalité, à partir des méthodes intuitives et inductives. Une telle pédagogie centrée autour de la quête des vérités immuables et nécessaires ne satisfaisait et ne favorisait pas l'avancée de la science. Elle renfermait et développait plutôt des obstacles épistémologiques - psychologiques et pédagogiques. Le nouvel esprit scientifique vient ainsi rompre avec les vieilles habitudes de la pédagogie ancienne. C'est donc une épistémologie ouverte qui va prendre un envol autour d'une pédagogie du non et d'une interdisciplinarité qui allient les concepts apparemment contradictoires, mais, en vérité, complémentaires. A la question quel rapport existe-t-il entre pédagogie et épistémologie ? On peut dire que la pédagogie est inhérente à l'épistémologie car une science qui ne se comprend pas n'est pas objective. Or l'objectivité est l'essence de la science. La pédagogie doit donc s'allier à la psychologie et à l'épistémologie pour aller en guerre contre la raison paresseuse pour une raison travailleuse. Le bon pédagogue demeure un éternel écolier, c'est pourquoi, il ne cesse jamais d'apprendre. La pédagogie de l'esprit scientifique débouche sur la promotion de l'esprit critique et la rationalité technoscientifique comme gage de tout développement superstructurel et infrastructurel dont l'Afrique en est le patient en attente de diagnostic et de prescription.

## ABSTRACT

Gaston Bachelard, a philosopher of the 20<sup>th</sup> century understood to report on the inventions and discoveries which impact his period. Physician, mathematician, historian and philosopher of science, he criticized classical science on the light of the great upheaval observed in mathematics with the non-Euclidean geometry, in astronomy with Einstein and Heisenberg with the particle physics. Vigorously and rigorously, Bachelard while criticize the classical science which was articulated around the generalization and summation of reality, from intuitive and inductive methods, such pedagogy focus around the search of immovable and necessary truth don't satisfy and facilitate the progress of science. It rather contained and developed epistemological obstacles, psychological and pedagogic. The new scientific spirit comes and break up with old habits of former pedagogy. So it is an open epistemology which will take off around a pedagogy of "no" and an interdisciplinary concept, but, in truth complementary. To the question what relationship exists between pedagogy and epistemology? We can say that pedagogy, is inherent to epistemology because science which cannot be understood is not objective. Which objectivity is the essence of science. Pedagogy must be put together with psychology and epistemology to fight against lazy reasons for hard work reason. The best educationist remains an eternal school boy, that is why he doesn't stop learning. The pedagogy of scientific spirit leads to the promotion of critical mind and to the techno science rationality as a pledge of all super structural and infrastructural development which Africa is the patient waiting diagnostic and prescription.



## **INTRODUCTION GENERALE**

L'homme, en tant qu'un être doué d'intelligence, cherche perpétuellement et absolument à connaître. Pour cette raison, il s'intéresse aux objets qui l'entourent et qui forment le cosmos. Cet intérêt est d'une importance capitale, car il est nécessaire pour assurer sa vie et sa survie, dans une nature aussi hostile et brute. On peut donc dire que, la connaissance est l'outil par lequel l'homme se forge et forge le monde qui l'entoure. René Descartes prenant conscience de cette nécessité, en appelle à une philosophie pratique qui puisse permettre à l'homme de dompter les forces naturelles qui l'entourent. Il dit dans ce sens :

*car elles (les sciences) m'ont fait voir qu'il est possible de parvenir à des connaissances qui soient fort utiles à la vie, et qu'au lieu de cette philosophie spéculative, qu'on enseigne dans les écoles, on en peut trouver une pratique, par laquelle connaissant la force et les actions du feu, de l'eau, de l'air, des astres des cieux et de tous les autres corps qui nous environnent, aussi indistinctement que nous connaissons les divers métiers de nos artisans, nous les pourrions employer en même façon à tous les usages auxquels ils sont propres, et ainsi nous rendre comme maîtres et possesseurs de la nature<sup>1</sup>.*

C'est l'idéal cartésien de la science moderne qui doit assurer le bien-être de l'homme, mais, pour assurer ce bonheur, il faut comme nous le dit Descartes lui-même, connaître les forces naturelles, mais cette connaissance n'est pas aisée, car, l'esprit se heurte à un ensemble de facteurs négatifs qui l'empêchent d'accéder à la connaissance scientifique. C'est ce qui justifie la nécessité de la pédagogie dans la formation de l'esprit scientifique de l'homme.

Pour connaître et transformer le monde, l'homme a besoin d'une éducation qui lui assure des aptitudes, des attitudes, pouvant lui permettre d'accéder au stade suprême de l'esprit humain qui est le stade scientifique. C'est pourquoi de tout temps, l'éducation a toujours eu une place importante, non seulement chez les anciens notamment Platon et Aristote, mais aussi aujourd'hui avec Bachelard. Platon construit un modèle pédagogique basé sur le cheminement du monde sensible au monde intelligible, siège de la vérité. Par une démarche intuitive, Platon réussit à atteindre l'Idée.

Quant à Aristote, il atteint la substance purifiée de toutes les formes corruptibles. Aristote pense pour sa part que l'esprit peut totaliser la vérité en la généralisant. Dans sa démarche, il parle du syllogisme scientifique, seul capable de permettre à l'esprit d'atteindre l'universalité, seul caractère de la science.

---

<sup>1</sup> René Descartes, *Discours de la méthode*, IV<sup>ème</sup>, éditions Fernand Nathan, 1981, partie, P. 70.

La connaissance scientifique est ainsi un facteur de libération de l'homme, mais cette connaissance nécessite un processus qu'empreinte l'esprit pour aboutir à ces résultats. A chaque époque correspond une pédagogie particulière qui la sous-tend et la meut. Ces auteurs en tant que premiers penseurs vont largement influencer toute la science classique allant de la période antique jusqu'au XVIIIe et XIXe siècle date à laquelle la science commence son processus de maturation. Ces deux époques sont considérées par Bachelard comme les périodes préscientifiques et scientifiques de l'esprit humain.

Le sociologue français Emile Durkheim recommande à tout chercheur, pour des raisons de rigueur scientifique, de définir ses concepts avec précision, sans laisser place à une ambiguïté. Dans la même logique, Madeleine Grawitz affirme : « *le chercheur prudent indiquera la définition adaptée pour les concepts qu'il utilise* »<sup>2</sup>. Par respect de rigueur méthodologique, il nous est nécessaire de définir les concepts relatifs au thème.

Le terme *pédagogie* désigne l'art de l'éducation. Il rassemble les méthodes et pratiques d'enseignement requises pour transmettre des compétences, c'est-à-dire des savoirs, des savoir-faire et des savoir-être<sup>3</sup>. La pédagogie dans ce sens est conçue comme une communication des savoirs ou compétences qu'ils soient théoriques ou pratiques, sans beaucoup plus mettre l'accent sur la culture de l'esprit, de manière à ce qu'il se débarrasse des préjugés. Cette définition se heurte à la critique bachelardienne sur l'intérêt, le pragmatisme ou l'utilité conçus comme des obstacles épistémologiques. Voyons ce qu'en dit André Lalande dans le *vocabulaire technique et critique de la philosophie* sur ladite question :

*PEDAGOGIE, du G. paidagogia<sup>4</sup>, fonction de paidagogos<sup>5</sup>, esclave chargé de conduire les enfants ; au figuré, éducation et spécialement éducation morale. (Platon, République, livre VI, 491 E.) D- Padagogik ; E. Pedagogy ; I. Pedagogia.*

*LITTRE, se tenant à l'étymologie, définissait ce mot : " Education morale des enfants. " - H. MARION (Dict. de pédagogie de BUISSON, 1<sup>re</sup> édition, sub v<sup>o</sup>) a critiqué cette formule en faisant remarquer : 1° que la pédagogie est autre chose que l'éducation, et même que l'art empirique et spontané d'un bon éducateur ; 2° que la pédagogie concerne le corps et l'intelligence autant que la moralité. Il propose donc de la définir : "Science de l'éducation, tant physique qu'intellectuelle et morale" (2238<sup>a</sup>). Elle doit, dit-Il, recueillir et prendre pour base toutes les données positives de la physiologie, de la psychologie, de l'histoire, qui concernent la nature des enfants.*

---

<sup>2</sup> M. Grawitz, *Méthodes des sciences sociales*, Paris, Dalloz, 2001, p. 21.

<sup>3</sup> Définition Wikipédia.

<sup>4</sup> Ce mot est écrit avec les symboles grecs par André Lalande dans le texte.

<sup>5</sup> Ce mot est aussi écrit en Grec.

*E. DURKHEIM, dans la seconde édition du même ouvrage (Nouveau dictionnaire de pédagogie, 1911) admet de même que la pédagogie n'est ni l'éducation elle-même, ni l'art de l'éducateur ; mais il montre que la définition proposée ci-dessus n'est pas non plus satisfaisante. Une "science de l'éducation", en effet, consisterait, au sens propre des mots, à étudier la genèse ou le fonctionnement des systèmes d'éducation ; or, ce n'est pas là ce qu'on veut dire en parlant de pédagogie. - La pédagogie est une "théorie pratique", c'est-à-dire une théorie ayant pour objet de réfléchir sur les systèmes et sur les procédés d'éducation en vue d'en apprécier la valeur et par là d'éclairer et de diriger l'action des éducateurs*

*On pourrait donc, en prenant le mot normatif\* dans le sens que nous avons défini plus haut, définir la pédagogie : la science normative de l'éducation.<sup>6</sup>*

Nous constatons ici à la suite de Lalande, qu'il n'est pas aisé de définir le mot pédagogie vu son caractère dynamique. Chez les Grecs, elle consistait à conduire l'enfant à l'école, c'est-à-dire, donner sens à la vie morale d'un enfant en lui inculquant des valeurs. La définition de H. Marion nous semble plus convaincante et se rapproche de la conception bachelardienne de la pédagogie, car il propose une définition dynamique de la pédagogie qui intègre les données de la physiologie, la psychologie, l'histoire. Cette définition est celle qui correspond davantage à la conception de Bachelard qui pose une psychanalyse de la connaissance scientifique comme indispensable à l'évolution de la science. Or, qui fait la science, si ce n'est le savant, le sujet connaissant doit donc ainsi subir une catharsis, une purification intellectuelle et psychologique pour produire également une connaissance pertinente et objective.

*L'esprit scientifique* est un ensemble d'attitudes et de comportements que l'esprit développe vis-à-vis du réel. C'est un esprit rationnel qui se refuse à croire aveuglement à toute connaissance qui n'est pas passée au crible de la raison et qui ne fournit aucune preuve palpable pour que l'on vérifie ce qu'elle avance. Un esprit scientifique est un esprit critique qui allie théorie et expérience, démonstration et vérification, mathématisation et expérimentation, c'est beaucoup plus un « *matérialisme rationnel* » ou un « *rationalisme appliqué* ». Cet esprit développe un ensemble de qualités morales comme le désintéressement, l'indépendance du jugement, la probité ; et les qualités intellectuelles comme l'amour de la vérité, la curiosité intellectuelle qui font qu'il puisse surmonter les obstacles épistémologiques. Marcien Towa valorisant cet esprit critique affirme :

---

<sup>6</sup> André Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, VI<sup>ème</sup> édition, version numérique, volume 2, N-Z, Quadrige/Puf, 1988, P. 749.

« pour le philosophe aucune donnée, aucune idée si vénérable soit-elle n'est recevable avant d'être passé au crible de la pensée critique<sup>7</sup>. ». Il dit encore dans ce sens que l'homme de science a la capacité de :

*Discuter les représentations, les croyances, les opinions, de les confronter, d'examiner le pour et le contre de chacune, de les trier, de les critiquer pour ne retenir comme vraies que celles qui résistent à cette épreuve de critique et de tri. En ce sens restrictif, les représentations, les convictions, les opinions n'ayant pas subi l'épreuve de la critique ou n'y ayant pas résisté, ne sont pas des pensées, des idées mais de simples croyances<sup>8</sup>.*

La mentalité scientifique ou positiviste va en lutte contre la mentalité préscientifique caractérisée par des représentations mythiques qui font recours au surnaturel pour expliquer les phénomènes naturels. Elle renonce au droit de penser par soi-même et place sa confiance sur des êtres imaginaires à cause d'un sentiment de crainte, de peur ou d'amour à l'endroit de ces êtres mythiques. Une telle pensée apparaît déjà chez Kant au XVIII<sup>ème</sup> siècle lorsqu'il définit les lumières en ce sens :

*Qu'est-ce que les lumières ? La sortie de l'homme de sa minorité dont il est lui-même responsable. Minorité, c'est-à-dire incapacité de se servir de son entendement (pouvoir de penser) sans la direction d'autrui, minorité dont il est lui-même responsable (faute) puisque la cause en réside non dans un défaut de l'entendement mais un manque de décision et de courage de s'en servir sans la direction d'autrui. Sapere Aude ! (Ose penser). Aie le courage de te servir de ton propre entendement. Voilà la devise des lumières<sup>9,10</sup>.*

Pour Kant, l'incapacité de penser par soi-même trouve son explication dans notre psychologie, l'homme développe la psychologie de la peur qui se traduit par un manque de courage. Décider de penser par soi-même est un effort intellectuel et un pas dans l'acquisition de l'esprit scientifique sous-jacent de l'esprit critique.

Notre thème de recherche : « la pédagogie de l'esprit scientifique dans **Le nouvel esprit scientifique** chez Gaston Bachelard » vise à faire une étude analytique de la méthode ou le

---

<sup>7</sup> Marcien Towa, *Essai sur la problématique philosophique dans l'Afrique actuelle*, Editions CLE, Yaoundé, 1971, P. 30.

<sup>8</sup> Id., *Idée d'une philosophie négro-africaine*, Editions CLE, Yaoundé, 1979, P. 7.

<sup>9</sup> Emmanuel Kant, *Qu'est-ce que les lumières ?*, version numérique tirée du site <http://www.quellehistoire.com>. P.

<sup>10</sup> .

processus de l'esprit dans le domaine de la science en tant qu'elle fut la préoccupation primordiale des philosophes classiques, qui pensaient pouvoir éduquer l'esprit pour l'amener à chercher des connaissances fiables, certaines et vraies. C'est pour cela que Platon dira d'ailleurs que « *Nul n'entre ici s'il n'est géomètre*<sup>11</sup>. », la géométrie étant la science par excellence de finesse de l'esprit se situant à mi-chemin entre le monde sensible et le monde intelligible pour lui permettre d'accéder à des vérités indubitables et certaines que Descartes écrira plus dans le sous-titre du *Discours de la méthode (Pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences*<sup>11</sup>.)

Dans le même ordre d'idée, Aristote abondera dans la recherche des causes formelles des choses en faisant redescendre la science des Nuées ou l'avait placé Platon pour qu'elle se réintéresse aux choses sensibles qui sont pour lui la source de toute connaissance. C'est pour cette raison qu'on peut dire d'Aristote qu'il est le père de la science car il privilégie l'observation dans sa démarche scientifique. En étudiant ainsi les formes particulières des choses, il veut en déduire le principe général et universel des lois de la nature. C'est pour cela qu'il aimait à dire « *il n'y a de science que du général* »<sup>12</sup>. C'est donc sur une pédagogie principielle de l'immuable que sera fondée l'esprit scientifique classique.

Cette tendance de l'absoluité et de la certitude va se poursuivre dans la philosophie naturelle d'Isaac Newton, elle-même issue de la physique de Galilée qui d'ailleurs fait basculer le monde après Copernic, vers un changement de paradigme qui va faire de l'homme non plus le centre du cosmos, mais, un élément de la périphérie parmi tant d'autres : c'est le sens de la révolution copernicienne du géocentrisme à l'héliocentrisme qui marque l'esprit humain dès ce siècle. Dans un contexte fort dominé par la religion et la foi, foncièrement au moyen-âge, cette vérité aura du mal à s'enraciner dans les esprits et va forcer de nombreux esprits brillants à capituler, le cas de

---

<sup>11</sup> Inscription gravée au fronton de l'académie de Platon et repris plus tard par Jean Philocon faisant référence à la géométrie en tant que science à mi-chemin entre le monde sensible et les vérités mathématiques qui devait préparer les jeunes esprits à la dialectique et à la philosophie. Selon le site <http://www.ledifice.net/6022-3.html> consulté le 07/11/2018 à 21:11 « la géométrie est la science des formes, des représentations, de la formulation. C'est la science symbolique par excellence. La géométrie est la science de l'art du trait, le trait donne forme au concept sans lui ôter la vie (...). Ainsi la géométrie sacrée permet de faire appréhender des vérités transcendantes, et d'accéder à des niveaux supérieurs de connaissance et de sagesse » <sup>11</sup> Sous-titre du *Discours de la méthode*.

<sup>12</sup> Aristote, *Seconds Analytiques*, Livre I, 31, Trad. J. Tricot, Edition Vrin, 1979, PP. 146-148.

Descartes qui renonça à publier son *Traité du monde*, le cas de Galilée qui renonça également à sa découverte des planètes qui gravitent autour du soleil, de Giordano Bruno brulé tout vif.

C'est dans ces tendances que va évoluer l'esprit scientifique en traversant toutes ces inerties qui se résument en termes de préjugés, de lenteurs et d'obstacles épistémologiques. La vision newtonienne du monde bat le record sur la découverte des lois qui pensaient-on étaient immuables et expliquaient le mouvement des corps. Mais cette vision sera battue en brèche par celle d'Einstein sur la relativité. C'est cela qui pousse Bachelard à décréter que le nouvel esprit scientifique commence véritablement en 1905. Il affirme à ce propos :

*Cependant, en vue d'une clarté de premier aspect, si l'on nous forçait de mettre de grossières étiquettes historiques sur les différents âges de la pensée scientifique, nous distinguerons assez bien trois grandes périodes : La première période représentant l'état préscientifique comprendrait à la fois l'antiquité classique et les siècles de renaissance et d'efforts nouveaux avec le XVI<sup>e</sup>, le XVII<sup>e</sup> et même le XVIII<sup>e</sup> siècle.*

*La deuxième période représentant l'état scientifique, en préparation à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, s'étendrait sur tout le XIX<sup>e</sup> siècle et sur le début du XX<sup>e</sup>.*

*En troisième lieu, nous fixerons très exactement l'ère du nouvel esprit scientifique en 1905, au moment où la relativité einsteinienne vient déformer des concepts primordiaux que l'on croyait à jamais immobile. A partir de cette date, la raison multiplie ses objections, elle dissocie et réapparente les notions fondamentales, elle essaie les abstractions les plus audacieuses. Des pensées, dont une seule suffirait à illustrer un siècle, apparaissent en vingt-cinq ans, signes d'une maturité spirituelle étonnante. Telles sont la mécanique quantique, la mécanique ondulatoire de Louis de Broglie, la physique des matrices de Heisenberg, la mécanique de Dirac, les mécaniques abstraites et bientôt sans doute les physiques abstraites qui ordonneront toutes les possibilités de l'expérience<sup>13</sup>.*

Avec les nouvelles sciences naissantes, la mécanique quantique va ainsi bouleverser la vision du monde basée sur la relativité einsteinienne en plongeant dans le monde de l'infiniment petit où les lois de ce monde n'ont plus radicalement rien à voir avec notre monde macroscopique. C'est un monde microscopique où règnent le hasard, la probabilité et l'indéterminisme. C'est dans cette perspective que Bachelard pense que face aux mutations sans cesse croissantes de la science, il faut une pédagogie dynamique permettant à l'esprit de s'adapter à ces révolutions, et changements perpétuels.

---

<sup>13</sup> Gaston Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, 11<sup>e</sup> édition, Paris, Vrin, 1980, discours préliminaire, pp. 6-7.

L'objet d'étude de notre thématique est centré sur la science et les nouvelles théories scientifiques sur le Réel, précisément en connexion avec les concepts tels que « *le nouvel esprit scientifique* », « *la recherche scientifique* », la « *science contemporaine* ». C'est cet ensemble de concepts qui va nous permettre d'établir ce que Bachelard a lui-même appelé « *la complexité de la philosophie scientifique* »<sup>14</sup>. Complexité qui peut se voir dans le déploiement de la dynamique de la science contemporaine avec son caractère nouveau et radicalement distinct des « *idées claires et distinctes* »<sup>15</sup> qui caractérisaient la science cartésienne.

La pédagogie de l'esprit scientifique que promeut Bachelard est liée à celle qu'a toujours prônée la philosophie par la critique, mais que Bachelard appelle « *rectification* » et que Karl Popper a appelé « *falsifiabilité* »<sup>16</sup>. Dans la logique qui est celle de Bachelard, philosophie et science sont liées car chaque science crée sa philosophie.

Le présent thème se veut une réflexion philosophique basée sur l'évolution du savoir humain depuis l'antiquité jusqu'à nos jours. L'esprit humain a traversé trois étapes jusqu'à nos jours selon ce que nous enseigne Auguste Comte lorsqu'il dit :

*En étudiant ainsi le développement total de l'intelligence humaine dans ses diverses sphères d'activité, depuis son premier essor le plus simple jusqu'à nos jours, je crois avoir découvert une grande loi fondamentale, à laquelle il est assujéti par une nécessité invariable, et qui me semble pouvoir être solidement établie, soit sur les preuves rationnelles fournies par la connaissance de notre organisation, soit sur les vérifications historiques résultant d'un examen attentif au passé. Cette loi consiste en ce que chacune de nos conceptions principales, chaque branche de nos connaissances, passe successivement par trois états théoriques différents : l'état théologique, ou fictif ; l'état métaphysique, ou abstrait ; l'état scientifique, ou positif. En d'autres termes, l'esprit humain, par sa nature, emploie successivement dans chacune de ses recherches trois méthodes de philosopher dont le caractère est essentiellement différent et même radicalement opposé d'abord la méthode théologique, ensuite la méthode métaphysique et enfin la méthode positive. De là, trois sortes de philosophies, ou de systèmes généraux de conceptions sur l'ensemble des phénomènes, qui excluent mutuellement : la première*

---

<sup>14</sup> *Id.*, *Le nouvel esprit scientifique*, titre introductif de l'ouvrage, P.U.F., paris, 10<sup>e</sup> édition, 1968, Collection : Nouvelle encyclopédie philosophique, document version numérique par Jean-Marie Tremblay, classique des sciences sociales, P. 7.

<sup>15</sup> René Descartes, *Méditations métaphysiques*, Quatrième méditation, édition électronique, Paris, Décembre 2010, p. 62.

<sup>16</sup> Karl Popper cité par A. Chalmers, *Qu'est-ce que la science ?* La découverte, Paris, 1987, P. 76

*est le point de départ nécessaire, de l'intelligence humaine ; la troisième, son état fixe et définitif ; la seconde est destinée à servir de transition* <sup>17</sup>.

Réflexion que poursuit Gaston Bachelard en affirmant de nouveau que

*Dans sa formation individuelle, un esprit scientifique passerait donc nécessairement par les trois états suivants, beaucoup plus précis et particuliers que les formes comtiennes.  
1° L'état concret ou l'esprit s'amuse des premières images du phénomène et s'appuie sur une littérature philosophique glorifiant la Nature, chantant curieusement à la fois l'unité du monde et sa riche diversité.*

*2° L'état concret-abstrait ou l'esprit adjoint à l'expérience physique des schémas géométriques et s'appuie sur une philosophie de la simplicité. L'esprit est encore dans une situation paradoxale : il est d'autant plus sûr de son abstraction que cette abstraction est plus clairement représentée par une intuition sensible.*

*3° L'état abstrait ou l'esprit entreprend des informations volontairement soustraites à l'intuition de l'espace réel, volontairement détachées de l'expérience immédiate et même en polémique avec la réalité première, toujours impure, toujours informe*<sup>18</sup>.

Il convient donc pour nous de revoir cette évolution lente et difficile, effectuée au cours de plusieurs siècles avec des obstacles, des épines et des difficultés pour atteindre le stade suprême du nouvel esprit scientifique. Ce qui nous motive objectivement c'est de pouvoir faire le bilan de toute cette évolution et de chercher à établir s'il n'est pas possible qu'avec le rythme vertigineux des développements scientifiques actuels, il puisse convenir de rétablir la nouveauté et la nécessité « *d'un nouvel esprit scientifique* » actuel, car depuis Bachelard la science s'est beaucoup développée et nous avons aussi l'obligation de répondre toujours à cette appel d'Hegel qui disait toujours « *toute philosophie est fille de son temps* »<sup>19</sup>.

Une autre motivation qui nous pousse à réaliser ce travail, c'est que nous voulons réactualiser la pédagogie scientifique en montrant son importance et sa nécessité aujourd'hui car elle s'élève au-dessus de toutes les particularismes, les idéologies, les races pour s'objectiver et prôner l'universel. Eduquer notre esprit à la science, c'est aussi l'éduquer à la marche de la science dans ses prouesses, ses déboires et ses problèmes. La pédagogie scientifique est donc la seule clé

---

<sup>17</sup> Auguste comte, *Cours de philosophie positive*, première leçon, librairie Larousse, Paris, janvier 1936, document version numérique par Jean-Marie Tremblay, collection classique des sciences sociales, site web : <http://www.uqac.quebec.ca/zone30/Classique> des sciences sociales/index.html, P.23.

<sup>18</sup> Gaston Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, p.8.

<sup>19</sup> G.W.F. Hegel, *Introduction à la philosophie de l'histoire – La raison dans l'histoire*, traduction Kostas Papaioannou, Plon, Paris, 1965, p. 50.

aujourd'hui qui puisse permettre à notre esprit de sortir du dogmatisme religieux et métaphysique qui baigne dans des discours oiseux, non scientifiques qui entretiennent la techno-phobie et le pessimisme technoscientifique.

L'intérêt de ce sujet est foncièrement épistémologique et interdisciplinaire dans la mesure où ce travail permet à toute discipline scientifiquement constituée de voir comment naît et évolue une science. Dans cette perspective, ce travail permet de repenser les découvertes et les inventions scientifiques actuelles en prenant pour appui le livre de Gaston Bachelard, *Le nouvel esprit scientifique* publié en 1934 qui nous permet de voir le dynamisme de l'esprit scientifique contemporain. Le nouvel esprit scientifique a besoin d'une pédagogie non seulement scientifique qui met en exergue un ensemble d'attitudes et d'habitudes mais pouvant aussi permettre au jeune apprenant de s'initier à la science avec un esprit critique. C'est en cette particularité que se trouve tout l'intérêt de ce travail, qui s'inscrit dans la dynamique et le dépassement perpétuel de la science contemporaine, car, la science tout comme la philosophie est toujours en route. Nous entreprenons également de démontrer l'actualité de la pédagogie Bachelardienne dans notre contexte africain encore dominé par la mentalité mythique et superstitieuse. Nous appelons ainsi à l'exercice de l'esprit critique et l'éducation à l'esprit scientifique dans nos systèmes scolaires. Tout l'enjeu épistémologique de ce travail se trouve dans cette tâche.

La philosophie naît du problème et en tant que tel, elle suscite plusieurs interrogations autour desquelles se construit un vaste champ de réflexion qui aboutit à une mise en question des problèmes auxquels l'humanité peut faire face. Si tous les hommes désirent sans doute savoir comme le pensait Aristote, ce ne sont pas tous qui peuvent parvenir à une connaissance rationnelle différente de celle commune. Bachelard disait en ce sens que « *accéder à la science c'est spirituellement rajeunir* »<sup>20</sup> ; ce n'est donc que par la pédagogie qu'une telle initiative est possible, du moins est envisageable. On peut s'interroger dans ce sens : Qu'est-ce que l'esprit scientifique et en quoi consiste une pédagogie de l'esprit scientifique ? Quels sont les enjeux de l'esprit scientifique aujourd'hui ? L'appropriation de l'esprit scientifique aujourd'hui n'est-elle pas une nécessité ? Toutes ces questions nous permettront de cerner les enjeux de l'esprit scientifique

---

<sup>20</sup> Gaston Bachelard, *op. Cit.*, chapitre 1<sup>er</sup>, P. 14

aujourd'hui dans la marche de la science contemporaine ayant revêti le caractère dynamique et évolutif depuis le nouvel esprit scientifique.

Nous posons comme hypothèses de recherche que, la science depuis le commencement de la philosophie a toujours épousé la contexture et l'ossature de la philosophie tant dans sa démarche que de sa structure. C'est pour cette raison que Bachelard malgré la spécialisation survenue au XVIIe siècle avec Descartes tient à ce que philosophie et science restent liées. Or la philosophie est de tendance critique, dynamique et évolutive. La science contemporaine rentre dans cette tendance d'évolution et de révolution successive. La première hypothèse est donc que la science est critique et dialectique.

Comme seconde hypothèse, l'école est un lieu d'émergence des capacités cognitives et intellectuelles de l'enfant pour qu'il puisse se poser des questions relatives à l'avenir et le devenir de l'humanité. C'est pourquoi nous posons la nécessité du développement des représentations rationnelles, et scientifiques du monde au détriment de la mentalité préscientifique liée au développement de l'esprit magico-religieux source de stagnation du sous-développement et de la préhistoire de l'esprit humain.

Toute philosophie développe une vision du monde qui lui est propre et dans cette vision du monde, se dégage une méthodologie particulière. Bachelard en tant que philosophe et historien des sciences rend compte de l'évolution historique des sciences à travers des siècles et en dégage les différentes manières et processus auxquels s'est confronté l'esprit humain pour aboutir à la maturité. Dans cette même perspective, nous optons pour la méthode analytique qui va nous permettre de plonger également dans l'histoire de la philosophie, philosophie et science étant indissociables, pour ressortir la pédagogie propre à chaque époque et aboutir à des connaissances pertinentes. Bachelard se situe dans un constructivisme scientifique qui veut qu'il n'y ait pas de vérité définitive et éternelle. C'est pour cette raison que la méthode analytique à laquelle nous optons va nous permettre d'analyser tour à tour la pédagogie de l'ancien esprit scientifique et celle proposé par Bachelard pour le nouvel esprit scientifique et la mettre en perspective en l'articulant à notre époque contemporaine.

Dans notre analyse nous ferons tour à tour appel non seulement à la méthode analytique mais aussi à la méthode hypothético-déductive qui est une méthode logico-philosophique qui permet de tirer des conclusions à partir des prémisses ou des hypothèses préalablement posées.

Ainsi à partir des hypothèses que nous avons posées nous tâcherons de tirer des conclusions nécessaires.

Notre travail s'articulera autour de trois grandes articulations subdivisées chacune en deux ou trois chapitres. La première consistera à présenter les conceptions critiques adressées par Bachelard à l'ancien esprit scientifique l'articulant à une pédagogie de l'immutabilité propre à la science pré-bachelardienne. Dans la deuxième partie, nous montrerons comment s'articule l'épistémologie contemporaine avec le nouvel esprit scientifique en ressortant de façon claire et succincte une pédagogie axée sur le dynamisme de la science contemporaine. Dans la troisième partie, Il sera question de montrer les enjeux épistémologiques de la pédagogie bachelardienne.

**PREMIERE PARTIE :**

**LES CRITIQUES ADRESSEES PAR  
BACHELARD A SES PREDECESSEURS**

## INTRODUCTION PARTIELLE

La critique n'a pas pour finalité de renverser les conceptions antérieures à nous, elle nous sert plutôt à voir dans le passé ce qui fait problème et qui peut nous aider à corriger nos erreurs présentes afin de ne plus les commettre dans le futur. C'est dans cette tendance que se situe la critique bachelardienne adressée à ses prédécesseurs. Bachelard entreprend de revisiter l'histoire de la science classique et dégager l'épistémologie qui la sous-tendait de manière à la mettre en rapport avec les découvertes et inventions nouvelles qui montrent la maturité à laquelle est parvenue l'homme dans la quête et la conquête du réel par une explication elle aussi pertinente et universelle de ce que sont véritablement les choses. Gilles Gaston Granger traduit davantage ce travail entrepris par Bachelard dans cette autre définition qu'il donne de l'épistémologie :

*La tâche de l'épistémologie est de décrire et de faire comprendre le sens, la portée et les procédures de l'effort de rationalisation dans l'explication des phénomènes qu'expriment les mouvements de la science<sup>21</sup>.*

La science est dynamique et évolutive et c'est allant en guerre contre les sciences anciennes que Bachelard va opposer l'ancien esprit scientifique au nouvel esprit scientifique. Dans cette partie nous analysons la critique qu'il effectue sur l'épistémologie classique sur sa conception de la réalité, sur les méthodes utilisées et la systématisation de cette épistémologie dans un cercle vicieux qui embrigadait la raison elle-même. Qu'est-ce qui fait la spécificité de cette épistémologie et sur quelles implications philosophiques a-t-elle débouché ?

---

<sup>21</sup> Gilles Gaston Granger cité par Antoine Manga Bihina, cours de licence 1, *L'épistémologie : statut et centre d'intérêt* dispensé le 30/04/2014.

## CHAPITRE I : LES CRITIQUES CONCERNANT LEUR EPISTEMOLOGIE

L'épistémologie antique était basée sur une métaphysique générale qui dictait son autorité et pensait pouvoir saisir la réalité de façon immédiate et intuitive. Il s'est ainsi développé, une épistémologie centrée sur la raison auto-suffisante. Pendant la période classique, il y'a une foi aveugle et dogmatique en la toute-puissance de la raison. On pense de ce fait que la raison peut aboutir à des vérités absolues et immuables. Elle peut donc dire avec certitude ce qu'est le réel. La vérité est donc une nécessité à laquelle l'esprit est appelé à atteindre inexorablement. Ferdinand Gonseth ayant inspiré Bachelard avec son concept d'idonéisme peut ainsi dire « *nous sommes lents à reconnaître, dans ce que nous croyons être des vérités par elles-mêmes et en quelque sorte, extérieures, la part de notre esprit.* »<sup>22</sup> C'est dans cette perspective que va se développer le réalisme et l'idéalisme émanent de la philosophie aristotélicienne et la philosophie cartésienne.

### **I- La critique de la conception classique de la réalité : une pédagogie des vérités immuables, absolues et nécessaires.**

La conception classique de la réalité pose que le réel malgré l'apparente complexité des phénomènes peut être appréhendé dans son entièreté et son absoluté. Il est donc question ici, pour le philosophe-savant, de dépasser la réalité béate et immédiate pour rechercher l'idée qui la soutient ou le principe ultime de tous les êtres. Ce principe est unicité et totalité et c'est de lui qu'on

---

<sup>22</sup> Ferdinand Gonseth, *Les fondements des mathématiques*, Blanchard, paris, 1926, P. 159.

peut tirer une explication de tous les phénomènes sensibles. Aristote et Descartes vont abonder dans ce sens. L'un étant le tenant du réalisme, l'autre héritier et parrain de l'idéalisme.

## **1- Aristote : La totalisation et la généralisation de la réalité**

Aristote posait qu'il n'y a de science que du général et que seul le philosophe pouvait être capable de totaliser le réel dans la mesure du possible, il pouvait donc ainsi parler du réel avec certitude puisqu'il en connaissait tous les paramètres. En effet, pour Aristote, il s'agit de privilégier le général, l'universel au détriment du particulier, le général en faisant abstraction du détail, pourtant le détail est souvent ce qui vient faire exception et falsifier une théorie.

La connaissance générale est une généralisation des concepts. Elle repose sur des suppositions, des observations faites sur une base empirique sans pourtant les critiquer. Pour les philosophes grecs, les sciences de la matière se présentent comme un effort pour connaître le monde réel. Ce sont des sciences dites d'observations, elles portent sur les faits. Les philosophes empiristes insisteront plus tard sur cette nécessité.

Bachelard dénonce judicieusement le double mythe d'une rationalité vide et d'un empirisme décousu. Il ne s'agit plus de collectionner des faits mais de les coordonner, de les expliquer non par un système de croyances anthropomorphiques, mais par une raison polémique. Il critiquait ainsi l'empirisme de Francis Bacon et le manque de précision d'Aristote pour qui la généralité était le propre d'une connaissance pertinente. Bachelard affirme dans ce sens que

*Rien n'a plus ralenti les progrès de la connaissance scientifique que la fausse doctrine du général qui a régné d'Aristote à Bacon inclus et qui reste, pour tant d'esprits, une doctrine fondamentale du savoir [...]. En effet sur ce point, la pensée moderne se présente vis-à-vis de la pensée aristotélicienne comme une généralité amplifiée. Aristote enseignait que les corps légers, fumées et vapeurs, feu et flamme, rejoignaient à l'empyrée leur lieu naturel, tandis que les graves cherchaient naturellement la terre<sup>23</sup>.*

---

<sup>23</sup> Gaston Bachelard, *op.cit.*, chap III, p. 56.

En signalant le danger de l'extension des concepts, il y'a risque de généralisation hâtive qui séduit et satisfait l'intelligence naïve. De telles généralisations bloquent la pensée, l'expérience perd son aiguillon, quand les concepts sont sclérosés ou en viennent à mépriser le détail, la précision ou la rigueur empirique. On ne sait plus « déformer les concepts » c'est-à-dire les confronter à l'expérimentation, les modifier, les compliquer sagement. Bachelard prend l'exemple de la coagulation qui permettait au XVIIIe siècle de regrouper les phénomènes les plus divers : le lait qui caille le sang, le fiel, les graisses, la solidification des métaux, la congélation de l'eau. Cette extension maximale du concept manifestement abusive, imperméable à la véritable expérimentation et la pensée mathématique est la source des erreurs les plus grossières. Une connaissance qui manque de précision ou pour mieux dire une connaissance qui n'est pas donnée avec ses conditions de détermination n'est pas une connaissance scientifique. Bachelard peut ainsi dire « *une connaissance générale est presque fatalement une connaissance vague* »<sup>24</sup>. Pour Bachelard, ces généralités étant formellement fondées sur des données sensibles, il faut pour les affranchir :

*Une psychanalyse de la connaissance objective doit examiner soigneusement toutes les séductions de la facilité. C'est à cette condition qu'on aboutira à une théorie de l'abstraction scientifique vraiment saine, vraiment dynamique*<sup>25</sup>.

## **2- La généralisation dans la conception galiléenne et newtonienne de la réalité**

Galilée et Newton n'ont pas échappé également à cette généralisation, puisque Bachelard nous le dit dans ces termes :

*La pédagogie est là pour prouver l'inertie de la pensée qui vient d'avoir une satisfaction dans l'accord verbal des définitions. Pour le montrer, suivons un instant la leçon de mécanique élémentaire qui étudie la chute des corps. On vient donc de dire que tous les corps tombent, sans exception. En faisant l'expérience dans le vide, avec l'aide du tube de Newton, on arrive à une loi plus riche : dans le vide, tous les corps tombent avec la même vitesse. On tient cette fois un énoncé utile, base réelle d'un empirisme exact.*

---

<sup>24</sup> Gaston Bachelard, *Le nouvel esprit scientifique*, P. 19.

<sup>25</sup> Id, *La formation de l'esprit scientifique*, p.55

*Toutefois, cette forme générale bien constituée peut arrêter la pensée. En fait, dans l'enseignement élémentaire, cette loi est le stade où s'arrêtent les esprits essoufflés. Cette loi est si claire, si complète, si bien fermée sur soi, qu'on ne sent pas le besoin d'étudier la chute de plus près. Avec cette satisfaction de la pensée généralisante, l'expérience a perdu son aiguillon. Faut-il étudier seulement le jet d'une pierre sur la verticale ? On a tout de suite l'impression que les éléments de l'analyse font défaut. On ne sait pas distinguer entre la force de pesanteur agissant positivement dans le mouvement de haut en bas et la force de pesanteur agissant négativement dans le mouvement de bas en haut. Autour d'une connaissance trop générale, la zone d'inconnu ne se résout pas en problèmes précis<sup>25</sup>.*

L'inertie de la pensée est spécialement due à ce manque de rigueur dans le raisonnement, à la satisfaction de la première expérience, à la généralisation immédiate sans chercher à compliquer la théorie pour l'éprouver davantage. La clarté d'une loi ne garantit pas son objectivité ou sa pertinence. La mécanique classique de la chute des corps se constitue de manière très empirique, et, à base de ces expériences, Galilée en arrive à généraliser cette expérience sous formes de loi ou théorie. Ce qui lui permet de poser les postulats suivant lequel dans le vide tous les corps aussi légers ou lourds soient ils tombent à la même vitesse. On peut ainsi lire :

*Galilée fut probablement le premier à examiner attentivement comment les objets tombent vers le bas, vers le sol. La légende dit qu'il montait au sommet de la tour penchée de Pise et lâchait simultanément des boules lourdes et légères. Il constata qu'elles touchaient la terre en même temps. Il a ainsi démontré que, contrairement à certaines convictions antiques, tous les objets (« corps »), lourds ou légers, tombent à la même vitesse. Les études de Galilée ont suscité un grand intérêt, parce qu'elles s'appliquaient non seulement aux simples chutes telle que la chute d'une pomme d'un arbre) mais aussi au très pratique sujet de la trajectoire des boulets de canon<sup>26</sup>.*

Nous constatons que Galilée et Newton cheminent méthodiquement et méthodologiquement de la même manière en allant des faits et des expériences particulières qu'ils généralisent. C'est le propre même de la méthode inductive qui consiste à généraliser un fait à partir d'un ensemble d'observations faites sur un problème précis. C'est cela qui va pousser Gaston Bachelard à faire une critique

---

<sup>25</sup> *Ibid.*, p. 57.

<sup>26</sup> David Stern, *La chute des corps*, in <https://www-spof.gsfc.nasa.gov/Stargaze/Fall.html>, publié 12.13.2001 consulté le 13/11/2018 à 23 :03.

méthodologique de la science classique articulée autour de la méthode intuitive et la méthode inductive.

## II- La critique de la méthode dans les sciences classiques

La méthode est le chemin adéquat qui nous conduit vers une destination. En science comme en philosophie la méthode est importante et capitale. Chaque époque ou bien chaque savant empreinte une méthode particulière dans la quête et la conquête de la vérité scientifique. Dans la diversité des méthodes scientifiques, nous allons nous attarder sur deux méthodes que critiques Bachelard : la méthode intuitive et la méthode inductive.

### 1- La méthode intuitive

La méthode intuitive a meublé la philosophie dans les philosophies platoniciennes, et dans la tradition rationaliste de Descartes et Spinoza où l'âme ou l'esprit, saisi de façon soudaine une vérité. Dans la philosophie platonicienne, Platon assigne comme fin ultime de son enseignement après la dialectique effectuée par le philosophe, la saisie de l'intuition pure des Idées. Pour lui, il est impossible pour l'âme d'accéder aux réalités supérieures étant logé dans un corps sensible, il faut donc mourir à la vie sensible pour parvenir à l'intuition de l'Idée pure qui est intemporelle. Les sens étant trompeurs, ne sont pas digne de foi, le raisonnement nous fait tendre vers le vrai, ce n'est qu'à la mort que l'âme va parvenir à cette intuition pure en contemplant les essences.

Platon dit :

*Il se peut qu'il y ait une sorte de chemin raccourci qui nous mène logiquement à une solution dans le problème que nous examinons et c'est ce fait : aussi longtemps que nous aurons notre corps et que notre âme sera pétrie avec cette chose mauvaise, jamais nous ne posséderons suffisamment l'objet que nous désirons. Et cet objet, c'est ce que nous appelons le vrai<sup>27</sup>.*

---

<sup>27</sup> Platon cité par Maurice Vanhoutte, in « La méthode intuitive dans les dialogues de la maturité de Platon », revue philosophique de Louvain, 1949, PP. 301-333.

La méthode intuitive est un raccourci qui n'a pas de règle à suivre, ce n'est pas une intuition sensible mais une intuition intellectuelle de la saisie du vrai, et Platon la place hors de notre monde corruptible.

Mais Bachelard ne peut accepter une telle méthode car il n'y a pas de science soudaine la science doit être apte à rendre compte d'elle-même à partir de ses hypothèses, ses concepts, ses expériences et ses résultats. Une méthode, qui ne suit pas ces principes est en réalité préscientifique. C'est cette métaphysique intuitive dans laquelle on retrouve bien d'autres penseurs comme Spinoza, Descartes, que va vigoureusement critiquer Bachelard, car, la science utilise une méthode expérimentale qui n'est que l'application d'une théorie. Bachelard peut ainsi dire :

*En fait, la philosophie scientifique ne s'est pas épurée depuis la déclaration de Boutry. Il ne serait pas difficile de montrer, d'une part, que, dans ses jugements scientifiques, le rationaliste le plus déterminé accepte journallement l'instruction d'une réalité qu'il ne connaît pas à fond et que, d'autre part, le réaliste le plus intransigeant procède à des simplifications immédiates, exactement comme s'il admettait les principes informateurs du rationalisme. Autant dire que pour la philosophie scientifique, il n'y a ni réalisme ni rationalisme absolu et qu'il ne faut pas partir d'une attitude philosophique générale pour juger la pensée scientifique. Tôt ou tard, c'est la pensée scientifique qui deviendra le thème fondamental de la polémique philosophique ; cette pensée conduira à substituer aux métaphysiques intuitives et immédiates les métaphysiques discursives objectivement rectifiées<sup>28</sup>.*

---

<sup>28</sup> Gaston Bachelard, *le nouvel esprit scientifique*, P.8.

La disqualification des métaphysiques intuitives et immédiates entraîne aussi la disqualification des méthodes qui les sous-tendent car ces méthodes ne permettent pas de rendre compte clairement de la démarche scientifique mise à l'œuvre dans une découverte. C'est par les tests expérimentaux qu'on reconnaît la fécondité d'une méthode scientifique. En plus, une intuition doit pouvoir être vérifiée dans l'expérience pour qu'on puisse juger de sa pertinence et sa véracité. C'est dans une conjonction de réalisme et de rationalisme, théorie et pratique qu'il faut aborder le savoir scientifique. Face aux métaphysiques intuitives et immédiates Bachelard entend substituer des métaphysiques objectivement rectifiées.

## 2- La méthode inductive

La critique de la méthode inductive est liée à la critique de la généralité chez Aristote et Bacon qui ont tour à tour à partir d'un certain nombre d'observations érigées des lois. L'induction est insuffisante ici parce qu'elle n'effectue pas des observations sur tous les cas pour prétendre en faire une conclusion sur un nombre de cas limité. On peut donc distinguer l'induction totale qui n'est pas possible en pratique puisqu'on ne peut observer tous les cas possibles existant, l'induction amplificatrice qui pose pour principe que

*Si un grand nombre de A ont été observés dans des circonstances très variées, et si l'on observe que tous les A sans exceptions possèdent la propriété B, alors tous les A possèdent la propriété B<sup>29</sup>.*

Ce principe a fini par poser problème car il est presque impossible de faire toutes les observations possibles sur la totalité des cas existant. Il est au centre de l'empirisme et Bachelard va adresser une critique similaire à cette méthode utilisée pour la première fois par Aristote et plus tard par Francis Bacon. Il dit en ce sens que

*Pour bien montrer l'immobilité des résumés trop généraux, prenons tout de suite un exemple. Bien souvent, afin d'indiquer d'une manière simple comment le raisonnement inductif, fondé sur une collection de faits particuliers, conduit à la loi scientifique générale, les professeurs de philosophie décrivent rapidement la chute de divers corps et concluent : tous les corps tombent. Pour s'excuser de cette banalité, ils prétendent*

---

<sup>29</sup> Pierre Sagaut, *Introduction à la pensée scientifique moderne*, Cours de culture générale, Licence, version numérique, université pierre et marie curie, Paris 6, <http://www.lmm.jussieu.fr/~sagaut>, 2008-2009, P.119.

*montrer qu'avec un tel exemple, ils ont tout ce qu'il faut pour marquer un progrès décisif de la pensée scientifique*<sup>30</sup>.

Pour Bachelard un tel raisonnement ne peut pas servir à expliquer pédagogiquement les grandes révolutions de la pensée scientifique. Il est même banal de le penser car cela relève de l'expérience première qui est un obstacle épistémologique. On peut lire ce commentaire dans l'encyclopédie Larousse « *contre les partisans du raisonnement par induction, il fait observer que l'on ne peut jamais affirmer qu'il n'y aura pas de contre-exemples à la loi que l'on a établie*<sup>31</sup>. »

### **III- L'épistémologie classique : une épistémologie close et unitaire.**

Les obstacles épistémologiques dans leur conception des choses, développent aussi une épistémologie qui leur est consubstantielle. L'épistémologie classique veut développer une conception scientifique qui explique le monde à partir de la généralisation d'un seul principe, à partir duquel elle déduit tous les autres explications des phénomènes naturels aussi différents soient-ils. Aristote avait donc tout comme Kant élaborés des catégories de l'entendement au-delà desquelles on ne pouvait plus rien dire. La raison devient ainsi close et déterminée à penser d'une certaine manière. Cette connaissance unitaire est un obstacle épistémologique selon Bachelard. Cette connaissance se développe davantage au XVIIIe siècle. A cette période de l'histoire, il n'y avait de souci que d'expliquer un ensemble de phénomène par un seul élément particulier :

*Nous avons étudié la fonction généralisante et ses dangers à propos d'expériences ou d'intuitions aussi bien définies que, possible, comme la coagulation, la fermentation, la*

---

<sup>30</sup> Gaston Bachelard, *la formation de l'esprit scientifique*, chap. III, P.55.

<sup>31</sup> Encyclopédie Larousse, version numérique, in [http://www.larousse.fr/encyclopédie/personnage/Gaston\\_Bachelard](http://www.larousse.fr/encyclopédie/personnage/Gaston_Bachelard)

*fonction toute mécanique de l'éponge. Mais on peut saisir la séduction de généralités bien plus vastes. Alors il s'agit, non plus de pensée empirique, mais vraiment de pensée philosophique. Alors une douce léthargie immobilise l'expérience ; toutes les questions s'apaisent dans une vaste Weltanschauung<sup>32</sup> ; toutes les difficultés se résolvent devant une vision générale du monde, par simple référence à un principe général de la Nature. C'est ainsi qu'au XVIIIe siècle, l'idée d'une Nature homogène, harmonique, tutélaire efface toutes les singularités, toutes les contradictions, toutes les hostilités de l'expérience<sup>34</sup>.*

Cette épistémologie unitaire et close pose que le monde fonctionne selon un ordre précis et que le désordre et les contradictions ne sont qu'apparents. Les savants et les philosophes cherchaient à expliquer tout phénomène de la nature par un seul élément. Par exemple, en physique un auteur veut expliquer tous les phénomènes de la nature par la lumière. La lumière est utilisée ici pour chercher les causes de toutes choses et démontrer les effets de toutes choses. Le compte de Tressan prétend expliquer tous les phénomènes de l'univers par l'action « *du fluide électrique* ». Pour Bachelard, cette épistémologie est « *une parodie de la pensée scientifique* ». La connaissance unitaire et close ne favorise pas la curiosité intellectuelle et empêchent la recherche, car elle met a priori la perfection de l'objet.

Une telle pensée va se développer dans l'épistémologie kantienne basée sur la géométrie euclidienne et la physique newtonienne. Chaque mouvement de pensée dans un système clos et isolé va expliquer le monde soit à partir de la réalité, soit à partir de la raison. Ce qui sera à l'origine de la discorde entre réalisme et rationalisme, philosophie et science.

### **1- L'unité et l'immutabilité de la géométrie euclidienne de l'architectonique de la raison dans la philosophie kantienne.**

Jacqueline Russ commentant Kant affirme en définissant l'architectonique de la raison :

*L'architectonique désigne l'art des systèmes. Pour qu'il y ait connaissance rigoureuse, il ne faut pas seulement qu'il y ait un agrégat de disciplines, mais une systématité, résultat d'une exigence imposée par la raison pure. Kant s'attache donc ici à ce qu'il y'a de scientifique dans notre connaissance en général<sup>33</sup>.*

---

<sup>32</sup> Terme allemand utilisé par Bachelard qui signifie en français « vision du monde ».

<sup>34</sup> Gaston Bachelard, *la formation de l'esprit scientifique*, P. 83

<sup>33</sup> Jacqueline Russ, *philosophie, les auteurs, les œuvres*, Bordas, Paris, 2007, P. 253.

Cette architectonique sera basée sur deux grands systèmes : le système euclidien sur la géométrie et le système newtonien sur la physique.

Euclide est un mathématicien grec qu'on peut situer entre le IV<sup>ème</sup> et le II<sup>ème</sup> siècle avant J.C, il est le fondateur de l'école d'Alexandrie. Il a écrit un célèbre livre nommé *Les éléments de géométrie*, dans lequel il pose les bases de l'axiomatique qui gouverneront toute la géométrie de l'espace, de la période classique jusqu'au début de la période moderne où Lobatchevski et Riemann vont l'ébranler en développant une géométrie non euclidienne. Euclide commence à son époque un travail de formalisation de la géométrie. Il définit la géométrie comme la science des figures de l'espace, elle étudie l'étendu de ces figures et leurs propriétés.

Lorsqu'on parle de figure, il faut y voir les droites, les segments, longueurs, mesure des angles, les aires. Euclide va poser un ensemble de définitions, de postulats et d'axiomes qui vont constituer le système de sa géométrie et pendant plusieurs siècles, elle restera inébranlable à cause du fait qu'elle soit tellement évidente que tout le monde peut en faire l'expérience. Elle est évidente et intuitive et définit un espace à trois dimensions : la longueur, la largeur et la hauteur.

Le postulat le plus célèbre d'Euclide qui est le cinquième postulat sur la notion des parallèles stipule : Etant donné une droite D et un point P en dehors de D, il existe une unique droite D passant par P ne coupant jamais D. Pour résumer ce postulat, Euclide dit clairement que deux parallèles sont des droites qui ne se rencontrent jamais. L'espace d'Euclide sera donc un espace immuable a priori.

Plus précisément, on lit ce postulat en ces termes « *par un point situé hors d'une droite, on ne peut mener une droite et une seule qui ne la rencontre pas, cette droite étant dite parallèle* »<sup>34</sup>. C'est sur cette pensée que Kant va construire son système basé sur l'architectonique de la raison. Pour lui en effet, la raison ne peut voir que ce qu'elle se donne elle-même. Kant pense que la raison peut accéder à des vérités universelles, a priori et objectives. Bachelard le relève en ces termes

*Avant d'arriver à la période de trouble, rappelons d'abord la longue unité de la pensée géométrique : à partir d'Euclide et pendant deux mille ans, la géométrie reçoit sans doute des adjonctions nombreuses, mais la pensée fondamentale reste la même et l'on peut*

---

<sup>34</sup> Euclide cité en Encyclopédie Universalis, vol 7, P. 644.

*croire que cette pensée géométrique fondamentale est le fond de la raison humaine. C'est sur le caractère immuable de l'architecture de la géométrie que Kant fonde l'architectonique de la raison. Si la géométrie se divise, le kantisme ne peut être sauvé qu'en inscrivant des principes de division dans la raison elle-même, qu'en ouvrant le rationalisme (...) on ne peut cependant manquer d'être frappé du fait que des tendances dialectiques apparaissent à peu près en même temps dans la philosophie et dans la science<sup>35</sup>.*

Kant a tellement été frappé par la géométrie euclidienne qu'il en a fait le fondement de son système. Pour mieux comprendre les positions kantiennes, il faut remonter au XVIII<sup>e</sup> siècle, siècle qui cultive la toute confiance en la raison. A cette époque, philosophie et science fonctionnent ensemble de telle enseigne que Kant va inviter la métaphysique à s'inspirer de la méthode physico-mathématique pour prendre son envol. Il faisait sans doute allusion à la géométrie euclidienne et la mécanique newtonienne qui fonde son système. En effet, Tout comme Euclide, Newton va également faire du temps et de l'espace des éléments absolus que Kant va considérer comme des cadres a priori de la sensibilité sans lesquels toute connaissance scientifique n'est pas possible.

## **2- La séparation entre science et philosophie**

La séparation entre la science et la philosophie est celle qu'on observe également entre le matérialisme et le rationalisme dans la philosophie. Le matérialisme ne se nourrit plus de la conceptualisation philosophique et vice versa. En effet, la science et la philosophie ont cessé de communiquer à l'époque où Gaston Bachelard écrit son œuvre. Il est donc question de faire renaître un lien entre ces deux disciplines, de trouver un cordon ombilical qui puisse les relier. Cette séparation a causé du retard à la pensée scientifique qui ne pouvait en aucun cas rendre son propre cheminement. La science s'était en effet éloignée de la philosophie par la spécialisation issue de la dislocation des disciplines car le reproche qu'elle faisait à la philosophie était basé sur un manque d'expérimentation de ses discours, elle croyait donc qu'en restant fondamentalement pratique, elle serait pertinente par son expérimentation.

---

<sup>35</sup> Gaston Bachelard, *le nouvel esprit scientifique*, p. 21.

La science était donc basée sur la glorification des faits tels qu'on l'observe dans le positivisme de Comte. Une sorte de disciplinarité close s'est développée à cette époque. Edgar Morin le souligne très pertinemment lorsqu'il affirme que

*De fait, la grande disjonction entre science et philosophie a opéré une scission entre l'esprit et le cerveau, le premier relevant de la métaphysique, le second des sciences naturelles, et de plus, les cloisonnements disciplinaires ont séparé et dispersé : [...], on se rend difficilement compte que la disjonction et le morcellement des connaissances affectent, non seulement la possibilité d'une connaissance de la connaissance, mais aussi nos possibilités de connaissance sur nous-mêmes et sur le monde, provoquant ce que Gusdorf appelle justement une « pathologie du savoir ». En effet, la réflexion philosophique ne s'alimente quasiment plus aux connaissances acquises par l'investigation scientifique, laquelle ne peut ni rassembler ces connaissances ni les réfléchir. La raréfaction des communications entre sciences naturelles et sciences humaines, la disciplinarité close (à peine corrigée par l'insuffisante interdisciplinarité), la croissance exponentielle des savoirs séparés font que chacun, spécialiste ou non spécialiste, devient de plus en plus ignorant du savoir existant<sup>36</sup>.*

Pour cet auteur, la séparation entre science et philosophie conduit à l'ignorance et devient une sorte d'obstacle épistémologique pouvant nous permettre de manquer de connaître un objet dans toutes ses ramifications. Il n'est donc pas question de rester sourd à l'appel philosophique de guider conceptuellement la science et vice versa. Pour Morin, c'est Descartes qui est à l'origine de cette dislocation parce qu'il a fait de la disjonction et la simplification le propre du savoir scientifique. Bachelard relevant également cette attitude de dislocation entre le réalisme et le rationalisme affirme en ces sens :

*Sans prétendre, bien entendu, établir la métaphysique qui doit servir de base à la Physique moderne, on peut entreprendre de dégager l'assouplissement des philosophies usuelles devant la Réalité de laboratoire. De toute évidence, le savant ne peut plus être réaliste ou rationaliste à la manière des philosophes qui croyaient pouvoir se placer d'emblée devant l'Être saisi, ou bien dans sa prolixité externe, ou bien dans son unité intime. Pour le savant, l'Être n'est saisi en un bloc ni par l'expérience ni par la raison. Il faut donc que l'épistémologie rende compte de la synthèse plus ou moins mobile de la*

---

<sup>36</sup> Edgar Morin, *La méthode, tome III, la connaissance de la connaissance*, introduction générale, Editions du Seuil, 1986, P. 11

*raison et de l'expérience, quand bien même cette synthèse se présenterait philosophiquement comme un problème désespéré* <sup>37</sup>.

La séparation entre science et philosophie ne peut en aucun cas permettre le développement de la science contemporaine qui se veut plutôt synthétique et se place au carrefour des savoirs, elle n'est ni purement réaliste ou rationaliste comme cela était courant avec la philosophie où les différentes écoles s'entre combattaient. Ni donc l'expérience, ni la raison ne suffisent à connaître le réel, ce qu'il faut pour avoir une connaissance approchée ou une vérisimilitude du réel, c'est la synthèse entre le réalisme et le rationalisme. Cette synthèse ne peut se faire si la philosophie et la science fonctionnent en vase clos, elle est possible seulement par une coopération conceptuelle ou un dialogue. C'est ce que nous verrons en parlant de la nature de la science classique.

---

<sup>37</sup> Gaston Bachelard, *Op.cit.*, p. 18.

## CHAPITRE II : LA NATURE DE LA SCIENCE CLASSIQUE

La science classique est dominée par la philosophie naturelle d'Isaac Newton basée sur les conceptions relatives à la masse, à l'idée de simultanéité, la vitesse et bien d'autres éléments qui font de cette philosophie un système clos qui avait pour ambition de décrire fidèlement la réalité et d'en rendre compte fidèlement. L'esprit scientifique newtonien va se heurter aux découvertes d'Albert Einstein qui vont révolutionner la physique. Il s'agit donc pour mieux comprendre la science classique d'établir un rapport entre ces deux conceptions du monde.

### I- Rapport entre l'esprit scientifique newtonien et einsteinien

Parlant de ce rapport, Bachelard met en exergue la notion d'astronomie chère à Newton et Einstein. Il pense que l'astronomie relativiste d'Einstein ne sort pas en réalité de celle newtonienne car il note que le système de Newton est un système achevé, c'est pourquoi Einstein va opérer « *une refonte totale* »<sup>38</sup> de ce système en touchant les concepts clés et concepts de base de la physique newtonienne. La pensée newtonienne a ceci de particulier que c'est un système, un système qui n'a de sens que dans son vocabulaire et c'est ce que nous dit Bachelard lorsqu'il affirme que : « *La pensée newtonienne était de prime abord un type merveilleusement net de pensée fermée ; on ne pouvait en sortir que par effraction.*<sup>41</sup> » Comme nous le dit Bachelard, cette pensée est le prototype de l'absoluité et de la stabilité du monde et de ses lois. Cette effraction n'est donc pas une transition pure et simple du système newtonien à celui einsteinien, ce n'est pas une pure linéarité mais c'est une rupture épistémologique liée à la refonte des concepts de base d'un système ancien pour un système nouveau, tel se conçoit le nouvel esprit scientifique. C'est pour cette raison que Bachelard peut dire :

---

<sup>38</sup> *Ibid.*, P. 36.

*Il n'y a donc pas de transition entre le système de Newton et le système d'Einstein. On ne va pas du premier au second en amassant des connaissances, en redoublant de soins dans les mesures, en rectifiant légèrement des principes. Il faut au contraire un effort de nouveauté totale. On suit donc une induction transcendante et non pas une induction amplifiante en allant de la pensée classique à la pensée relativiste. Naturellement, après cette induction on peut, par réduction, obtenir la science newtonienne. L'astronomie de Newton est donc finalement un cas particulier de la Panastronomie d'Einstein, comme la géométrie d'Euclide est un cas particulier de la Pangéométrie de Lobatchewsky<sup>39</sup>.*

Le nouvel esprit scientifique d'Albert Einstein nous instaure dans une nouveauté totale qui englobe l'astronomie newtonienne non pas en la négativant mais en la complétant.

L'astronomie d'Einstein est une astronomie généralisante qui fait de celle de Newton un cas particulier tout comme la géométrie non-euclidienne est plus généralisante.

### **1- L'idée de simultanéité : le problème de l'espace et le temps**

La physique newtonienne est une physique immédiate, tellement évidente qui explique les phénomènes naturels simplement et de manière évidente. Elle met en exergue la simultanéité qui est l'un de ses concepts fondamentaux de base. C'est cette idée qui sera la première à être attaquée par l'astronomie relativiste. Rendant compte de cette astronomie Bachelard affirme :

*La Relativité attaquera cependant la primitivité de l'idée de simultanéité, comme la Géométrie de Lobatchewsky a attaqué la primitivité de l'idée de parallélisme. Par une exigence subite, le physicien contemporain nous demandera d'associer à l'idée pure de simultanéité l'expérience qui doit prouver la simultanéité de deux événements. C'est de cette exigence inouïe qu'est née la Relativité<sup>40</sup>.*

L'idée de simultanéité issue de Newton était moins un concept vérifié et expérimenté que le produit de son intuition, c'est pourquoi il fallait mettre ce concept en difficulté en essayant de l'expérimenter pour l'éprouver car :

---

<sup>39</sup> *Ibid.*

<sup>40</sup> *Ibid*, p. 38.

*Le monde est alors moins notre représentation que notre vérification. Dorénavant, une connaissance discursive et expérimentale de la simultanéité devra être attachée à la prétendue intuition qui nous livrait d'emblée la coïncidence de deux phénomènes dans le même temps<sup>41</sup>.*

Cette idée met en exergue la notion de temps absolu qui justifierait sa pertinence. C'est pourquoi Léon de Brunschwig repris par Bachelard affirme :

*Elle ne saurait être ni définie logiquement par la raison suffisante, ni constatée physiquement sous une forme positive. Elle est dans son fond, une négation ; elle revient à nier qu'il faille un certain temps pour la propagation de l'action de signalement. Nous apercevons alors que la notion de temps absolu, ou plus exactement la notion de la mesure unique du temps, c'est-à-dire d'une simultanéité indépendante du système de référence, ne doit son apparence de simplicité et d'immédiate réalité qu'à un défaut d'analyse<sup>42</sup>.*

L'idée de simultanéité est une idée immédiate dûe à un défaut d'analyse qui nie la propagation de la lumière dans l'espace. C'est cette simplicité et cette immédiateté qui ne vient ni de la raison suffisante ni de l'expérience physique qui sera critiquée par Einstein et révisée par sa physique.

Cette idée d'immédiateté sera critiquée par le principe d'indétermination de Heisenberg qui met en exergue la localisation de l'électron dans l'espace, car, dans cette expérience, il y'a perturbation et on ne sait pas véritablement où se situe cet élément puisqu'on ne peut déterminer avec précision la place de cette particule dans un système d'expérimentation ; Bachelard dit dans ce sens :

*On retrouve le même principe critique à la base des méthodes plus récentes de Heisenberg. À propos des concepts les plus simples comme ceux qui président à la localisation d'un objet dans l'espace, la même exigence expérimentale nous sera imposée. On nous [45] refusera le droit de parler de la place de l'électron si nous n'apportons pas une expérience pour trouver l'électron. En vain, les réalistes répondront qu'on le trouve où il est, en se confiant au caractère immédiat, clair, simple de l'idée de lieu ; les partisans de Heisenberg feront remarquer que la recherche d'un objet minuscule est une expérience délicate et que cette expérience, dès qu'elle est précise, déplace l'objet, dès qu'il est fin.*

---

<sup>41</sup> Ibid.

<sup>42</sup> Ibid, p. 39.

<sup>46</sup> Ibid.

*L'expérience fait donc corps avec la définition de l'Être. Toute définition est une expérience ; toute définition d'un concept est fonctionnelle. Il s'agit, pour Heisenberg comme pour Einstein, d'une sorte de doublement expérimental des notions rationnelles. Ces notions cessent donc d'être absolues puisqu'elles sont en corrélation avec une expérience plus ou moins précise<sup>46</sup>.*

Dans la physique contemporaine, l'absoluité est devenue inexistante c'est désormais le concept de relativité qui règne en maître-mot. L'être n'est plus quelque chose d'immuable et indépendant du sujet, l'être est devenu flexible et mobile et ne dépend en réalité que des instruments dans lequel il est moulé.

Tout doit désormais être soumis à la loi de l'expérimentation pour justifier son caractère scientifique obéissant au nouvel esprit scientifique ; les notions de l'ancien esprit scientifique comme la masse, la position qui était corollaire à la géométrie sont appelés à être expérimentées. La physique et la géométrie sont désormais interdépendants dans le nouvel esprit scientifique.

Écoutons ce que nous propose Bachelard :

*Ainsi, même des notions d'essence géométrique comme la position, la simultanéité, doivent être saisies dans une composition expérimentale. La réflexion rigoureuse retourne donc vers les origines expérimentales de la géométrie. La physique devient une science géométrique et la géométrie une science physique. Naturellement des notions plus profondément engagées dans la réalité matérielle, comme la masse, se présenteront, dans la science relativiste, sous un aspect plus composé, sous une pluralité d'espèces. Il y a là une opposition très nette de l'esprit nouveau à l'esprit ancien<sup>43</sup>.*

---

<sup>43</sup> *Ibid.*

## 1- La notion de masse : la masse est fonction de la vitesse

Dans le système newtonien, la masse est perçue aussi comme une notion vague et ambiguë liée à notre expérience immédiate et à l'intuition. Dans ce système, cette notion n'a pas encore subi d'épuration et est perçue vaguement sans montrer ses preuves. La masse est plus perçue comme une quantité de matière que peut remplir un espace vide. C'est pourquoi Bachelard peut nous apprendre que

*Dans la science des siècles derniers, l'unité de la notion de masse, son caractère immédiat et évident, provenaient de la vague intuition de quantité de matière. On avait une telle confiance dans la prise concrète de l'esprit sur la Nature que les définitions newtoniennes paraissaient la simple précision d'une idée vague mais fondée. Ainsi en définissant la masse newtonienne comme le quotient d'une force par une accélération, on croyait lire dans cette définition le rôle spécifique de la substance du mobile qui s'opposait d'autant plus à l'efficacité d'une force qu'il contenait plus de matière<sup>44</sup>.*

La notion de masse newtonienne qui s'obtient en divisant la force par l'accélération vise à saisir la substance qui est en jeu dans le processus mis en évidence par Newton. Mais pour Bachelard, cette conception est trop matérialiste et s'appuie sur une expérience immédiate qui paraît être fondée. Or, Bachelard pense que la science n'est pas une simple transcription des données naturelles, mais un construit qui vient toujours réfuter l'expérience première. C'est pour cette raison que la notion de masse lui paraît être floue et sera plus tard révolutionnée. La même critique est adressée à la conception maupertuisienne de la masse qui remplace le concept de force par l'impulsion mais cela ne permet pas toujours d'épurer l'intuition liée à cette notion.

Mais ces deux théories traduisent la même réalité mais sont tellement simples qu'ils ne compliquent pas l'expérience. Or Bachelard critique les idées claires et simples issues de Descartes. La science ne se montre pas, elle se démontre, elle ne saurait être une simple traduction

---

<sup>44</sup> *Ibid*, p. 40.

de la réalité. D'où le dépassement qui sera fait plus tard par la physique non-newtonienne. Cette critique bachelardienne se fait en ces termes :

*Ainsi la notion première de masse, bien fondée à la fois dans une théorie et dans une expérience, paraissait devoir échapper à toute analyse. Cette idée simple semblait correspondre à une nature simple. Sur ce point la science paraissait une traduction immédiate de la réalité.*<sup>45</sup>

Tout ce qui compte pour Bachelard, ce n'est pas tant qu'une théorie soit juste, mais le rapport de cette théorie à la matière. La théorie est-elle assez mathématisée, le rationnel a-t-il plus d'emprise sur le réel que le concret ? C'est le rôle de la mathématique de rendre une théorie beaucoup plus formelle et axiomatique car le réel est a priori. C'est pourquoi selon lui, la théorie de la masse newtonienne et maupertuisienne sera dépassée et critiquée par la relativité einsteinienne qui va bouleverser tout un siècle de croyances fondées sur la masse comme quantité de matière.

Avec Einstein les choses vont beaucoup évoluer car comme le dit Bachelard :

*La Relativité, sur ce point particulier, va être à la fois moins réaliste et plus riche que la science antécédente. Elle va dédoubler une notion simple, donner une structure mathématique à une notion concrète. En effet, la Relativité apporte la preuve que la masse d'un mobile est fonction de sa vitesse*<sup>50</sup>.

Nous pouvons ainsi dire que l'ancien esprit scientifique était basée sur le réalisme et la simplicité notionnelle ; on peut donc avoir l'équation  $AS = R + S$ . Tandis que le nouvel esprit scientifique commence véritablement avec la relativité en 1905 et nous installe dans une nouvelle ère où le sujet entre dans la science car l'ancien esprit scientifique baignait dans la croyance que les choses nous sont indépendantes et que c'est l'esprit qui doit aller à la conquête de la matière et la matière ne fait que lui livrer ses secrets. Ce qui n'est pas le cas avec la relativité.

Dans son déploiement la relativité a complexifié la masse newtonienne qui était quelque chose de simple dans le système de Newton or :

---

<sup>45</sup> *Ibid.*

<sup>50</sup> *Ibid.*

*La Relativité a scindé encore la notion de masse prise sous la définition purement newtonienne. Elle a conduit en effet à distinguer entre la masse calculée le long de la trajectoire (masse longitudinale) et la masse calculée sur une normale à la trajectoire, comme une sorte de coefficient de résistance à la déformation de la trajectoire (masse transversale)<sup>46</sup>.*

Le nouvel esprit scientifique einsteinien nous donne une définition globale de la réalité qui s'inspire beaucoup plus des mathématiques car Bachelard nous parle de masse longitudinale et de masse transversale à laquelle Newton n'avait jamais songé. C'est une notion compacte, saisie intuitivement sans jamais véritablement être expliquée et explicitée :

*Elle montre combien la nouvelle physique mathématique est éloignée de la mécanique classique où la masse prise comme unité fondamentale était posée comme un élément nécessairement simple<sup>52</sup>.*

Le dépassement de Newton par Einstein ne veut pas dire que le système de Newton est faux mais juste que le système newtonien est devenu un cas particulier de la physique relativiste qui est devenu beaucoup plus généralisante car du rationalisme simpliste newtonien on se retrouve au rationalisme complexe Einsteinien. On pourra donc dire légitimement que la physique newtonienne fait partie de la physique einsteinienne car toute la science n'est qu'un ensemble d'erreurs et d'obstacles surmontés, affinés et rectifiés. La science n'est que notre rectification où

---

<sup>46</sup> *Ibid*, p. 41.

<sup>52</sup> *Ibid*.

les concepts s'élargissent davantage et deviennent moins flous c'est-à-dire plus précis. On peut donc voir le fossé qu'a traversé la science entre le XIXe et le XXe siècle.

Bachelard nous en dit davantage :

*Jadis, on imaginait que c'était à l'application que les concepts se compliquaient, on croyait qu'on les appliquait toujours plus ou moins mal ; considérés en eux-mêmes, on les tenait pour simples et purs. Dans la nouvelle pensée, l'effort de précision ne se fait plus au moment de l'application ; il se fait à l'origine, au niveau des principes et des concepts<sup>53</sup>.*

Des principes à la pratique, c'est de là que provient la complexité de la théorie. Le nouvel esprit scientifique précise ses concepts depuis les équations mathématiques jusqu'à la vérification. Ce fut le cas avec la théorie de la relativité générale qui fut à même de prédire à partir des équations d'Einstein l'éclipse de 1909 et la courbure de l'espace-temps. La simplification n'est plus à l'ordre du jour dans la nouvelle physique, elle est passée et dépassée.

## **2- La vitesse de la lumière**

La vitesse de la lumière n'échappe pas aussi à la complexité car ce n'est pas une notion aussi simple, puisqu'avec Einstein, cette notion va aussi subir un coup fatal, avec Newton on croyait que la lumière pouvait être illimitée ou du moins on ne savait pas grand-chose sur elle. La vitesse de la lumière nous apparaît ainsi comme la vitesse absolue à laquelle rien ne peut aller au-dessus. Si la masse est fonction de la vitesse, un solide qui atteindra la vitesse de la lumière, sa masse serait, comme nous le précise Bachelard, infinie également. Il dit :

*Le souci de complexité ne se présente pas toujours aussi clairement et il y a des concepts encore simples dont on pourrait peut-être s'aventurer à prévoir la complication. On ferait sentir ainsi, à son origine, le trouble psychologique apporté par le doute sur l'objectivité des concepts de base. Tel est le cas, nous semble-t-il, du concept de vitesse. Ce concept est sorti à peu près indemne des manipulations relativistes, encore que le fait d'une vitesse maxima n'ait pu être entièrement légitimé. Jadis, quand on segmentait le savoir en connaissances conceptuelles et en connaissances appliquées, en principes a priori et en expériences a posteriori, on ne pouvait guère admettre qu'il y eût une limite à l'application du concept de vitesse. Or la doctrine non-newtonienne nous oblige à inscrire le fait de la vitesse de la lumière comme vitesse limite au niveau même des principes de*

*la mécanique. Si la vitesse d'un mobile matériel atteignait la vitesse de la lumière, sa masse serait infinie<sup>47</sup>.*

La simplification a permis de segmenter les savoirs or dans le domaine de la science même les contraires peuvent devenir complémentaires et vice-versa. Les concepts en science sont désormais solidaires puisque

*Peu à peu la vitesse a cessé d'être explicitée et elle apparaît de plus en plus comme fondue dans la notion de moment cinétique. De même que la masse d'un mobile ne peut plus se préciser sans une référence à sa vitesse, de même la notion de vitesse a tendance à se réunir à la notion d'une masse adjointe. Le moment cinétique lui-même n'est qu'un cas particulier, plus imagé, d'un moment d'essence plus algébrique. C'est ainsi que devant des difficultés multiples, Bohr disait récemment que tout ce qui touche à la notion de vitesse enferme une certaine obscurité. La vitesse ne reste une notion claire que pour le sens commun<sup>48</sup>.*

Rien n'est plus très simple dans la science tout est devenu complexe même les notions comme la masse sont désormais reliées à la vitesse car pour bien calculer la masse d'un corps il faut se référer à sa vitesse car celle-ci peut changer en fonction de la vitesse. Elle est désormais relative c'est-à-dire qu'elle dépend d'un référentiel. Cela justifie la conception de Bohr, la vitesse n'est pas une donnée claire et simple à la manière cartésienne. C'est une donnée très compliquée et très complexe qui n'a pas encore finie de dévoiler ses mystères.

La vitesse obéit-elle au réalisme ou est-elle un donné complexe ? Le phénomène de la dualité de la lumière comme onde et particule pose des problèmes lorsqu'on essaye de vérifier la vitesse de la lumière considérée comme une onde et la vitesse de la lumière considérée comme une particule. Elle est bien différente et l'on croirait avoir deux vitesses différentes d'une même réalité et Bachelard rapporte cette citation de M. Darrow :

*Qu'un flux d'électricité négative libre possède deux vitesses différentes : l'une quand nous le considérons comme un ensemble de particules, l'autre quand nous y voyons un train*

---

<sup>47</sup> *Ibid*, p. 42.

<sup>48</sup> *Ibid*, pp. 42-43.

*d'ondes. Mais ne faut-il pas que [51] l'une de ces deux vitesses soit la bonne et n'est-il pas possible de décider entre elles en mesurant le temps effectif mis par l'électricité pour parcourir une distance donnée ? Examinons cette possibilité ; nous trouverons qu'après tout, il n'est pas facile d'éviter une telle ambiguïté. On voit ainsi poindre, à propos de l'attribution de la vitesse, l'idée dont nous parlions dans notre introduction : c'est le réel et non pas la connaissance qui porte la marque de l'ambiguïté<sup>49</sup>.*

Le réel serait donc par nature ambigu. Par la suite, Bachelard fait une critique de la mécanique aristotélicienne qui était plongée également dans un réalisme naïf et donnait trop de réalité à la notion de vitesse. Bachelard le dit en ces termes :

*N'est-il pas frappant aussi qu'une des plus graves erreurs de la mécanique aristotélicienne soit relative à une confusion sur le rôle de la vitesse dans le mouvement ? L'aristotélisme donnait en quelque sorte trop de réalité à la vitesse en professant qu'une force constante était nécessaire pour maintenir une vitesse constante. C'est en limitant, comme on le sait, le rôle du concept de vitesse que Galilée a fondé la mécanique moderne<sup>50</sup>.*

La théorie a un rôle très important dans la relativité et c'est en faisant une expérience de pensée que la relativité gagna en pertinence et en crédibilité tandis que la masse newtonienne était beaucoup plus liée au mouvement, Einstein se basa sur son intuition pour découvrir la réalité cachée derrière le concept de vitesse et de masse. Ce changement de paradigme est aussi changement de l'ancien esprit vers le nouvel esprit scientifique. L'avènement du nouvel esprit scientifique est aussi liée à un changement conceptuel c'est-à-dire une conceptualisation nouvelle et une nouvelle syntaxe, c'est ce qui justifie ces mots de Gaston Bachelard :

*Nous ne rappelons ces révolutions relatives à un seul concept que pour attirer l'attention sur le fait qu'elles sont synchrones de révolutions générales qui marquent profondément l'histoire de l'esprit scientifique. Tout va de pair, les concepts et la conceptualisation ; il ne s'agit pas de mots qui changent de sens tandis que la syntaxe serait invariable, pas davantage d'une syntaxe, mobile et libre, qui retrouverait toujours [52] les mêmes idées à organiser. Les relations théoriques entre les notions modifient la définition des notions autant qu'une modification dans la définition des notions modifie leurs relations mutuelles. D'une manière plus philosophique, on peut assurer que la pensée se modifie*

---

<sup>49</sup> *Ibid.*

<sup>50</sup> *Ibid*, p. 43.

*dans sa forme si elle se modifie dans son objet. Sans doute, il y a des connaissances qui paraissent immuables. On croit alors que l'immobilité du contenu est due à la stabilité du contenant ; on croit à la permanence des formes rationnelles, à l'impossibilité d'une nouvelle méthode de pensée. Or ce qui fait la structure ce n'est pas l'accumulation ; la masse des connaissances immuables n'a pas l'importance fonctionnelle que l'on suppose. Si l'on veut bien admettre que, dans son essence, la pensée scientifique est une objectivation, on doit conclure que les rectifications et les extensions en sont les véritables ressorts. C'est là qu'est écrite l'histoire dynamique de la pensée. C'est au moment où un concept change de sens qu'il a le plus de sens, c'est alors qu'il est, en toute vérité, un événement de la conceptualisation. Même en se plaçant au simple point de vue pédagogique –point de vue dont on méconnaît trop souvent l'importance psychologique – l'élève comprendra mieux la valeur de la notion galiléenne de vitesse si le professeur a su exposer le rôle aristotélicien de la vitesse dans le mouvement. On prouve ainsi l'incrément psychologique réalisé par Galilée. Il en va tout de même pour la rectification des concepts réalisée par la Relativité. La pensée non-newtonienne absorbe ainsi la mécanique classique et elle s'en distingue. Elle ne bénéficie pas seulement d'une clarté statique due à son organisation interne. [53] Elle éclaire encore d'une lumière étrangère et nouvelle ce qui passait pour clair en soi. Elle apporte une conviction d'une espèce plus puissante que la croyance naïve dans les premiers succès de la raison car elle se prouve en tant que progrès ; elle montre ainsi la supériorité de la pensée complète sur la pensée élémentaire. Avec la Relativité, l'esprit scientifique se fait juge de son passé spirituel<sup>51</sup>.*

Dans le nouvel esprit scientifique tout va de pair c'est-à-dire que la forme et l'objet sont connivalent, autrement dit, le contenu et le contenant, mieux, l'esprit et la matière. La découverte d'une réalité entraîne une nouvelle façon de penser, de théoriser et de raisonner, tout de même qu'un nouveau système théorique modifie les définitions anciennes de ce système et instaure une nouvelle vision du monde qui bouleverse les pensées, les habitudes, les croyances et fait rayonner une vérité nouvelle. La raison n'est donc pas quelque chose de statique comme l'ont pensé les anciens ni une réalité intelligible immuable où les vérités scientifiques seraient éternelles et inchangeables. Comprendre le nouvel esprit scientifique ne signifie donc pas mépriser l'ancien esprit scientifique et c'est avec la compréhension des anciennes vérités que l'élève peut mieux appréhender les nouvelles explications rationnelles. C'est pour cette raison que Bachelard pense que même dans la pédagogie scientifique, l'importance de la psychologie est indéniable pour comprendre le concept galiléen de vitesse en faisant un rapport avec la notion aristotélicienne de mouvement tout comme le rapport

---

<sup>51</sup> *Ibid*, p. 45.

qu'on peut établir entre la mécanique newtonienne qui est une mécanique élémentaire et la mécanique einsteinienne ou non-newtonienne, une mécanique complète.

C'est donc par rectification et extension que fonctionne la science. Ce n'est pas une avancée linéaire, mais la dynamique scientifique fonctionne en zigzag c'est-à-dire en bonds.

## II- Le rôle des mathématiques dans la science

### 1- La physique mathématique

Pour Bachelard les mathématiques ont toujours été sous-estimés dans leurs apports dans la construction de l'esprit scientifique parce qu'elles ont été considérées comme un simple langage, un outil qu'utilisait la raison pour parvenir à ses résultats :

*On a répété sans fin que les mathématiques étaient un langage, un simple moyen d'expression. On s'est habitué à les considérer comme des outils à la disposition d'une raison consciente d'elle-même, maîtresse d'idées pures douées d'une clarté anté-mathématique. Une telle segmentation pouvait avoir un sens à l'origine de l'esprit scientifique, quand les images premières de l'intuition avaient une force suggestive et aidaient la théorie à se constituer<sup>52</sup>*

Bachelard émet une critique de la raison autosuffisante qui donne plus de force à l'intuition, aux métaphores et aux images sans faire intégrer une analyse mathématique beaucoup plus rigoureuse. Cette considération est propre à l'ancien esprit scientifique, or dans le nouvel esprit scientifique :

*En s'éloignant des images naïves, l'esprit scientifique est [54] devenu en quelque sorte plus homogène : désormais, il est tout entier présent dans son effort mathématique. Ou encore, pour mieux dire, c'est l'effort mathématique qui forme l'axe de la découverte, c'est l'expression mathématique qui, seule, permet de penser le phénomène. Il y a quelques années, M. Langevin nous disait : « Le Calcul Tensoriel sait mieux la physique que le*

---

<sup>52</sup> Ibid, p.45

<sup>60</sup>Ibid.

*Physicien lui-même. » Le Calcul Tensoriel est vraiment le cadre psychologique de la pensée relativiste. C'est un instrument mathématique qui crée la science physique contemporaine comme le microscope crée la microbiologie, Pas de connaissances nouvelles sans la maîtrise de cet instrument mathématique nouveau<sup>60</sup>.*

Plus que jamais la mathématique est omniprésente dans le nouvel esprit scientifique non plus en se référant à l'intuition et aux images naïves mais à la puissance de l'instrument de mesure qui garantit désormais la scientificité et la fiabilité des données considérées comme scientifique.

Bachelard continu son argumentaire en critiquant le pseudo-argument que l'on utilise toujours à l'encontre des mathématiques en les qualifiant de trop formaliste c'est-à-dire d'être plus éloigné de la réalité. Or, il n'en est rien puisque

*La Physique mathématique n'est pas aussi dégagée de son objet que le prétendent les doctrinaires de l'Axiomatique. Pour s'en rendre compte, il suffit d'un court examen psychologique de la pensée formelle effective. Toute pensée formelle est une simplification psychologique inachevée, une sorte de pensée-limite jamais atteinte<sup>53</sup>.*

Même quand l'esprit fait une sorte de vol, d'envol et de survol de la réalité, ses formes abstraites restent connectées à la matière qui est et demeure le support sur lequel il s'appuie. Les mathématiques restent le seul moyen qui permet à l'esprit humain d'épurer la réalité vague et primitive et d'en dégager la conceptualisation, ladite conceptualisation qui doit sa pertinence à l'épreuve de la réalité à laquelle elle résiste. Pour Bachelard :

*A fortiori, les mathématiques de la Physique nouvelle sont comme nourries par leur application à l'expérience. Il est bien sûr que la pensée géométrique riemannienne a vu s'accroître son poids psychologique quand elle a été utilisée par la Relativité. Il semble que l'équilibre soit parfait entre la pensée euclidienne de Newton et la pensée riemannienne d'Einstein<sup>62</sup>.*

C'est dire que la physique et la mathématique sont indissociables car tout comme la géométrie euclidienne fut utilisée par la physique Newtonienne, la géométrie riemannienne fut de

---

<sup>53</sup> *Ibid.*, p. 46

<sup>62</sup> *Ibid.*

même avec la physique d'Einstein. Les mathématiques, pouvons-nous dire, restent la meilleure façon de conceptualiser les données provenant de la physis<sup>54</sup>.

Avec les mathématiques, l'esprit scientifique opère des généralisations c'est-à-dire des extensions de certaines formules pour les compléter. Dans l'ancien esprit scientifique, on se référait à l'induction c'est-à-dire qu'on regroupait un ensemble d'exemples qu'on érigeait en loi. Le nouvel esprit scientifique calqué sur le modèle relativiste procède par la méthode mathématique hypothético-déductive qui traduit et prédit un ensemble de phénomènes sous formes d'équations qui sont vérifiées plus tard dans l'expérimentation. Cela est davantage plus visible avec le calcul tensoriel qui manifeste une sorte de pensée synthétique, totalisante et globalisante qui généralise, car ayant passé en revue les différentes faces cachées du réel. Le domaine de possibilité mathématique devient le domaine de possibilité de l'être qui participe à la généralisation de la réalité. La relativité générale dans ce sens a su généraliser et englober la relativité restreinte. C'est pourquoi :

*Dans le détail même du calcul, veille une sorte de conscience de la totalité. C'est l'idéal de totalité initiale qui se prolonge. Avec la Relativité, nous sommes bien loin de l'état analytique de la pensée newtonienne. C'est du côté esthétique que nous trouverions des valeurs synthétiques comparables aux symboles mathématiques<sup>55</sup>.*

Le détail désormais est dans la généralité qui est dans le détail, mais la simplification et l'exclusion du détail que l'on retrouve dans la philosophie cartésienne prolongée dans la pensée analytique newtonienne sont battues en brèche par la relativité einsteinienne qui est le prototype même de la pensée synthétique.

Le monde mathématique est un monde des possibles qui s'allie au monde concret de la physis, non pas une physis brute, confuse de l'expérience immédiate mais une physis purifiée de son armure et son armature pour laisser jaillir le monde de l'être tant recherché.

---

<sup>54</sup> Ce mot signifie nature.

<sup>55</sup> *Ibid*, p.47

<sup>65</sup> *Ibid*.

L'interdisciplinarité est donc ressortie ici dans l'alliance physico-mathématique. D'où cette affirmation de Bachelard :

*Les pures possibilités mathématiques appartiennent au phénomène réel, même contre les premières instructions d'une expérience immédiate. Ce qui pourrait être, au jugement du Mathématicien, peut toujours être réalisé par le Physicien. Le possible est homogène à l'Être<sup>65</sup>.*

La mécanique quantique et la mécanique ondulatoire tout comme l'équation de Schrödinger et le calcul matriciel ont joué un rôle fondamental dans la transition de cette ère mathématique dans la physique. A partir des découvertes liées à ces disciplines, la physique a désormais pris droit de cité dans les mathématiques et vice-versa. Galilée n'avait peut-être pas tort de dire que le monde est écrit en langage mathématique car l'axiomatisation des sciences dures est un pas vers la formalisation des énoncés théoriques contenus dans la réalité.

La mathématique introduit alors des variables dans la physique, ces variables sont une sorte d'abstractions mais qui ont une réalité psychologique car ils servent de support à la réalité factuelle. Ces abstractions constituent une réalité qui elle n'est pas subjective mais objective car elle est généralisée dans les vérifications finales. Ces intermédiaires entre le monde empirique et le monde mathématique sont :

*Bel et bien les appuis indispensables de la pensée. Sans leur intermédiaire la pensée scientifique apparaîtrait comme une simple juxtaposition de connaissances empiriques. C'est souvent par ces termes fantômes que s'établit la liaison idéaliste et que s'accomplit cette substitution de la conséquence à la causalité qui est encore un trait important de la cohérence rationnelle de la science contemporaine<sup>56</sup>.*

L'on peut considérer ces concepts comme des schèmes de la réalité comme Kant l'a appelé qui n'ont de sens que s'ils ont un référent matériel ou vérifié expérimentalement. D'où ce concept cher à Bachelard « *le matérialisme rationnel ou le rationalisme appliqué* ».

---

<sup>56</sup> *Ibid*, p .48.

<sup>67</sup>*Ibid*.

L'esprit scientifique non seulement doit avoir pour principe l'expérimentation mais il doit aussi mettre toutes les possibilités expérimentales dans son agenda, ce qui veut dire qu'il suffit qu'une expérience soit possible, le chercheur doit envisager les paramètres de sa réalisation. Bachelard n'exclut pas la participation de toutes les facultés humaines dans cette tâche ardue de l'esprit scientifique y compris l'imagination tout comme l'intuition. Cet extrait du *Nouvel esprit scientifique* est pertinent dans ce sens :

*On connaît en effet l'exigence positiviste de Heisenberg qui veut que toutes les notions employées aient un sens expérimental. Mais en y regardant de plus près, on voit que Heisenberg permet de s'appuyer sur des expériences fictives. Il suffit qu'elles soient possibles. C'est donc finalement en termes de possibilités expérimentales que s'exprime la Physique mathématique. Dans une telle doctrine, le possible [58] s'est en quelque sorte rapproché du réel ; il a repris une place et un rôle dans l'organisation de l'expérience. Il s'est éloigné des traductions plus ou moins fantaisistes de la philosophie du comme si<sup>67</sup>.*

En analysant ces termes de Bachelard qui mettent en exergue la conception de Heisenberg on comprend la justification de l'expérience de pensée chère à la physique, expérience qui n'est pas réelle mais qui permet de faire une projection sur ce que peut être la réalité. Ces prédictions sont souvent vérifiées par l'expérience lors des tests expérimentaux ou des observations scientifiques.

Bachelard nous apprend enfin que la nouveauté n'est pas toujours le dépassement de l'ancien mais la généralisation de ce qui était limité et qui vient compléter les concepts limités et restreint. Sa pensée se résume en ces termes :

*En résumé, si l'on prend une vue générale des rapports épistémologiques de la science physique contemporaine et de la science newtonienne, on voit qu'il n'y a pas développement des anciennes doctrines vers les nouvelles mais bien plutôt enveloppement des anciennes pensées par les nouvelles. Les générations spirituelles procèdent par emboîtements successifs. De la pensée non-newtonienne à la pensée newtonienne, il n'y a pas non plus contradiction, il y a seulement contraction. C'est cette contraction qui nous permet de trouver le phénomène restreint à l'intérieur du noumène qui l'enveloppe, le cas particulier dans le cas général, sans que jamais le*

*particulier puisse évoquer le général. Désormais l'étude du phénomène relève d'une activité purement nouménale ; c'est la mathématique qui ouvre les voies nouvelles à l'expérience<sup>57</sup>.*

---

<sup>57</sup> *Ibid.*, p.48.

Dans ce rapport entre la physique classique et la physique moderne on retrouve posé le problème de l'être que Kant avait posé en termes de noumènes et de phénomènes. Si pour Kant les noumènes avaient un sens négatif dans la mesure où la raison ne les avait pas saisis ou ne pouvait pas les saisir, avec Bachelard la science permet d'atteindre les noumènes par le biais de la mathématique.

## 2- Ferdinand Gonseth et les mathématiques.

Ferdinand Gonseth qui va inspirer Bachelard va développer un concept issu des mathématiques qu'il a appelé l'idonéisme. Il écrit un ouvrage intitulé « *les mathématiques et la réalité* » dans lequel il rend compte des différentes conceptions inspirées des mathématiques qui se sont développées sur le réel à savoir le positivisme et le conceptualisme car les mathématiques permettent d'atteindre des concepts universels et objectifs. L'a priori est donc privilégié dans sa philosophie et cet a priori doit s'incarner dans l'expérience. Pour Ferdinand Gonseth :

*Tout l'ouvrage « les mathématiques et la réalité » et par-delà toute l'œuvre de Gonseth est traversée par la forte conviction que la connaissance abstraite ne peut jamais être débarrassée de ses origines expérimentales. Il revient inlassablement sur ce point et il lui tient particulièrement à cœur de montrer que les mathématiques n'échappent pas à l'emprise de l'expérimental. Dans la plus grande partie de son œuvre, et surtout dans sa monumentale monographie « Le problème de l'espace » il s'est intéressé à la géométrie qui est pour lui un terrain d'élection pour illustrer ses vues<sup>58</sup>.*

Gonseth privilégie le domaine de l'abstraction et pose que cette abstraction ne doit sa pertinence que par rapport à l'expérience qui sera faite plus tard à partir des instruments de mesure. Pour Gonseth, un système mathématique, axiomatique doit trouver et prouver sa pertinence qu'après avoir fait ses preuves au niveau de l'expérimentation. Une telle conception influencera l'œuvre de Bachelard. Les mathématiques sont au cœur de la science, sans elle, il n'y aurait pour ainsi dire pas de science.

Pour ce mathématicien, ce sont les mathématiques qui désignent toujours et définissent le paradigme qui doit gouverner la science de telle époque. La géométrie euclidienne gouvernait

---

<sup>58</sup> Damian Rossler, « un aperçu de la philosophie de Ferdinand gonseth », 22 mars 2015, p. 3.

<sup>70</sup> *Ibid.*, p. 4

la pensée kantienne et newtonienne, tout comme les géométries non-euclidiennes et la pensée einsteinienne ont mis en doute la conception kantienne basée sur la considération de l'espace et le temps comme des intuitions.

Commentant l'idonéisme de Gonseth, Damian Rossler peut ainsi dire :

*Animé de l'idée que l'abstrait doit toujours répondre à l'intuitif, il propose la philosophie ouverte comme alternative à toutes les tentatives de munir la connaissance de structures a priori. Il associe à la philosophie ouverte l'idonéisme, qu'il voit comme un bréviaire de principes généraux qui doivent aider le philosophe ouvert à s'orienter<sup>70</sup>.*

L'idonéisme apparaît donc ici comme l'ouverture de la philosophie à la science et vice-versa. C'est un discours qui prône non pas une raison close à la manière des classiques mais une raison ouverte. `Dans l'un de ses articles, « présentation et défense de l'idonéisme », il présente en effet la nécessité de la philosophie de s'ouvrir lorsqu'elle rencontre des objections sur ses prises de position et non continué à entretenir un dogmatisme injustifié puérile, stérile et impertinent. C'est la science qui se charge souvent de vérifier les concepts philosophiques et de les mettre à l'épreuve.

Bachelard reconnaît l'apport de cette conception de Gonseth surtout dans le domaine mathématique en ce sens :

*En suivant par exemple les travaux de M. Gonseth (voir loc. cit, p. 104) - que l'expérimentation est sous la dépendance d'une construction intellectuelle antérieure, on cherche du côté de l'abstrait les preuves de la cohérence du concret. Le tableau des possibilités d'expérience est alors le tableau des axiomatiques. On accède donc à la culture physico-mathématique en revivant la naissance de la géométrie non-euclidienne qui a été la première occasion de la diversification des axiomatiques<sup>59</sup>.*

C'est cette abstraction valorisée par Gonseth qui a inspiré les conceptions de Bachelard sur la science. A partir de son analyse sur la géométrie euclidienne, Bachelard retient également la critique qu'il en fait.

---

<sup>59</sup> *Ibid.*, p. 35.

## CONCLUSION PARTIELLE

Nietzsche pensait que la philosophie fonctionne à coup de marteau, la science également. Tout système de pensée nouveau est amené à dépasser l'ancien ou à se former sur les cendres de celui-ci. Bachelard commence ainsi, à la lumière des nouvelles sciences naissantes, à critiquer les conceptions classiques de la réalité basée sur une généralisation abusive des cas particuliers des phénomènes. Cette critique remet également en cause les méthodes utilisées à l'intérieur de ces sciences, à savoir les méthodes intuitives qui permettaient à ces classiques de saisir et en un bloc la réalité sans cheminement, sans processus méthodologique. Or, la science comme nous le dit Bachelard, doit pouvoir rendre compte de façon rationnelle, de toutes ses méthodes afin que quiconque en face l'expérience. C'est pourquoi la méthode scientifique est objective et universelle. De même, la méthode inductive, consistant à partir des faits particuliers pour une généralisation, pose des problèmes car il faut avoir fait une observation totale de tous les phénomènes pour être sûr que le phénomène ne sera jamais contredit. Ces méthodes propres à l'ancien esprit scientifique seront dépassées dans le nouvel esprit scientifique.

Les mathématiques jouent certainement aussi un rôle important mais dans la science classique ils constituent un simple instrument de science. Cette conception ne satisfait pas aussi Bachelard qui pense que les mathématiques sont l'essence même de la physique. D'où le terme la physique mathématique. A la suite de Bachelard, Ferdinand Gonseth va y voir un idéalisme propre à la nouvelle science.

Dans le nouvel esprit scientifique, la raison se dialectise et ouvre ses schèmes à la souplesse et à la mobilité. Comment donc Bachelard réussit-il à articuler cette conception nouvelle de la réalité basée sur une description révolutionnaire de la science contemporaine ? Qu'est-ce-que Bachelard appelle la philosophie du non?

**DEUXIEME PARTIE :**

**L'EPISTEMOLOGIE CONTEMPORAINE AVEC LE  
NOUVEL ESPRIT SCIENTIFIQUE**

## INTRODUCTION PARTIELLE

La philosophie est la mère des sciences, c'est pour cette raison que malgré, de nombreuses tentatives de la science de se détacher totalement et complètement de la philosophie, elle n'y parvient pas, parce que, les grandes problématiques scientifiques concernent également la philosophie. Le nouvel esprit scientifique épouse la perspective et la contexture de la philosophie qui se veut critique, dialectique et dynamique. Il va ainsi se développer une philosophie du non, philosophie qui ne vise pas à détruire toutes les anciennes philosophies, mais une philosophie qui vise à ouvrir les systèmes clos, immuables et absolus. C'est une philosophie de l'ouverture qui vise à enrichir les systèmes précédents. Pour ce faire, il a fallu que l'esprit devienne flexible et accepte les vérités qui lui sont fournies par l'expérience, quand elles viennent contredire celles de la raison tout comme l'expérience devait se mettre à l'école de la théorie. Tout ce cheminement se fait par le dépassement d'un ensemble d'obstacles épistémologiques susceptible d'empêcher l'esprit d'atteindre la science. Beaucoup de concepts qui jouissaient d'une tranquillité dans la science classique seront bouleversés, de la simplification, on passe à des réalités beaucoup plus complexes, qui nécessitent aussi une philosophie scientifique complexe. Ce que Bachelard appelait la complexité de la philosophie scientifique. L'indétermination, la complémentarité onde-corpuscule, la probabilité et la statistique, le dépassement des certitudes passées qui prennent toutes le caractère d'une philosophie du non ; c'est ce que nous verrons sur la nouveauté épistémologique de la science contemporaine.

### CHAPITRE III : LA RUPTURE EPISTEMOLOGIQUE : JEU DIALECTIQUE DE LA RAISON

La science fonctionne par essais et par erreurs et c'est cela qui cause le renouvellement sans cesse de façon exponentielle de ses connaissances. Lorsqu'une connaissance en vient à dépasser une autre, on parle de rupture épistémologique, car il y'a changement de paradigme et révolution conceptuelle et méthodologique. Ce changement, il ne nous est pas donné par l'expérience, c'est la raison qui construit ses objets, qui imagine ses expériences et qui force la réalité à toujours aller au plus loin de ses possibilités. C'est la raison qui dialectise ses lois et peut les rendre souples et mobiles. C'est ainsi que va se développer une philosophie du non basée sur une ouverture de la géométrie euclidienne, la philosophie kantienne et l'épistémologie cartésienne. Tour à tour, il se dessine une géométrie non-euclidienne, un non-kantisme et une épistémologie non-cartésienne. Quel est donc le sens du non dans le nouvel esprit scientifique de Gaston Bachelard ?

#### I- La naissance de la philosophie du non

La négation dont il est question ici ne veut pas dire refus, évacuation ou rejet des philosophies scientifiques antérieures qui ont meublées tout le champ épistémologique. Il s'agit plutôt de l'ouverture de tous les systèmes scientifiques qui jusque-là fonctionnaient par une raison autosuffisante en ne laissant aucune place à la nouveauté. Pour cette raison Bachelard nous précise davantage sur le concept de la philosophie du non :

*Il nous faudra en effet sans cesse rappeler que la philosophie du non n'est pas psychologiquement un négativisme et qu'elle ne conduit pas, en face de la nature, à un nihilisme. Elle procède au contraire, en nous et hors de nous, d'une activité constructive. Elle prétend que l'esprit au travail est un facteur d'évolution. Bien penser le réel, c'est profiter de ses ambiguïtés pour modifier et alerter la pensée. Dialectiser la pensée, c'est augmenter la garantie de créer scientifiquement des phénomènes complets, de régénérer toutes les variables dégénérées ou étouffées que la science, comme la pensée naïve, avait négligées dans sa première étude<sup>60</sup>.*

---

<sup>60</sup> Gaston Bachelard, *la philosophie du non, essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*, introduction, Un document produit en version numérique par Daniel Boulognon, P.U.F., quatrième édition, Paris, 1966, P. 19.

La philosophie du non est plus une philosophie qui vient compléter le réel ou plus précisément qui vient généraliser la pensée, en englobant des cas particuliers de pensées, qui, n'était pas faux dans leur ensemble, mais qui restaient beaucoup plus restreint à certains phénomènes. La philosophie du non est une ouverture, un enrichissement des différentes géométries, de la mécanique newtonienne, de la philosophie kantienne, et de l'épistémologie cartésienne. Cependant, en quoi consiste véritablement cette philosophie du non ? Nous allons répondre à cette question, en se référant parmi les négations qui existent, à la géométrie non-euclidienne ouverte par Lobatchewsky, le non-kantisme mis en mouvement par la relativité einsteinienne et l'épistémologie cartésienne révolutionnée par les méthodes scientifiques nouvelles.

### **1- La naissance de la géométrie non-euclidienne**

La géométrie non-euclidienne n'est pas la négation de la géométrie euclidienne, ce n'est pas non plus une contradiction du système euclidien qui se fait hasardeusement. Bachelard nous le précise en ces termes :

*La philosophie du non n'est pas une volonté de négation. Elle ne procède pas d'un esprit de contradiction qui contredit sans preuves, qui soulève des arguties vagues. Elle ne fuit pas systématiquement toute règle. Au contraire, elle est fidèle aux règles à l'intérieur d'un système de règles. Elle n'accepte pas la contradiction interne. Elle ne nie pas n'importe quoi, n'importe quand, n'importe comment. C'est à des articulations bien définies qu'elle fait naître le mouvement inductif qui la caractérise et qui détermine une réorganisation du savoir sur une base élargie<sup>61</sup>.*

Si la philosophie du non est donc une ouverture, un élargissement des concepts pour mieux les enrichir, la géométrie non-euclidienne n'est non plus une négation de la géométrie euclidienne elle est beaucoup plus un élargissement voire un enrichissement de ses concepts.

---

<sup>61</sup> *Ibid.*, chap IV, p. 125.

La géométrie euclidienne qui est basée sur des axiomes prises comme des évidences n'a pas le souci de démontrer ses propositions, pour cela, elle considère le temps et l'espace comme des cadres absolus et immuables de la nature. Sous l'impulsion des auteurs comme Riemann et Lobatchewsky, la géométrie euclidienne va connaître un bouleversement. Il y'a désormais une infinité de dimensions qui implique aussi une infinité d'espaces relativement distincts les uns des autres. Cette diversité de dimensions et d'espaces va aussi voir naître une multitude de géométries en rupture avec le postulat euclidien relatif à la notion de parallèle. On parlera par exemple de « l'espace riemannien ».

La première tentative de négation de la géométrie euclidienne commence avec Saccheri dans son ouvrage *ao omni naevo vun dicabus* dans lequel il pose l'hypothèse d'une remise en question de la notion de parallèle. Ce qui pour lui aboutira à l'abandon de cette notion de parallèle chère à Euclide. Dans ses analyses sur les notions de droites, il aboutit aux résultats que par un point situé hors d'une droite on peut mener une infinité de droites sécantes. C'est tout le contraire de ce que pensait Euclide.

Lobatchewsky choisit plutôt de chercher à étendre la géométrie que de la fonder. Son extension est beaucoup plus généralisante et totalisante. Pour lui, le postulat d'Euclide sur la notion de parallèle ne peut être démontré que si l'on fait appel aux vérifications expérimentales. Bachelard dit dans ce sens que

*Comparées aux recherches de Lambert, les constructions de Lobatchewsky et de Bolyai se présentent dans une dialectique plus franche, car la chaîne des théorèmes qui découlent du choix non-euclidien de l'axiome des parallèles s'étend de plus en plus et se [25] libère du guide des analogies. On peut dire que, pendant vingt-cinq ans, Lobatchewsky s'est occupé plutôt à étendre sa géométrie qu'à la fonder. Aussi bien, on ne pouvait la fonder qu'en l'étendant. Il semble que Lobatchewsky veuille prouver le mouvement en marchant. Pouvait-il escompter une contradiction manifeste en prolongeant ainsi les déductions à partir d'une supposition qu'on pouvait de prime abord qualifier d'absurde ? C'est là une question qui soulève des problèmes sans nombre, aux confins de l'épistémologie et de la psychologie<sup>62</sup>.*

---

<sup>62</sup> Ibid.

Il s'agit donc pour ces auteurs de construire une pangéométrie, c'est-à-dire une géométrie totale et totalisante qui doit trouver sa réalisation et sa vérification à partir des observations astronomiques. On voit déjà là comment s'articule les relations entre science et mathématiques. Dans certains cas le raisonnement par l'absurde aboutit à des résultats forts intéressants. Cette question que pose Bachelard dans cette citation, montre que ce raisonnement à bien des égards, peut souvent stimuler le développement scientifique.

Dans la même logique Riemann s'est intéressé aussi à la géométrie euclidienne et abouti au final que, par un point pris hors d'une droite, on ne peut en réalité mener aucune parallèle à cette droite. Nga Ateba peut ainsi dire en ce sens que

*Les généralisations géométriques de Riemann se traduisent par la notion de courbure-de l'espace qu'il a introduit dans les mathématiques. L'espace euclidien à trois dimensions est désormais remplacé par l'espace riemannien à n dimensions<sup>63</sup>.*

Une telle géométrie a grandement inspiré Albert Einstein et c'est sur celle-ci qu'il fonde sa relativité avec la courbure de l'espace-temps pour expliquer la gravitation. Elle est aussi présente aujourd'hui dans la théorie des cordes qui admet plusieurs dimensions dont certains ne sont vraies à titre d'hypothèses car ne pouvant être perçu même par les instruments de mesure. Elle est même aujourd'hui au centre de la microphysique, c'est ce que relève Bachelard : « *il faudrait dire que dans l'interprétation des expériences de la microphysique, c'est souvent la géométrie riemannienne qui est la plus commode, la plus économique, la plus claire* »<sup>76</sup>.

## **2- La naissance du non-kantisme**

La science et la philosophie sont extrêmement liées, au point où ces deux disciplines entretiennent une liaison étroite, de sorte que comme nous le dit Edgar Morin, les grandes questions scientifiques sont devenues philosophiques et les grandes questions philosophiques sont devenues scientifiques. A une certaine période de l'histoire des Idées, l'astronomie newtonienne fut très déterminante en philosophie car comme le dit Bachelard lui-même :

---

<sup>63</sup> Nga Ateba, *le statut de l'épistémologie dans le nouvel esprit scientifique de Gaston Bachelard*, mémoire présenté en vue de l'obtention de la maîtrise en philosophie, sous la direction de Dr. Manga Antoine Bihina, 1988, P. 31. <sup>76</sup> *Ibid.*, p. 34.

*C'est l'astronomie newtonienne qui a donné sa rigueur à la doctrine des catégories kantienne, son absolu aux formes a priori d'espace et de temps. C'est cette astronomie qui a fondé la Physique mathématique moderne*<sup>64</sup>.

Kant convaincu du succès de la raison dans le domaine des sciences physiques, mathématiques et astronomiques en vint à s'inspirer de cette absoluité spatio-temporelle pour l'introduire dans la philosophie transcendantale. Newton avait posé en effet que le temps et l'espace sont des éléments absolus et toute son astronomie était basée sur ce principe qui était le caractère déterminant de l'ancien esprit scientifique. Bachelard lui-même dit cela en ces termes :

*Les phénomènes astronomiques représentent en quelque sorte la forme la plus objective et la plus étroitement déterminée des phénomènes physiques. L'astronomie est donc la connaissance la plus apte à donner à l'esprit scientifique des habitudes fondamentales, des formes, qui pour n'être pas a priori dans la perception, pourraient être assez justement dites a priori dans la réflexion.*<sup>65</sup>

L'astronomie newtonienne est donc un exemple de la façon dont se constitue un esprit scientifique, voyant les phénomènes non sous la houlette de l'empirisme immédiat, mais par une perception réflexive qui met en relation les données physiques par une traduction mathématique qui découle de notre raison.

L'ébranlement de la géométrie euclidienne a pour conséquence philosophique l'ébranlement du système kantien fondé sur le caractère a priori et absolu de la notion d'espace et de temps comme des intuitions de la sensibilité. La notion de noumène à laquelle aboutit Kant est également remise en cause dans la nouvelle donne scientifique. En effet, le système kantien est basé du point de vue gnoséologique sur trois facultés à savoir la sensibilité, l'entendement et la raison. La sensibilité nous met en relation directe avec le monde. C'est plus précisément la manière dont les objets nous affectent. L'entendement est donc cette faculté qui permet d'organiser ces données sensibles sous formes de catégories, et de concepts a priori. Dans cette perspective Kant affirme que

---

<sup>64</sup> Gaston Bachelard, *Le nouvel esprit scientifique*, p. 80.

<sup>65</sup> *Ibid.*

*Sans la sensibilité, nul objet ne serait donné et sans l'entendement, nul objet ne serait pensé [...] ces deux pouvoirs ou capacité ne peuvent échanger leur fonction. L'entendement ne peut rien intuitionner, ni les sens rien penser. De leur union seule peut sortir la connaissance*<sup>66</sup>.

Nous pouvons dire que l'entendement est la faculté de connaissance qui a besoin de la sensibilité pour conceptualiser et épurer les données sensibles brutes. C'est dire que les intuitions doivent s'accompagner et vice-versa.

La raison quant à elle est la faculté qui dégage les principes qui sous-tendent toute l'édifice du savoir. La raison peut donc abstraire de façon indépendante sans évoquer le secours des autres facultés. Simplement, la raison est la faculté qui permet d'évoquer des entités métaphysiques et morales comme Dieu, l'âme, la liberté, le souverain bien. Parlant de la raison Kant affirme qu'elle « *contient elle-même la source de certains concepts et de certains principes qu'elle n'emprunte ni des sens, ni de l'entendement* »<sup>67</sup>. Ces principes ne sont qu'appréhensibles par la raison, ils ne relèvent ni du domaine de l'empirique ni de celui de l'entendement mais du domaine privilégié de la raison.

Kant conçoit la raison comme une faculté infaillible, immuable, stable et éternelle qui fournit des vérités indépassables. Cette conception sera très vite falsifiée par le nouvel esprit scientifique contemporain. L'architectonique de la raison est basée sur le temps et l'espace absolu d'Euclide et de Newton. Or ces éléments battus en brèche par les géométries non-euclidiennes, et la relativité einsteinienne montre que la raison est capable de souplesse et de mobilité. La raison kantienne était très radicale, mais le développement de la microphysique a montré que la raison devait non pas s'auto glorifier mais se nourrir aux enseignements de l'expérience. La pensée scientifique contemporaine se caractérise par la souplesse et la mobilité parce qu'elle doit sans cesse se renouveler, renouveler ses concepts, faire « *une refonte totale* », se transformer perpétuellement. Il revient donc à la raison de suivre la science non plus avec des a priori, mais dans l'optique de mieux saisir le mouvement et le dynamisme qui la caractérise. Bachelard dit dans cette perspective :

---

<sup>66</sup> E. Kant, *critique de la raison pure*, Garnier Flammarion, 1976, p.136.

<sup>67</sup> *Ibid*, p. 254.

*C'est sur le caractère immuable de l'architecture de la géométrie que Kant fonde l'architectonique de la raison. Si la géométrie se divise, le kantisme ne peut être sauvé qu'en inscrivant des principes de division dans la raison elle-même, qu'en ouvrant le rationalisme (...) on ne peut cependant manquer d'être frappé du fait que des tendances dialectiques apparaissent à peu près en même temps dans la philosophie et dans la science<sup>68</sup>.*

L'ouverture de la raison est le point de départ de sa mobilité et de sa souplesse. C'est le début de la collaboration entre la raison et l'expérience. Ce n'est plus comme dans le système kantien où la raison se suffisait à elle-même et n'avait besoin de faire recours à l'expérience.

Le nouvel esprit scientifique refuse la clôture pour l'ouverture. Il ne s'agit plus de noumène, ni de phénomène, mais de phénoménotechnique. C'est le noumène scientifique qui constitue la chose en soi inconnaissable kantienne puisqu'il peut déjà être connu. L'invalidation de la conception kantienne et néokantienne va lui permettre de pousser un peu loin en arrière la critique de la conception cartésienne pour ressortir une épistémologie non-cartésienne. Mais alors, en quoi consiste cette épistémologie ?

### **3- Une épistémologie non-cartésienne**

Le nouvel esprit scientifique commence par critiquer la méthode cartésienne et pose le caractère révolutionnaire de la méthode scientifique.

Pour M. Urbain, chimiste contemporain, le succès d'une méthode aussi meilleure soit-elle ne garantit pas sa pérennité. C'est pourquoi, la nouveauté est inscrite au cœur même de la science contemporaine, car il est question à chaque fois d'améliorer les méthodes et les connaissances anciennes soit en les niant, soit en les complétant. Cette tendance M. Urbain et M. Jean Perrin l'ont bien comprise lorsque le premier dit :

*Il n'y a pas de méthode de recherche qui ne finisse par perdre sa fécondité première. Il arrive toujours une heure où l'on n'a plus intérêt à chercher le nouveau sur les traces de l'ancien où l'esprit scientifique ne peut que progresser qu'en créant des méthodes nouvelles. Les concepts scientifiques peuvent perdre leur universalité<sup>69</sup>.*

---

<sup>68</sup> Gaston Bachelard, *op. cit.*, P. 21.

<sup>69</sup> *Ibid.*, p. 104.

On comprend dès lors que les concepts d'immuabilité, de stabilité et de totalité développés dans la tradition philosophique sont frappés de désuétude, pour s'arrimer à une philosophie qui ne suit que les traces de la science, d'où le bien-fondé de l'épistémologie ou ce que Bachelard appelle les métaphysiques objectivement rectifiées. A la suite de M. Urbain, Jean Perrin va développer une conception pareille, en montrant que, la science est évolutive et dynamique et comme telle, ses concepts, ses méthodes ne valent que dans leur domaine d'expérience. Autrement, dans d'autres champs d'expériences, ils montrent vites leurs insuffisances et leurs limites d'où la perte de leur universalité. Bachelard nous spécifie lui-même l'enjeu de cette nouvelle conception scientifique en ces termes :

*Les concepts et les méthodes, tout est fonction du domaine d'expérience ; toute la pensée scientifique doit changer devant une expérience nouvelle ; un discours sur la méthode scientifique sera toujours un discours de circonstance, il ne décrira pas une constitution définitive de l'esprit scientifique.<sup>70</sup>*

Nous comprenons dans ce sens que les changements dans le domaine de la science sont aussi des changements de paradigmes, qui, le plus souvent, nécessitent une refonte totale du savoir, avec tous ses principes, ses démarches et ses hypothèses. L'esprit scientifique tout comme la méthode scientifique est mûs par la mobilité, la souplesse. C'est dire ainsi que l'évolution de l'esprit scientifique est contemporaine de la méthode scientifique.

Le rôle de l'expérience est toujours de confirmer une loi ou une théorie car « *c'est toujours en tant que méthode confirmée qu'est pensée l'expérience* »<sup>71</sup>. Or, si la méthode est infirmée par l'expérience, il y'a aussi changement de schèmes mentaux, changement de logique et réorganisation de la connaissance. La logique et la psychologie mathématique doivent obéir à la logique, et à la psychologie expérimentale. Bachelard illustre ce bouleversement en ces termes :

*Ce caractère normatif est naturellement plus visible dans la psychologie du mathématicien qui ne pense réellement (137) que le correct en posant (...) ; l'évolution méthodologique joue exactement autour des articulations des divers thèmes mathématique<sup>72</sup>.*

---

<sup>70</sup> *Ibid.*

<sup>71</sup> *Ibid.*, p. 105.

<sup>72</sup> *Ibid.*, pp. 105-106.

La mathématique, science par excellence de l'esprit scientifique qui donne souvent du souffle aux autres disciplines doit être en adéquation avec l'expérience. Les équations doivent pouvoir être expérimentées. C'est pourquoi au départ, on peut tout d'abord établir une différence entre une connaissance entrevue et une connaissance prouvée. La différence s'évanouit alors après l'expérimentation d'une loi. La logique est au cœur de toute expérience et l'échec d'une expérience entraîne un changement de logique. Si l'expérience a raison sur la théorie, elle doit modifier sa structure mais si la théorie est exacte dans les calculs, on doit reprendre les expériences.

Aucune méthode aussi efficace soit-elle ne peut échapper au temps puisque l'avancée de la science en dépend ; et la découverte du nouveau appelle également une méthode nouvelle. C'est sur ce point que Bachelard critique amèrement la méthode cartésienne.

La physique cartésienne n'est pas généralisée, puisque Bachelard remet en cause la base objective qui constitue son fondement, du fait de son étroitesse et de son incapacité à rendre compte des phénomènes physiques. Cette incapacité introduit également une carence scientifique, car une science dans sa démarche doit pouvoir rendre compte des phénomènes en relation avec sa théorie. D'où la critique bachelardienne de la méthode cartésienne.

Pour Bachelard, ce qui fait défaillance à la méthode cartésienne c'est son caractère réductible dû à son manque d'induction. L'induction est un raisonnement consistant à partir des faits particuliers à une loi universelle. La méthode cartésienne souffre d'en contenir, il se pourrait qu'elle soit probablement simplifiante, réductible en éliminant certains éléments qui faussent l'objectivité de la pensée et nous donne une « *fausse analyse*. »<sup>73</sup>. Cette méthode souffre d'extension et de généralisation, qui créent un manque d'objectivation ; or l'esprit scientifique doit essentiellement objectiver les phénomènes. Cette objectivation comme nous le dit Bachelard n'est possible que par la complication, l'épreuve sans cesse de l'expérience. Bachelard corrobore cette explication en affirmant :

---

<sup>73</sup> *Ibid.*

*Or, il n'y a pas de pensée objective, pas d'objectivation, sans cette extension. (...), la méthode cartésienne qui réussit si bien à expliquer le monde, n'arrive pas à compliquer l'expérience, ce qui est la vraie fonction de la recherche objective<sup>87</sup>.*

La méthode cartésienne nous fournit seulement une explication du monde comme les autres savoirs, or ce qui fait la particularité des théories scientifiques, c'est que le réel ne se montre pas, il se démontre, il se prouve et s'éprouve par le biais d'une expérience, et c'est en cela que réside la fonction de la véritable recherche objective. Descartes n'est certainement pas allé si loin. Dans l'optique bachelardienne, une théorie scientifique est celle qui résiste à l'expérience compliquée, c'est en cela que réside sa valeur.

En effet, des principes de la méthode cartésienne sont l'évidence, l'analyse, la synthèse et le dénombrement. L'analyse vise donc à diviser et à décomposer en autant de parcelles qui se pourraient un problème pour mieux le résoudre. Ces principes de la méthode cartésienne s'énoncent ainsi :

*Le premier était de ne recevoir jamais aucune chose pour vraie, que je ne la connusse évidemment être telle : c'est-à-dire d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention ; et de ne comprendre rien de plus en mes jugements, que ce qui se présenterait si clairement et si distinctement à mon esprit, que je n'eusse aucune occasion de le mettre en doute.*

*Le second, de diviser chacune des difficultés que j'examinerais, en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre.*

*Le troisième, de conduire par ordre mes pensées, en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître, pour monter peu à peu, comme par degrés, jusqu'à la connaissance des plus composés ; et supposant même de l'ordre entre ceux qui ne se précèdent point naturellement les uns les autres.*

*Et le dernier, de faire partout des dénombrements si entiers, et des revues si générales, que je fusse assuré de ne rien omettre<sup>74</sup>.*

---

<sup>74</sup> René Descartes, *Discours de la méthode*, 2<sup>ème</sup> partie, éditions Fernand Nathan, 1981, pp. 45-46.

Cette méthode, par la décomposition, la simplification, l'ordre, s'est introduit dans la science et s'y est installée en maître-roi. Elle s'est pérennisée et est finalement devenue un obstacle à l'évolution de la science. Elle rejetait tout élément de désordre dans une théorie, toute complication et complexification. Or, ce n'est qu'en compliquant et en complexifiant une expérience qu'on peut aboutir à une découverte nouvelle.

Cette simplification est un abus, une erreur qui ne repose sur aucun fondement, aucun droit, aucune légitimité voire aucune nécessité ; puisque dans la microphysique il y'a un lien entre la figure et le mouvement et l'on ne saurait les disloquer tout comme l'observateur et l'objet observé forment un système cohérent.

La microphysique apporte une vision du monde différente de l'ancienne. Louis de Broglie s'en prend à la conception cartésienne d'explication des phénomènes naturels, par simplification, c'est-à-dire en allant d'abord des figures ensuite par le mouvement. Une telle conception visait la connaissance totale et absolue de toutes les manifestations liées au phénomène, dans toutes ses ramifications. Nous sommes là en plein déterminisme. A cette conception totale, totalisante et déterministe, Louis de Broglie l'oppose à la conception de Heisenberg basée sur les relations d'incertitude qui battent en brèche la conception de l'ancien esprit scientifique exprimant l'impossibilité de connaître simultanément la position (figure) et la vitesse (mouvement) d'un solide. Le mythe de l'absolu entretenu depuis des siècles est sorti par la grande porte de la science car l'analyse absolue devient même par là un obstacle épistémologique à dépasser.

A la suite de ce changement paradigmatique, il est désormais question de saisir chaque concept, notion, réalité en relation avec son système, pour éviter de tomber dans l'erreur cartésienne de simplification, et d'écartèlement ou de séparation de chaque réalité, en rapport avec son système de fondement. Il n'y a donc rien de simple en science car tout est simplifié c'est-à-dire que c'est dans le processus d'épuration, de manipulation et d'expérimentation qu'apparaît toujours une vérité scientifique. La méthode scientifique rend compte sa démarche non pas avant l'expérience (a priori) mais toujours après coup.

On peut donc comprendre cette explication de Gaston Bachelard :

*Les notions de base doivent être saisies dans leurs relations exactement de la même manière que les objets mathématiques doivent recevoir leur définition réelle dans leur liaison par un postulat (...) Si l'on ne veut pas faire ce difficile renversement épistémologique, on méconnaît la direction exacte de la mathématisation de l'expérience<sup>75</sup>.*

La microphysique contemporaine ne se présente en aucune façon comme une discipline avec des phénomènes simples, clairs et distincts. Ces phénomènes sont d'une complexité qui les caractérise et la science doit pouvoir travailler avec cette complexité. Relevons la différence qui existe entre la science contemporaine et celle cartésienne, énoncée par Bachelard :

*Alors que la science d'inspiration cartésienne faisait très logiquement du complexe avec du simple, la pensée scientifique contemporaine essaie de lire le complexe réel sous l'apparence simple fournie par des phénomènes compensés ; elle s'efforce de trouver le pluralisme sous l'identité, d'imaginer des occasions de rompre l'identité par-delà l'expérience immédiate trop tôt résumée dans un aspect d'ensemble<sup>90</sup>.*

Descartes avait émis l'idée de la simplicité en faisant d'elle le critère de la scientificité. Il cherchait donc à établir même dans les phénomènes les plus complexes, une division, une séparation pour atteindre l'essence de ces phénomènes, en procédant par simplification dans la science classique. Mais, la microphysique contemporaine étudiant les micro-éléments, démystifie le mythe de la simplicité ; car même dans l'apparence de la simplicité des phénomènes, on peut trouver des phénomènes avec une complexité grandissante. Cette complexité caractérisée par un pluralisme, met en cause le principe d'identité  $a=a$  qui est aussi celui d'universalité de la logique car l'électron peut être à la fois onde et corpuscule.

Le nouvel esprit scientifique est donc un esprit créatif, inventif et qui crée à chaque fois des conditions ou des expériences de rupture avec l'expérience immédiate. L'identité, croyait-on, nous assurait dans la science et nous y installait ; or il est nécessaire de rompre avec elle pour dépasser l'identité caractéristique de l'immédiat et caractéristique également de la totalité. Cette rupture épistémologique nécessaire n'est pas donnée de manière naturelle sans effort de notre part, elle

---

<sup>75</sup> Gaston Bachelard, *op. cit.*, p. 107.

n'est pas non plus présente dans l'être de manière superficielle, ni dans ses manifestations où les différentes modes, ni même encore dans ce que nous apercevons par nos sens dans la nature naturée ; c'est-à-dire à l'état brute soumis aux changements de toute sorte.

Bachelard ayant critiqué l'esprit de simplicité articulé autour de l'identité et l'aspect d'ensemble que doit dépasser la philosophie du non nous convie à une méthode rigoureuse qui, contrairement à l'esprit de recherche de l'ancien esprit scientifique ; consiste à lire les occasions de rupture :

*Au sein de la substance dans la contexture des attributs. C'est une activité strictement nouménale qui détermine la recherche du microphénomène. Quel effort de pensée pure, quelle foi dans le réalisme algébrique il a fallu pour associer le mouvement et l'étendu, l'espace et le temps, la matière et le rayonnement ? (...) Elle le transforme et se transforme, plus le gain de matière est petit, plus il a de réalité substantielle ; en diminuant le volume, la matière s'approfondit<sup>76</sup>.*

La découverte scientifique n'est pas donnée facilement à tous, elle nécessite de pénétrer l'être dans sa substance et son intimité, afin de connaître ses attributs. Il est donc question de saisir cet être non dans le général comme le disait Aristote mais dans le contexte qui lui sied le mieux. Ce travail consiste à endiguer l'être ou la substance pour découvrir le noumène qui se cache derrière le phénomène. Ce n'est pas une activité phénoménale, mais c'est une activité nouménale qui caractérise la recherche scientifique et permet de déterminer le microphénomène en épurant, autant que possible, et nécessaire, le phénomène apparent, pour en déterminer la substance et le noumène. La science est l'effort d'une pensée pure, pensée qui ne nous vient pas de la nature phénoménale, ni de nos sens mais de l'esprit de créativité, d'imagination et d'invention.

L'association du mouvement à l'étendue, l'espace et le temps, et la matière au rayonnement, relève tout simplement d'une foi rationnelle au réalisme algébrique. On peut donc dire que l'association de ces éléments ouvre de nouvelles possibilités à la recherche scientifique.

---

<sup>76</sup> *Ibid.*, pp. 107-108.

C'est ce que fit Descartes lorsqu'il mit en corrélation la matière fine et le mouvement rapide dans un choc, ceci donna à la science beaucoup de zones de recherche et cela nous permet de comprendre que la matière modifie la structure du mouvement tout en se modifiant soi-même. La réalité scientifique se trouve raffiner lorsque l'on descend dans l'infiniment petit ; c'est pourquoi Bachelard disait « *plus le grain de matière est petit, plus il a de réalité substantielle ; en diminuant de volume, la matière s'approfondit* »<sup>77</sup>.

C'est au niveau de l'atome et la particule qu'on connaît véritablement la nature de la matière, c'est à ce niveau qu'elle a plus de réalité. Pour parvenir à la connaissance du nouveau, il faut derechef avancer sans méthode, et ce n'est qu'après ce travail que l'esprit scientifique peut rendre compte d'une méthode nouvelle. La science ne fonctionne pas avec les « a priori » méthodologiques, la méthode est toujours après coup. C'est pourquoi la notion d'obstacle épistémologique est très importante dans l'entendement de Bachelard.

## **II- La notion d'obstacle épistémologique**

Les obstacles épistémologiques sont un ensemble de lenteurs, de pesanteurs et de préjugés qui empêchent l'esprit d'accéder au savoir scientifique. Ces pesanteurs qui affectent notre esprit ou notre psychologie sont liées à nos coutumes, à notre milieu de vie, nos croyances, nos convictions, notre culture. Ces éléments alourdissent l'esprit, au point de constituer un ensemble d'épaisseurs dont l'esprit doit se débarrasser pour accéder à la science. On comprend mieux pourquoi Bachelard peut dire que

*Quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés. Accéder à la science c'est spirituellement rajeunir, c'est accepter une mutation brusque qui doit contredire un passé*<sup>78</sup>.

---

<sup>77</sup> , p.108.

<sup>78</sup> G. Bachelard, *la formation de l'esprit scientifique*, P. 14

<sup>94</sup> *Ibid.*, P. 13.

L'homme est tellement moulé dans la société qui lui apprend un ensemble de préjugés sur les choses, ces préjugés le déterminent profondément au point où celui-ci est incapable d'en sortir. Il s'agit donc pour lui, de se débarrasser de tous ses préjugés, de détruire les opinions, tous ces obstacles qui sont des éléments, qui non seulement entravent la recherche, mais aussi l'apprentissage et peuvent devenir des facteurs d'inerties pour l'esprit. Mais, Bachelard appelle tout un chacun, à procéder par coupure ou rupture complète, pour sortir de ce joug qui domine notre univers mental. C'est donc par effraction, par négation qu'on procède pour sortir de la mentalité antiscientifique, en oubliant notre passé spirituel, pour embrasser celui de la science qui nous rajeunit, et nous vigorise par ses principes, ses démarches. Bachelard, parlant de la nécessité de l'esprit de surmonter les obstacles épistémologiques, dit :

*Quand on cherche les conditions psychologiques des progrès de la science, on arrive bientôt à cette conviction que c'est en termes d'obstacles qu'il faut poser le problème de la connaissance scientifique. Et il ne s'agit pas de considérer des obstacles externes, comme la complexité et la fugacité des phénomènes, ni d'incriminer la faiblesse des sens et de l'esprit humain : c'est dans l'acte même de connaître, intimement, qu'apparaissent, par une sorte de nécessité fonctionnelle, des lenteurs et des troubles. C'est là que nous montrerons des causes de stagnation et même de régression, c'est là que nous décèlerons des causes d'inerties que nous appellerons des obstacles épistémologiques.<sup>94</sup>*

Les obstacles épistémologiques ont un sens positif, en tant qu'ils permettent à l'esprit de faire un effort ascétique pour accéder à la science et un sens négatif, en tant qu'ils freinent l'accession de l'esprit au savoir scientifique. Ces obstacles ne sont ni du côté de la complexité des phénomènes ni du côté de la faiblesse ou la petitesse de l'esprit humain, mais du côté du savoir même. Ces obstacles sont inhérents au savoir lui-même.

## 1- Les obstacles internes à l'esprit (obstacles psychologiques)

Bachelard pense que la complexité des phénomènes, bien qu'elle existe, ne peut pas constituer un obstacle à la connaissance scientifique, mais il part du fait que, c'est dans l'acte même de connaître que l'esprit se bute à la difficulté de la connaissance à cause de plusieurs facteurs liés à sa propre psychologie, sa physiologie ou sa constitution. C'est pourquoi la psychanalyse en tant qu'une science qui permet d'étudier les mécanismes et les structures de fonctionnement de l'esprit humain doit nous permettre de débarrasser l'esprit de toute cette emprise psychologique en détruisant tout ce qui fait obstacle à l'ascétisme intellectuel. Sur ce point, on peut établir un rapprochement avec Platon, qui parlait déjà, du monde sensible comme obstacle au monde intelligible, que l'esprit devait nier pour s'élever. Descartes en parle aussi dans ce sens :

*Je m'appliquerai sérieusement et avec liberté à détruire généralement toutes mes anciennes opinions (...), le moindre sujet de douter que j'y trouverai suffira pour me les faire toutes rejeter. Et pour cela, il n'est pas besoin que je les examine chacune en particulier, ce qui serait d'un travail infini ; mais, parce que la ruine des fondements entraîne nécessairement avec soi tout le reste de l'édifice, je m'attaquerai d'abord aux principes sur lesquels toutes mes anciennes opinions étaient appuyées.<sup>79</sup>*

Parmi les obstacles internes à l'esprit, Bachelard tout comme Descartes, énonce l'opinion comme étant le premier obstacle épistémologique à surmonter. L'opinion découle des connaissances habituelles qui sont fondées sur les impressions sensibles. Or, une connaissance fiable et scientifique ne saurait en aucun moment donné, se fonder sur la première observation qui est toujours polémique. L'opinion ici consiste à recevoir une idée commune et courante voire vulgaire sans chercher à la vérifier. Bien avant Bachelard Spinoza a appelé cela la connaissance du premier genre qui est la connaissance par « *oui-dire* ». Jacqueline Russ l'explique en ces termes : « *connaissance du premier genre : savoir se situant au niveau du « oui-dire », fonctionnant par préjugés, par expérience vague, etc.* »<sup>80</sup>. L'opinion est donc en ce sens un non-savoir sur lequel rien ne peut être fondé objectivement. Or, nous savons que la science dans son principe comme

---

<sup>79</sup> Descartes, cité par Messina Marceline, *jeu et enjeux de la méthode cartésienne : une lecture du Discours de la méthode de René Descartes*, mémoire présenté et soutenu en vue de l'obtention du diplôme de maîtrise en philosophie sous la direction du Dr. Ayissi Lucien, 2002, P. 31.

<sup>80</sup> Jacqueline Russ, *philosophie, les auteurs, les œuvres*, p. 143.

dans sa finalité vise l'universalité. C'est ce qui justifie le fait que Bachelard soit réfractaire à l'opinion. Il peut donc ainsi dire clairement :

*La science, dans son besoin d'achèvement comme dans son principe, s'oppose absolument à l'opinion. S'il lui arrive, sur un point particulier, de légitimer l'opinion, c'est pour d'autres raisons que celles qui fondent l'opinion ; de sorte que l'opinion a en droit, toujours tort. L'opinion pense mal ; elle ne pense pas : elle traduit des besoins en connaissances. En désignant les objets par leur utilité, elle s'interdit de les connaître. On ne peut rien fonder sur l'opinion : il faut d'abord la détruire. Elle est le premier obstacle à surmonter. Il ne suffirait pas, par exemple, de la rectifier sur des points particuliers, en maintenant, comme une sorte de morale provisoire, une connaissance vulgaire provisoire (...). Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit<sup>81</sup>.*

## **2- Les obstacles pédagogiques**

Les erreurs pédagogiques constituent aussi un obstacle épistémologique, car en se fiant à son enseignement, l'éducateur ne cherche pas à détruire l'idée première de l'apprenant avant de lui infliger le savoir scientifique mais produit directement les notions scientifiques à l'apprenant tout en présageant, la répétition si ces notions n'évoluent pas. Bachelard dit à cet effet :

*Dans l'éducation, la notion d'obstacle pédagogique est également méconnue. J'ai souvent été frappé du fait que les professeurs de sciences, plus encore que les autres si c'est possible, ne comprennent pas qu'on ne comprenne pas. Peu nombreux sont ceux qui ont creusé la psychologie de l'erreur, de l'ignorance et de l'irréflexion. Le livre de M. Gérard-Varet est resté sans écho. Les professeurs de sciences imaginent que l'esprit commence comme une leçon, qu'on peut toujours refaire une culture nonchalante en redoublant une classe, qu'on peut faire comprendre une démonstration en la répétant point pour point. Ils n'ont pas réfléchi au fait que l'adolescent arrive dans la classe de physique avec des connaissances empiriques déjà constituées : il s'agit alors, non pas d'acquérir une culture expérimentale, mais bien de changer de culture expérimentale, de renverser les obstacles déjà amoncelés par la vie quotidienne.<sup>98</sup>*

---

<sup>81</sup> Gaston Bachelard, *la formation de l'esprit scientifique*, chap. 1<sup>er</sup>, P. 13. <sup>98</sup>*Ibid.*, P. 18.

## CHAPITRE IV : LE CARACTERE REVOLUTIONNAIRE DE LA SCIENCE CONTEMPORAINE

La science contemporaine est caractérisée par l'esprit de nouveau qui s'introduit dans tous les domaines de recherche du savoir. La science classique pensait que du désordre ne pouvait que naître le chaos, ce qui sera vite démenti par la science moderne qui nous fournit une description révolutionnaire de la réalité. Son domaine d'application c'est l'infiniment petit. Robert Clarke résume cette étrange nouveauté en disant :

*Lorsqu'on descend dans l'invisible, vers l'infiniment petit, il devient plus évident encore que la réalité que nous proposent nos sens est trompeuse : ce qui se passe hors des limites de nos sensations immédiates est très différent de ce que nous voyons. Le marbre, le fer nous paraissent durs, mais ils sont faits, comme toute matière de 99% de vide. Lorsque nous regardons le calme de l'eau qui remplit un récipient, rien ne nous indique qu'en son sein règne une agitation fébrile. Et pourtant, les molécules de tout corps, qu'il soit solide, liquide ou gazeux, s'agitent sans cesse à des vitesses considérables. Dans l'air froid, elles atteignent 1500 km à l'heure, davantage s'il est chauffé. Chaque molécule en rencontre une autre plusieurs milliards de fois par seconde. Chacune est faite d'une multitude d'atomes invisibles, elle aussi est le siège d'une agitation permanente et subit le choc permanent de particules minuscules, qui se heurtent des milliards de milliards de fois par seconde. Nous n'avons aucun moyen de percevoir la ronde incessante des électrons autour du noyau de tous les atomes qui constituent le monde inerte et le monde vivant, et c'est pourtant là un phénomène essentiel qui gouverne la matière. Les règles apparentes du monde accessible à nos sens ne s'appliquent pas à l'infiniment petit – pas plus, d'ailleurs, qu'à l'infiniment grand. Il faut, en fait, abandonner tout espoir de disposer de lois simples lorsqu'on s'enfonce dans le monde de l'infiniment petit ou que l'on part explorer l'infiniment lointain, le monde des astronomes.<sup>82</sup>*

Qu'est ce qui fait la nouveauté de la science contemporaine ? En quoi est-elle différente de la science classique ?

---

<sup>82</sup> Robert Clarke, *Les nouvelles énigmes de l'univers, science, histoire et société*, collection dirigée par Dominique Lecourt, P.U.F., 2<sup>e</sup> édition, Paris, 1999, p. 2.

## I - La nouveauté de la microphysique

### 1- La matière et le rayonnement : l'énergie c'est la matière qui est l'énergie

L'essence de la matière c'est l'énergie : l'essence de l'énergie c'est la matière. La matière est consubstantielle à l'énergie et l'énergie est consubstantielle à la matière. L'énergie dans ce sens n'est pas une composante de la matière comme l'est un carré avec ses différents côtés ou un phénomène visible, qu'il faudrait remonter, jusqu'à son être, tel que nous livre la philosophie antique. L'énergie se trouve être la nature de la matière et vice-versa.

*L'atome est lui-même transformé d'une manière discontinue par absorption ou émission d'énergie discontinue. Dès lors, il ne suffit plus de dire que la matière nous est connue par l'énergie comme la substance par son phénomène, pas davantage il ne faut dire que la matière a de l'énergie, mais bien, sur le plan de l'être, que la matière est de l'énergie et que réciproquement l'énergie est de la matière. Cette substitution du verbe être au verbe avoir, nous la rencontrerons en bien des points de la science nouvelle. Elle nous paraît d'une portée métaphysique incalculable. Elle revient à remplacer la description par l'équation, la qualité par la quantité et cette dernière substitution n'apparaît [66] pas ici comme une sorte d'abandon philosophique.<sup>83</sup>*

C'est une critique de la métaphysique classique et de l'atomisme antique, qui s'opère dans le nouvel esprit scientifique avec des données nouvelles qui viennent révolutionner les réalités anciennes ancrées dans nos esprits. En dernier ressort, la matière est définie par la quantité d'énergie qui peut être émise lors de ses fluctuations et non pas la qualité d'énergie.

Dans l'atome, il n'y a plus de continuité mais de discontinuité, il n'y a plus d'immuabilité car l'atome est désormais à même de changer de forme du fait qu'il peut recevoir d'énergie.

L'atome est désormais dans le règne de l'instabilité et de la probabilité puisque :

*Le fait même que l'énergie modifie la matière nous conduira à une étrange traduction du figuré dans l'abstrait : c'est parce qu'un atome reçoit ou abandonne de l'énergie qu'il change de forme ; ce n'est pas parce qu'il change de forme qu'il perd ou gagne de [67]*

---

<sup>83</sup> Gaston Bachelard, *Le nouvel esprit scientifique*, p. 54.

*l'énergie. Si l'on ne comprend pas cette nuance c'est que l'on accorde trop de causalité à l'atome individuel. On s'interdit ainsi le recours à la probabilité comme notion initiale. Soyons donc aussi peu réalistes que possible au niveau de l'atome et nous verrons que la modification d'énergie -modification abstraite - peut être explicative. Ainsi l'étude de la microénergétique nous paraît conduire à une dématérialisation du matérialisme<sup>84</sup>.*

La microphysique nous plonge dans un matérialisme abstrait qui traduit les incertitudes de la matière, et nous montre non plus un matérialisme opaque et immédiat, mais un matérialisme dominé par une « *dématérialisation du matérialisme* » ou plus simplement une épuration de la matière. Entre l'énergie et la matière se noue une relation qui conduit inéluctablement à une « *coopération des notions scientifiques* »<sup>85</sup>. Dans cette nouvelle conception de la matière et de l'énergie, il y'a un dépassement de l'intuition première de l'énergie, qui se présentait à :

*L'intuition naïve dans son aspect localisé, comme dessinée, comme enfermée dans un volume bien limité, l'énergie reste sans figure, on ne lui donne une configuration qu'indirectement, en la rattachant au nombre<sup>86</sup>.*

Dans l'ancien esprit scientifique, l'énergie était localisée dans un espace et occupait un volume particulier, l'énergie dans le nouvel esprit scientifique est quelque chose de nouveau qui ne se rattache plus à une naïve intuition, mais désormais au numérique. L'énergie nous apparait comme une force en pleine fluctuation qui oscille entre l'être et le non-être. Ainsi donc, « *par son développement énergétique, l'atome est devenir autant qu'être, il est mouvement autant que chose. Il est l'élément du devenir-être schématisé dans l'espace-temps.* »<sup>104</sup>. L'atome n'est donc pas un concept immuable comme dans l'ancien esprit scientifique, il est dans l'intermédiaire entre l'être et le mouvement. L'atome est passé du réalisme au non-réalisme. Dans ce sens Millikan approuve et expérimente « *l'idée de la création de l'atome par le mouvement* »<sup>105</sup>. Millikan justifie sa thèse en montrant que le processus atomique dans l'univers c'est-à-dire dans l'infiniment grand diffère en température et en pression dans l'infiniment petit. Millikan :

*Oppose donc au processus de destruction atomique qui a lieu dans les étoiles un processus de création atomique qui a lieu dans le vide interstellaire. La destruction atomique dans les étoiles donne une énergie de rayonnement qui se reconvertit en matière, en*

---

<sup>84</sup> *Ibid.*, p. 54.

<sup>85</sup> *Ibid.*, p. 55.

<sup>86</sup> *Ibid.*

*électrons, dans les conditions de densité et de température nulles qui règnent dans le vide interstellaire*<sup>87</sup>

C'est dire donc que la mort des étoiles fait régénérer d'autres formes d'énergies, qui se reconvertissent en d'autres formes d'énergies et forment ainsi des atomes comme l'hélium, l'oxygène et le silicium. C'est la preuve matérielle que l'énergie peut être convertie en matière et vice-versa. Cette conception de Milikan « *qui va alternativement du mouvement à la matière, du rayonnement au corpuscule, corrige les conceptions du siècle dernier sur la mort de l'univers* »<sup>107</sup> Einstein dans sa découverte de l'effet photochimique va montrer la réversibilité entre la matière et l'énergie. En effet, pour Einstein « *la matière absorrait bien l'énergie du rayonnement ; elle émettait à son tour l'énergie. Les échanges entre absorption et émission étaient bien réversibles* »<sup>108</sup>. Ce qui signifie que la matière et l'énergie sont à même d'émettre et d'absorber l'énergie, comme une sorte d'échange. C'est ce que souligne Bachelard, dans la conception einsteinienne en parlant de l'immortalité de la matière. Milikan en parle aussi. La conception einsteinienne reste donc très réaliste, c'est-à-dire basée sur le matérialisme. Or, *le Nouvel esprit scientifique* doit évoluer avec *la philosophie du non*. Face au réalisme, il faut un non-réalisme, au matérialisme, un non-matérialisme. Pour montrer les limites d'une telle conception réaliste encore ancrée dans le matérialisme, Bachelard dit :

*De même, si apte que soit le rayonnement à se matérialiser, on pensait qu'il lui fallait au moins un germe de matière pour évoluer. Un matérialisme restait donc à la base du réalisme einsteinien. Avec l'intuition de Millikan, la transformation du réel est plus complète. C'est le mouvement sans support qui non seulement s'appuie sur un support matériel rencontré par hasard, mais qui crée soudain son support. Et il le crée dans de telles conditions de solitude, d'inanité, d'absence de toutes choses, qu'on peut bien dire qu'on assiste à la création de la matière à partir du rayonnement, de la chose à partir du [70] mouvement*<sup>109</sup>

---

<sup>87</sup> *Ibid.* 107

*Ibid.*, 56

<sup>108</sup> *Ibid.* 109

On peut dire que Millikan a complété l'équation d'Einstein dans la mesure où celle-ci crée la matière à partir du rayonnement, c'est-à-dire qu'elle transforme radicalement le rayonnement en une autre nature.

## **2- Les ondes et les corpuscules : le problème de la dualité onde-corpuscule**

Bachelard fait la critique de l'expérience première comme étant un obstacle épistémologique. La première expérience ou l'expérience première ou l'expérience immédiate est toujours sujette à l'erreur et à la tromperie, car l'immédiateté ressemble à la précipitation, que critiquait déjà Descartes, du fait de son caractère irréfléchi. Il faut donc discipliner notre psychologie, notre esprit pour ne pas être victime des illusions provenant de notre expérience ou notre contact direct avec le réel. Ce contact lui-même est une illusion, car les informations qui nous proviennent de ce monde extérieur sont toujours médiatisées par les sens qui les relèguent dans notre entendement, et puisqu'elles sont brutes, l'homme de science doit procéder méticuleusement pour les trier, les fouiller et les expérimenter, afin d'obtenir celles qui sont pour le moins pertinentes et scientifiquement prouvées. Bachelard en parle davantage en ces termes :

*C'est là plus qu'ailleurs en effet qu'on peut sentir combien nous sommes mal instruits par l'expérience immédiate, à quel point nous sommes victimes du caractère unilatéral de notre expérience mécanique initiale. On peut expliquer la résistance*

*première aux intuitions géniales de M. Louis de Broglie par une sorte de durcissement psychologique qui empêcha de suivre la double information de l'expérience.*<sup>88</sup>

Heisenberg, nous dit Gaston Bachelard, illustre bien cet exemple de pédagogie, quand il fait une double critique dialectique et réciproque des notions physiques de la théorie ondulatoire à base des éléments de la théorie corpusculaire et vice-versa. C'est cette critique basée non sur un réalisme naïf et béat mais sur un va et vient des tendances complémentaires et antagonistes onde corpuscules qui intéresse Bachelard. Il dit ainsi :

*Fort justement, Heisenberg donne à ses critiques une allure pédagogique qui met en lumière la nécessité [84] de la double expérience. Dans ses Principes physiques de la Théorie des Quanta, après une courte introduction, il développe deux chapitres curieusement antagonistes. Le premier chapitre consiste à critiquer les notions physiques de la théorie corpusculaire en s'appuyant sur les notions physiques de la théorie ondulatoire, en accordant par conséquent une sorte de validité préalable aux notions ondulatoires. Le chapitre suivant transmute exactement les objections. Il consiste à critiquer les notions physiques de la théorie ondulatoire en s'appuyant sur les notions physiques de la théorie corpusculaire prises cette fois comme valables. Si cette double critique était vraiment d'essence réaliste, elle procéderait donc d'un cercle vicieux intolérable.*<sup>89</sup>

La science n'est pas donnée, elle est construite. C'est pourquoi Bachelard nous démontre que les notions de vitesse, corpuscule, d'énergie de positions ont été construites par la raison ou par le savant car aucune donnée scientifique n'est "simples, immédiates, claires et distinctes" tant on sait, que, c'est l'effort d'élucidation de ces phénomènes qui conduit le savant à établir des relations entre ces phénomènes et à déceler des liaisons qui permettent d'élaborer des explications cohérentes. La probabilité entre en science parce que le savant n'arrive pas de façon absolue à établir la position d'un électron sans risque d'erreur. La science est donc l'ensemble des erreurs surmontées.

---

<sup>88</sup> , P. 67.

<sup>89</sup> *Ibid*, p. 68.

La science n'est plus réaliste comme le pensait Einstein, c'est à dire que le sujet découvre simplement les lois de l'univers qui lui sont consubstantielles, elle est construite par le sujet. Bachelard sur ce point est constructiviste, dans la mesure où ce n'est pas l'immédiateté qui donne des lois, mais c'est l'activité de la raison dans l'expérience. L'exemple du corpuscule est d'autant plus patent car ce n'est pas par analyse que le corpuscule montre sa complexité mais par construction synthétique.

La fonction d'onde devient une donnée non plus naturelle mais une donnée construite par la raison expérimentale car :

*Cette méthode revient à construire le corpuscule en le considérant comme un paquet d'ondes à peu près comme la théorie cinétique des gaz construit la pression en la considérant comme un faisceau de chocs. Philosophiquement, on doit reconnaître là une inversion de la fonction réaliste, fonction qui, prise dans son sens absolu, ne devrait jamais s'inverser.<sup>90</sup>*

Dans la vie corpusculaire il n'y a plus rien qui soit permanent, stable, il n'y a plus d'essence, ni de substance qui caractérise ces énoncés puisque le corpuscule est ancré dans le temps, le temps étant en devenir, le corpuscule l'est tout autant. L'éphémérité, l'écoulement sont caractéristique du corpuscule qui paraît en même temps qu'il disparaît et change de nature. Il n'y a plus de zone limitée dans un espace limité, il est partout au même moment. Le corpuscule devient apatride et sans identité du point de vue spatio-temporel.

Le corpuscule devient sans identité temporelle car il y ' a une révolution qui s'opère dans les considérations et les manières habituelles de penser et d'agir car c'est un concept perdu à jamais qui bouleverse tous les principes scientifiques jusque-là connus et reconnus à savoir le principe d'identité et le principe de conservation. Le corpuscule comme nous l'avons souligné plus haut est construit et n'a plus des attributs. Et Bachelard le traduit en ces termes :

---

<sup>90</sup> *Ibid*, p. 68.

*Toutes les images de la mécanique du point se troublent les unes après les autres : puisqu'on ne peut plus reconnaître le corpuscule, on ne peut plus le retrouver, on ne peut plus le suivre à la trace. Il ne laisse donc plus de trace. Son mouvement ne se traduit pas à proprement parler sur une trajectoire. Sa matière échappe totalement au principe d'identité, au principe de conservation le plus fondamental. Pris comme somme des phénomènes vibratoires, il est plutôt reconstruit que conservé. Finalement on doit refuser au corpuscule l'attribution directe des qualités pour faire passer au compte de la construction indirecte la conquête plus ou moins durable des attributs.<sup>91</sup>*

Le rôle de la raison dans l'expérience est de médiatiser l'immédiat, complexifier le simple, apprendre par le refus, désintuitionner l'intuition, compliquer l'expérience c'est à dire refuser les analyses ou les expériences premières, penser le réel non en terme de décomposition mais en terme de composition.

Il n'y a pas une mesure de l'électron qui lui est intrinsèque car l'électron n'a pas de volume ni de mesure à laquelle il correspondrait, car son intimité est une sorte de persona non grata. Cette interdiction établie la non-correspondance entre "*l'espace peuplé de substances et le continuum arithmétique*" d'où la chute du postulat d'Archimède. Cette chute s'articule davantage avec la possibilité d'une géométrie non-archimédienne qui vient briser la logique habituelle des théorèmes d'Archimède et propose une rupture d'avec "*les principes de la mesure continue*".

Bachelard énonce dans ce sens le théorème d'Archimède et montre les limites de ces théorèmes pour envisager une géométrie non-archimédienne :

*Ce postulat s'énonce géométriquement sous la forme suivante : si deux segments sont donnés, il y a toujours un multiple du plus petit qui surpasse le plus grand, autrement dit, en portant assez de fois le centimètre sur une longueur donnée, on pourra toujours dépasser cette longueur. Ce postulat si clair, si intuitif, cesse cependant d'être applicable si l'expérience de mesure ne peut pas pénétrer dans une zone interdite. Enjamber ce domaine interdit, ce n'est pas le parcourir ; c'est au contraire rompre avec les principes de la mesure continue. On peut donc être conduit à envisager une géométrie non archimédienne<sup>92</sup>.*

---

<sup>91</sup> *Ibid*, p. 69.

<sup>92</sup> *Ibid.*, p. 70.

---

La géométrie non-archimédienne rompt totalement avec les concepts de substance chère à la géométrie euclidienne et s'articule aux notions rationnelles et logiques d'espace-temps mise en perspective par Albert Einstein. Il y'a ainsi possibilité d'éclaircir ce qui apparaît irrationnel, dans l'ancienne théorie et de rationaliser cela. C'est cette dialectique ou cette opération qui nous est démontrée dans la géométrie non-archimédienne, beaucoup plus riche et consistante. La mesure dont il est désormais question est la mesure corpusculaire qui est sujette à l'indétermination de la particule du fait de son impossible localisation dans son espace. Cette nouvelle géométrie est basée sur le concept d'incertitude et d'indétermination de la physique de Heisenberg.

Après avoir fait une critique des notions scientifiques ondulatoires, Heisenberg entreprend une autre critique qui va des notions corpusculaires pour fonder les notions ondulatoires. Dans la science antique, une telle critique n'était même pas envisageable à cause de la dureté de leurs habitudes psychologiques basée sur la simplicité des notions, or la science contemporaine se veut dynamique et souple dans son déploiement. L'explication première des ondes s'appuyait sur un point matériel, point à partir duquel il y'avait oscillation, on faisait de cette substance quelque chose de continu. Huygens est l'un des tenants de cette ancienne physique. Et Bachelard nous dit qu' « *en résumé, la construction des ondes est loin d'être accomplie dans l'ancienne physique malgré la fausse clarté des solutions apportées* »<sup>93</sup>.

Le même mouvement critique exercé par Heisenberg dans la critique des corpuscules sera utilisé dans la deuxième critique ondulatoire. Heisenberg établit l'enracinement des notions ondulatoires dans la vie quotidienne telle l'amplitude, la période, la phase. Sur ces expériences visibles, il établit que les ondes ne peuvent pas être des corpuscules. Il va donc à partir de ces notions fournir une explication face à la propagation de la lumière « *par voie d'inférence, et non par l'observation.* »<sup>94</sup>. C'est dire que l'explication de Heisenberg est liée à l'inférence inductive immédiate.

Face au problème épistémologique du réalisme de la construction et du rapport onde corpuscule, Bachelard répond en ces termes :

---

<sup>93</sup> *Ibid.*, p. 71.

<sup>94</sup> *Ibid.*, 72.

*De même que la position d'un électron est impossible à préciser, la connaissance exacte des amplitudes en chaque point d'une région occupée par une onde est manifestement impossible. Toute expérience de mesure ne peut fournir que la valeur moyenne de l'amplitude dans une région de l'espace et dans un intervalle de temps qui ne peuvent être réduits à un point et à un instant. Autrement dit, [91] l'onde ne se laisse pas concrétiser autour d'un point matériel qui deviendrait ainsi le support du mouvement vibratoire en acceptant le point matériel comme une racine correcte et réelle des phénomènes. L'ancienne physique ne pouvait donc pas donner vraiment des propriétés vibratoires à un point matériel.<sup>95</sup>*

Pour résoudre le problème de la nature des particules, en tant qu'onde ou corpuscule, puisque tous deux, dans la science contemporaine, ne sont que des images de nombre probabilistes, dont on ne peut déterminer l'amplitude exacte ; Bachelard pense qu'il faut les considérer chacun dans sa spécificité, comme des éléments à la fois complémentaires et antagonistes. Ce qui les rend très intéressant pour notre pédagogie, nous dit Bachelard, c'est que

*Les deux images corpuscules et ondes n'arrivent pas vraiment à se rejoindre. Elles ne sont claires que si elles sont isolées. Elles doivent en somme rester l'une et l'autre des images et ne pas prétendre représenter des réalités profondes. Ces images seront cependant instructives si nous savons les prendre comme deux sources d'analogies, si nous nous exerçons à penser l'une par l'autre aussi bien qu'à limiter l'une par l'autre. Elles ont en effet toutes deux fait leurs preuves : l'intuition du corpuscule et de ses mouvements a donné la mécanique, l'intuition de l'onde et de sa propagation a donné l'optique physique<sup>96</sup>.*

Il y'a comme une distinction et une différence entre la particule et l'onde, dans la mesure où ces deux entités s'opposent radicalement, l'onde et la particule sont purement antagoniste. Dans cette antagonisme, il y'a comme une sorte d'analogie qui s'établit entre elles et qui fait qu'elles se complètent. Il faut donc dans cette perspective « *penser l'une par l'autre aussi bien que limiter l'une par l'autre* » ces deux réalités antagonistes mais complémentaires ont donné naissance à deux

---

<sup>95</sup> *Ibid.*

<sup>96</sup> *Ibid.*, p.73.

---

domaines dont « *l'intuition du corpuscule et de ses mouvements a donné la mécanique, l'intuition de l'onde et de sa propagation a donné l'optique physique* »

Bachelard, en accord avec la pensée darwinienne qui pose que face à la longue domination de la pensée mécanique dans les esprits, il faut emmener ces esprits à s'accommoder aux théories ondulatoires qui complexifient le réel et apporte une nouvelle vision du monde qui doit heurter les consciences car :

*L'esprit humain est doué d'une très grande inertie, et aussi, pourrions-nous dire d'une grande viscosité : il se déplace toujours très paresseusement d'une grande position d'équilibre à une autre*<sup>97</sup>.

Il faut une exigence de nouveauté dans la pensée afin qu'elle puisse être capable d'anticiper sur les phénomènes en les prévoyant de façon déterministe. Auguste Comte disait à ce sujet : « *science d'où prévoyance, prévoyance d'où action* » et M. M.C.G Darwin est très conscient de cela, il veut donc dans cette perspective que l'esprit humain sorte de son inertie, de ce que Bachelard a appelé la raison paresseuse pour une raison travailleuse. C'est un travail psychologique qu'il convient de réaliser ici dans l'esprit humain, pour lui insuffler une force supérieure qui convienne à la mission qu'il s'assigne à vouloir réformer notre façon d'être et nos modes de pensées.

Car :

*L'esprit humain est doué d'une très grande inertie, et aussi, pourrions-nous dire, d'une grande viscosité : il se déplace toujours paresseusement d'une position d'équilibre à une autre ... Si nous voulons atteindre plus rapidement l'équilibre, nous devons appliquer pendant un temps très court une force bien supérieure à celle qui est strictement nécessaire pour le réaliser*<sup>120</sup>.

Face aux phénomènes compliqués, Darwin note la nécessité d'augmenter les capacités de compréhension de notre esprit par le travail, pour mieux les appréhender et de comprendre la théorie ondulatoire dans son essence ; c'est pour cela que l'esprit doit se mettre au travail pour aboutir à cela.

Les premières observations sur des phénomènes même ondulatoires ne sont jamais correctes. C'est ce réalisme naïf que critique Bachelard, qui consiste à considérer tout ce qui nous

---

<sup>97</sup> *Ibid.*, P.119

est produit et fourni dans la réalité de façon brute et que l'esprit humain considère a priori. C'est pour cela que Bachelard pense qu'il faut une sorte d'éducation négative face à cette pédagogie positive qui consiste à accorder de la valeur à tous les énoncés posés in concreto. Il ramène cela dans la « *contemposition du mouvement des projectiles* » et « *la réalité attribuée par inférence aux corpuscules lumineux* » et « *la conception newtonienne des corpuscules de lumière* »

Bachelard trouve tout cela nécessaire dans la formation de l'esprit scientifique car pense-t-il qu'

*On a trop vite dit que la conception des photons restituait l'ancienne intuition des corpuscules de lumière imaginés par Newton. De telles restitutions sont possibles au début d'une culture scientifique, devant des intuitions premières interchangeables, mais des pensées rectifiées ne reviennent jamais à leur point de départ<sup>98</sup>.*

Un esprit scientifique, ou, la recherche scientifique ne fait jamais de feed-back vers les anciennes conceptions rectifiées, elle est évolutive, dans un sens unilatéral qui va de correction en correction en apportant des ajouts, des pensées nouvelles qui viennent soit révolutionner les pensées anciennes en les enrichissant, soit les dépasser sur certains points. Il le dit plus précisément en ces termes :

*À l'action pédagogique positive qui consiste à [93] accentuer toutes les leçons fournies par les phénomènes ondulatoires, il faudrait joindre, croyons-nous, une sorte d'éducation négative qui consisterait à ruiner le réalisme naïf formé dans la contemplation du mouvement des projectiles. On pourrait par exemple faire sentir tout ce qu'il y a d'inachevé et de gratuit dans la réalité attribuée par inférence aux corpuscules lumineux. On a trop vite dit que la conception des photons restituait l'ancienne intuition des corpuscules de lumière imaginés par Newton. De telles restitutions sont possibles au début d'une culture scientifique, devant des intuitions premières interchangeables, mais des pensées rectifiées ne reviennent jamais à leur point de départ<sup>99</sup>.*

---

<sup>98</sup> *Ibid.*

<sup>99</sup> *Ibid.*, p. 74.

---

Bachelard souligne que la lumière apparaît difficilement comme une composition mécanique que comme une composition ondulatoire. Le photon peut ainsi avoir des anomalies dans le sens où sa masse n'est jamais nulle parce qu'il est constamment en mouvement même sous l'apparence d'un prétendu repos. Le photon a ainsi une vitesse limite, c'est-à-dire la vitesse de la lumière et enfin Heisenberg a noté qu'on ne pouvait pas le localiser dans des faisceaux lumineux, ce qu'il a traduit par les relations d'incertitudes de Heisenberg.

Bachelard compare ainsi les contradictions relevées dans l'ancienne doctrine de l'éther avec celles observées dans la doctrine du photon. Comme le photon qui apparaît comme une onde et un corpuscule, l'éther en allait aussi de même, raison pour laquelle Bachelard déclare : « *dans l'ancienne doctrine réaliste de l'éther, on avait été amené par exemple à attribuer à ce milieu physique à la fois une extrême légèreté et une extrême élasticité.* ». Les faits scientifiques ne sont jamais linéaires et simples comme le pensait Descartes, ils sont complexes et compliqués.

On aboutit à l'idée que le photon n'a pas de réalité en soi, ni d'essence, qui lui est particulière, sa nature et sa réalité sont construites lors de l'observation ; c'est une réalisation qui s'effectue au cours de l'expérimentation. C'est pour cela que le photon comme intuition corpusculaire est limité tout comme le photon comme réalisation ondulatoire. Le photon a alors une double facette de particule et d'onde qui se complète dans leur imperfection. Le physicien détermine la "*réalisation matérielle du photon*" qui déjà est une intuition imparfaite qui détermine également « *la réalisation ondulatoire de l'électron* ». Le photon dans cette perspective, n'est pas une réalité c'est-à-dire une donnée naturelle extérieure mais une réalisation, c'est-à-dire une construction expérimentale à partir des données intellectuelles. Cette conception du réalisme constructif, s'oppose au réalisme naïf qui veut nous situer dans des essences et les données permanentes et absolues.

La mécanique quantique nous apparaît beaucoup plus comme la nécessité d'une réalisation plutôt que d'une réalité. La nature ou les données naturelles ne s'expliquent pas au premier abord mais c'est l'effort d'interprétation et de compréhension de l'homme qui finissent par enlever le voile à cette réalité naïve. C'est pour cela que Bachelard pense que

*La réalisation expérimentale dépend au premier chef de nos modes d'appréhension intellectuelle. C'est à la théorie à faire les premiers pas. Les phénomènes de la microphysique manquent de realistic appeal (...) Le corpuscule et l'onde ne sont pas des choses liées par des mécanismes. Leur association est d'ordre mathématique ; on doit les comprendre comme des moments différents de la mathématisation de l'expérience<sup>100</sup>.*

La mathématique est l'expression la plus pertinente de la réalité. C'est pour cela que l'onde ne peut que s'exprimer et se traduire en termes de probabilité. Cette onde s'exprime non plus dans un espace euclidien intuitif à trois dimensions (longueur, largeur et hauteur) mais désormais à un espace multidimensionnel qui ajoute l'espace-temps comme quatrième dimensions.

Les espaces à n dimensions sont importantes pour la configuration mathématique dans sa réalisation, car Bachelard note que ces espaces « *offrent à la pensée mathématique le maximum de généralité, d'homogénéité, de symétrie* » car ils sont « *plus réels que l'espace ordinaire* » qui n'apparaît que sous une apparence de réalité ; or, comme le dit Bachelard « *on peut les considérer comme de véritables formes a priori de la schématisation* ». Dans cette optique tout ce que la raison produit est vrai.

On retrouve à partir de ces mots un kantisme qui se dessine. Ces espaces sont plus réels et propice au déploiement de la mathématique probabiliste de l'onde et la particule puisque, selon Bachelard « *Cette vue implique un espace riche en dimensions. C'est dans de tels espaces qu'il faut chercher à comprendre le sens de l'onde réglant la probabilité de présence des corpuscules.* ». Bachelard critique l'espace ordinaire comme impropre à nous permettre de comprendre les lois, du fait de sa matière lourde et constante, fluctuante et incapable de fonder une science véritable sous le prisme de la probabilité.

Désormais toute science pertinente comme la physique et la chimie contemporaine doit être fondée sur la numérisation, la probabilité et la formalisation. Si « *l'onde est un tableau de jeux, le corpuscule une chance* ». L'indéterminisme et l'incertitude sont au centre de ces deux réalisations antagonistes mais complémentaires.

---

<sup>100</sup>, P. 75-76.

### 3- le déterminisme et l'indéterminisme : le problème de la causalité et la probabilité

A ce sujet, Bachelard pose le problème du réalisme des ondes et des corpuscules articulés au problème du déterminisme, de la causalité et de la probabilité.

Le déterminisme et l'indéterminisme bien qu'étant des contraires ne s'excluent pas mais s'interpénètrent entre eux. Ils partagent ainsi les notions de temps, espaces, formes et fonctions. C'est une psychologie complexe alliant déterminisme et indéterminisme qui s'identifie aussi à la psychologie du déterminé et de l'indéterminé en rapport avec la psychologie de l'unité et de la pluralité.

L'histoire du déterminisme est liée à l'histoire de l'astronomie car l'homme a trouvé nécessaire de lier son destin au mouvement régulier des astres, chaque astre correspondant à un aspect de sa vie puisque « *si quelque chose est fatal dans notre vie, c'est d'abord qu'une étoile nous domine et nous entraîne* ». C'est de là que découle l'objectivité et le déterminisme absolu qui va sous-tendre toute la conception antique et moderne de la science.

C'est dans sa psychologie que l'homme éprouve le besoin de voir les choses ordonnées malgré leur apparente mobilité et leur diversité. Cette conception s'est développée avec l'astrologie et s'est vue aussi incarner sur terre avec des éléments ordonnés, liés entre eux qui sont déterminés. Bachelard pouvait ainsi dire :

*Le phénomène terrestre a une diversité et une mobilité immédiates trop manifestes pour qu'on puisse y trouver, sans préparation psychologique, une doctrine de l'Objectif et du Déterminisme. Le Déterminisme est descendu du Ciel sur la Terre<sup>101</sup>.*

Dans cette perspective, le déterminisme porte à la fois plus sur les phénomènes physiques qui peuvent être connus avant même leur manifestation que sur les données émanentes de la raison qui permettent de connaître ces phénomènes. Or, Bachelard nous fait comprendre que même dans la science classique, le déterminisme était sujet aux erreurs, perturbations qui étaient négligées par

---

<sup>101</sup> *Ibid.*, P. 79.

les savants. Pourtant, il faut considérer tous les paramètres lorsqu'on fait une expérience, cela est peut-être dû à la grande clarté et distinction, et au principe d'élimination établi par Descartes qui laissait de côté tout ce qui n'entraînait pas dans un système de donné quel que soit sa pertinence. On peut ainsi constater que

*Cette origine astronomique du Déterminisme nous paraît expliquer la longue négligence des philosophes pour les problèmes relatifs aux perturbations, aux erreurs, aux incertitudes dans l'étude des phénomènes physiques. C'est dans cette frange d'erreurs que se fondera tardivement l'Indéterminisme scientifique. Sur le plan même de l'Astronomie, on ne doit pas oublier que la pensée relative aux perturbations est une pensée essentiellement moderne. Delambre nous rappelle que, d'après Pemberton, c'est la marque d'un grand jugement chez Newton d'avoir négligé quelques inégalités peu importantes. On a souvent fait observer que la précision dans les mesures astronomiques aurait nui à la découverte des lois. Pour que le monde parût réglé, il fallait que les lois découvertes en premier lieu fussent mathématiquement simples<sup>102</sup>.*

Ce déterminisme était beaucoup plus basé sur l'observation qui permettait de le fonder soit en droit, soit en fait. Il semble bien que le développement du déterminisme soit allé de pair avec le développement de la simplicité, issue de l'astronomie.

Le principe de la simplicité se développe d'abord en astronomie, puis va migrer dans toute la science. La simplicité est un concept d'inspiration cartésienne qui stipule que c'est ce qui apparaît à l'esprit de façon simple et claire qui peut être scientifique. Ce principe migra même dans l'astronomie newtonienne où on voulait que « *les corps célestes fussent géométriquement simples* ». <sup>103</sup> Dans cette simplicité Maupertuis attribua à la terre la forme plate convaincue que la forme n'avait aucune espèce d'importance sur le mouvement de la terre et n'influait en aucune manière sur la prévisibilité qui était le caractère le plus pertinent du déterminisme. Ainsi Bachelard voit dans l'histoire des sciences qu'il y'a une relation entre la simplicité et le déterminisme. Il peut ainsi dire :

*En résumé, la conception mathématique du Monde est d'abord inspirée par l'intuition des formes simples. Cette intuition conduit à résister longtemps à l'idée de déformation des corps célestes et à l'idée de la perturbation des trajectoires. Le*

---

<sup>102</sup> *Ibid.*

<sup>103</sup> *Ibid.*, p.81.

*Déterminisme est alors une conséquence de la simplicité de la géométrisation première. Le sentiment du déterminé, c'est le sentiment de l'ordre fondamental, le repos d'esprit que donnent les symétries, la sécurité des liaisons mathématiques<sup>127</sup>.*

L'esprit humain, par de longues habitudes psychologiques, préfère l'ordre, la clarté et la simplicité pour prédire et connaître le futur c'est-à-dire l'inconnu, l'inattendu. C'est ce qui justifie la longue domination du déterminisme durant plusieurs siècles. Le déterminisme a donc pour source la rationalisation absolue du réel. Or que signifie rationaliser si ce n'est mesurer, quantifier, calculer pour prédire et agir en conséquence sur le réel. Mais ce besoin psychologique pressant oublie souvent que le réel est parfois complexe et qu'il a aussi besoin de la complexité d'une philosophie scientifique. Cette notion de déterminisme n'a jamais été de fait mais de droit. Mais, elle va subir un coup avec le développement scientifique du XIX<sup>ème</sup> siècle.

Dans l'étude des phénomènes immédiats, Bachelard nous apprend que l'observation ne fait pas partie intégrante du déterminisme, elle n'instruit même pas sur une telle perspective. L'expérimentation est un facteur déterminant dans la mesure où elle rectifie l'observation première. Bachelard montre les limites de cette observation en disant : « *Une seule remarque philosophique suffit à prouver que l'observation immédiate ne livre pas le déterminisme : le déterminisme ne lie pas tous les aspects du phénomène avec la même rigueur* »<sup>104</sup>.

Le déterminisme a été également influencé par la relation cause-effet, voulant relier les événements qui surviennent dans les phénomènes naturels. Bachelard le souligne en ces termes : « *Le déterminisme va d'un nœud au nœud suivant, d'une cause bien définie à un effet bien défini.* »<sup>105</sup> Le déterminisme que prône Bachelard est celui incluant et considérant même les perturbations qui ont lieu dans un système expérimental. Il dit ainsi :

*Il n'y a donc pas de déterminisme sans un choix, sans une mise à l'écart des phénomènes perturbants ou insignifiants. Très souvent d'ailleurs un phénomène est insignifiant parce qu'on néglige de l'interroger. Au fond, l'esprit scientifique ne consiste pas tant à observer le déterminisme des phénomènes qu'à déterminer les phénomènes, qu'à prendre les précautions pour que le phénomène défini au préalable se produise sans d'excessives déformations*<sup>106</sup>.

---

<sup>104</sup> *Ibid.*

<sup>105</sup> *Ibid.*

<sup>106</sup> *Ibid.*, p. 82.

Le déterminisme n'est pas allé de pair, seulement par la simplicité, mais aussi avec le mécanisme qui croyait déterminer le phénomène en le réduisant à ses propriétés mécaniques pour pouvoir l'expliquer en lésant complètement la description. La mécanique a donc ainsi joué un rôle déterminant dans la croyance au déterminisme. Bachelard fait parler M. Cartan pour montrer la très grande emprise du déterminisme dans la science :

*On pourrait ajouter que notre croyance au déterminisme des phénomènes repose sur une réduction des phénomènes à la mécanique classique élémentaire. En effet, M. Cartan fait les remarques suivantes : « Au [105] sens ordinaire du mot, affirmer le déterminisme physique, c'est affirmer que l'état de l'Univers à un moment donné détermine complètement son évolution ultérieure. Il faut, bien entendu, préciser ce qu'on entend par état de l'Univers. La mécanique classique du point matériel est conforme au déterminisme, à condition d'appeler état d'un point à un instant donné l'ensemble de sa position et de sa vitesse... Ce qui complique un peu les choses, c'est précisément que la théorie de la relativité nous a appris que le temps est inséparable de l'espace ; parler de l'état de l'Univers à un instant donné n'a donc pas un sens absolu ; il faut en réalité parler de l'état de l'Univers dans une section à trois dimensions de l'espace-temps. Mais alors se présentent d'autres difficultés sur lesquelles M. Hadamard a attiré l'attention. Il y a en réalité un déterminisme mathématique et un déterminisme physique. Il peut arriver que l'état de l'Univers dans une section à trois dimensions entraîne l'état de l'Univers dans les sections voisines sans que le physicien puisse le constater : cela tient à ce qu'une très faible variation de l'état de l'Univers dans la section donnée peut dans certains cas entraîner des variations énormes dans une section aussi voisine qu'on veut de la première : la dépendance des états dans les deux sections est ainsi complètement masquée au physicien<sup>107</sup>.*

Le déterminisme n'a pas évolué de la même façon dans toutes les disciplines scientifiques. En mathématiques, on peut connaître le cheminement d'une équation jusqu'à ses conclusions ou ses conséquences. Dans le cas de la physique, il faut toujours une cause physique à laquelle on lie un effet observable. Mais Bachelard voit en cette façon de procéder, une erreur, surtout en physique puisque comme il peut le souligner :

*Parler d'un état de l'univers à un instant déterminé, c'est se livrer non seulement à l'arbitraire de l'instant déterminé, c'est se livrer non seulement à l'arbitraire de l'instant choisi, mais encore à l'arbitraire de l'état dans l'instant même<sup>132</sup>.*

---

<sup>107</sup> Ibid., P. 83

Car il est impossible de réunir tous les paramètres nécessaires à la détermination exacte et à l'étude complète du système puisque rien ne nous le prouve et tout cela demeure de l'ordre de l'arbitraire. Même dans la mécanique du solide, le déterminisme va s'infiltrer en voulant prétendre maîtriser les états initiaux de toutes les expériences. Ce type de déterminisme nous dit Bachelard est sous-tendu par la métaphysique.

Le déterminisme lié à la simplicité des phénomènes va subir une brèche avec les nouvelles disciplines naissantes qui montre :

*Qu'il suffirait de placer l'observateur devant les phénomènes plus complexes de l'hydrodynamique pour amener un véritable trouble dans les intuitions fondamentales du déterminisme<sup>108</sup>.*

Si la mécanique des solides était purement déterminée par le déterminisme absolu, dans la mécanique des fluides, le déterminisme est relativisé et perd toute sa valeur. Le choix du déterminisme n'a jamais vraiment été complètement expérimental puisque dans les expériences, on se rend compte qu'il y'a toujours des perturbations qui sont négligées lors des expériences. Ces perturbations sont observables dans les disciplines scientifiques, qui, bien que ces phénomènes soient importants, ils sont négligés par le savant et ravalés à un second rang. Bachelard nous montre que

*Le Déterminisme part de choix et d'abstractions et que, peu à peu, il devient une véritable technique. Le déterminisme scientifique se prouve sur des phénomènes simplifiés et solidifiés : le causalisme est solidaire du chosisme. Le déterminisme mécanique se prouve sur une mécanique mutilée, livrée à l'analyse incorrecte de l'espace-temps. Le déterminisme de la science physique se prouve sur des phénomènes hiérarchisés, en majorant des variables particulières. Le déterminisme de la science chimique se prouve sur des corps purifiés, en se référant à des qualités énumérées. Si l'on réfléchit maintenant que ces intuitions mécaniques simplifiées correspondent à des mécanismes simples, que ces phénomènes physiques techniquement hiérarchisés sont aussi de véritables machines, que les corps purifiés sont enfin de véritables constructions chimiques, on doit être frappé du caractère technique du déterminisme scientifique.*

*Le véritable ordre de la Nature, c'est l'ordre que nous mettons techniquement dans la Nature. Peu à peu quand on en vient aux preuves précises et surtout à l'enseignement du*

---

<sup>108</sup> Ibid.

*déterminisme on s'aperçoit que pour enseigner correctement le déterminisme il faut [108] soigneusement garder les formes, trier les lois, purifier les corps, faute de quoi l'évolution du phénomène n'apprendra à l'observateur qu'émerveillement et fantaisie<sup>109</sup>.*

On constate que le déterminisme s'est développé sur la simplification. Or simplifier veut dire mutiler, énumérer, trier, hiérarchiser afin de choisir les éléments qui entrent dans un système scientifique donné. Pour renchérir cette idée, Bachelard pense que, le déterminisme est moins lié à la nature qu'au fait que c'est une construction sociale de l'esprit humain. C'est pour cette raison, qu'il n'y a pas un ordre naturel, il y'a plutôt un ordre émanant de l'homme car rien ne nous est donné. Tout est construit par le sens et la signification. Le déterminisme est un maître-mot énoncé par l'homme pour manifester son emprise sur la nature.

Dans la science classique le déterminisme était même le principe de l'esprit scientifique. Le déterminisme pris sous le joug d'une pédagogie est lui-même sous l'emprise d'une psychologie de l'esprit scientifique. Le déterminisme reste toujours susceptible d'être enseigné non pas un déterminisme dogmatique qui ne fait pas l'objet d'une critique mais celui dont la critique en est le soubassement. D'où cette pensée bachelardienne :

*Le Déterminisme est précisément l'objet d'une discussion, le sujet d'une polémique presque journalière dans l'activité du laboratoire. Pris de ce biais, le problème du Déterminisme va nous conduire à classer les arguments, à diviser encore les notions, tâche modeste mais qui nous paraît utile parce qu'il faut arriver à dissoudre cet énorme bloc du Déterminisme métaphysique qui pèse sur la pensée scientifique. Nous distinguerons donc le déterminisme négatif et le déterminisme positif<sup>110</sup>.*

La polémique est désormais ancrée en science pour peser et sous-peser les prétendus arguments scientifiques souvent évoqués et mis à l'épreuve de la preuve. Car il faut mettre en cause et éprouver le déterminisme métaphysique issu du besoin psychologique pressant de rattacher chaque événement à une cause particulière. Le déterminisme scientifique dans son activité, même s'il vise à définir et décrire de façon exacte l'état d'un phénomène sera à certains moments limité. Puisque :

---

<sup>109</sup> *Ibid.*, p. 84.

<sup>110</sup> *Ibid.*, p. 85.

*Si quelqu'un doute qu'une ligne particulière de phénomènes peut être conçue comme déterminée, on se mettra à définir [109] un état du phénomène et l'on prédira un état subséquent du phénomène évolué qu'on définira avec le plus de précision possible. La preuve sera d'autant plus convaincante que le phénomène sera décrit avec le plus d'exactitude. Mais cette exactitude a des limites. C'est alors qu'on sera obligé d'avouer une légère ignorance, une légère fluctuation dans la prédiction <sup>111</sup>.*

Cela signifie qu'il n'y a pas une prédiction dans l'absolu d'un phénomène, parce qu'il y'a toujours une marge d'erreur même dans la prédiction du phénomène. Dans toutes les expériences, il peut y avoir des ambiguïtés qui s'y introduisent mais le savant les écarte pour sauver ce qui reste de son système. Ce qui revient à penser que le déterminisme scientifique n'est jamais pur sans problème. Bachelard en vient à cet exemple pour montrer à quoi peut ressembler un déterminisme scientifique digne de ce nom. Il affirme ainsi :

*Qu'on aille cependant au fond de la certitude du chimiste, on s'apercevra qu'elle s'énonce aussi sous forme d'exclusions progressives, en écartant précisément les cas où il y aurait ambiguïté. De plus, quand le chimiste a [110] identifié le métal d'un sel, il n'a rien dit sur la pureté du sel, par conséquent il n'a pas éliminé la présence d'autres métaux à l'état d'impureté. Il suffirait d'être exigeant, c'est-à-dire de demander plus de précision sur les produits obtenus dans une réaction, pour faire vaciller la prophétie de l'expérimentation. Finalement le vrai déterminisme se fonde psychologiquement sur des jugements négatifs. Seul le déterminisme nihiliste termine la polémique interminable de la preuve positive. La communion des esprits se réalise dans la négation. L'union objective parfaite se fonde sur une sorte de non-objet<sup>112</sup>.*

Le déterminisme n'est possible que si l'on réunit « les conditions de la preuve » en faisant une description approchée et probabiliste du phénomène, puisqu'il est impossible de le totaliser. Après avoir établi un rapport entre le déterminisme et la simplicité, Bachelard établit des rapports entre le déterminisme et la causalité. Comment articule-t-il ce rapport ?

Bachelard établit un rapport entre la causalité et le déterminisme. Il fut un temps où l'on pensait que ces deux concepts s'interpénétraient mutuellement et se complétaient mais Bachelard

---

<sup>111</sup> Ibid.

<sup>112</sup> Ibid., p. 86.

<sup>138</sup> Ibid.

nous dit qu'ils sont en rien synonymes ; et même solidaires, car la psychologie du déterminisme est différente de la psychologie du principe de la causalité. Ce principe est lié nous dit Bachelard à la physique qui produit le propre de la pensée objective. Bachelard dit dans cette optique que : « *le principe de causalité se subordonne à ce que la pensée objective exige et qu'en cela il peut bien être dit encore la catégorie fondamentale de la pensée objective*<sup>138</sup>. »

Le principe de causalité est moins rigoureux dans la précision des termes, tel que nous le dit Bachelard, il est plus général, plus qualitatif, moins exigeant. Cela est davantage explicité par Bachelard lorsqu'il affirme :

*La causalité est donc beaucoup plus générale que le déterminisme. Elle est d'ordre qualitatif, alors que le déterminisme est d'ordre quantitatif. Quand la chaleur dilate les corps ou qu'elle en transforme la couleur, le phénomène enseigne la cause en toute certitude sans cependant prouver le déterminisme*<sup>113</sup>.

Car, même dans ces expériences de dilatation, les phénomènes ne peuvent être appréhendés que sous le prisme de la statistique et la probabilité. C'est à ce moment qu'on peut croire que le déterminisme subit un coup car, comment déterminer les phénomènes dont on ne peut aboutir véritablement, à une connaissance exacte des paramètres de ces phénomènes, qui ne peuvent se comprendre que sous des mesures approchées, quelque peu indéterminées.

Mais, dans l'histoire des sciences, le déterminisme fut confondu avec la causalité à partir de la loi des causes à effets, que Bachelard appelle le « *le déterminisme typologique*. »<sup>114</sup>. La causalité est fondée sur une hiérarchisation des qualités, qui sont pour elle la priorité en lésant complètement la quantité qui, dans ce cadre n'a aucune influence sur elle.

Cette considération philosophique, influence largement le savant et se vérifie davantage dans la praxis scientifique, qui fut longtemps dominée par le déterminisme, malgré les variations que l'on pouvait observer, que ce soit pour les sciences formelles comme pour les sciences empiriques. Puisque :

---

<sup>113</sup> *Ibid*, p. 87.

<sup>114</sup> *Ibid*.

*Ce n'est pas là une simple vue de l'esprit philosophique ; en fait, c'est bien ainsi que pensent le mathématicien et l'expérimentateur. Le savant ne mesure pas toujours ; il tâche d'abord de saisir la correspondance des phénomènes et il pense souvent cette correspondance sans en mesurer toutes les variations. C'est dans la liaison de signe à signe, plus souvent que dans la liaison de nombre à nombre qu'il trouve les leçons premières du déterminisme. Sa foi est rigoureuse parce que certaines expériences échappent au souci de rigueur. Par-delà les vérifications métriques souvent dispersées, il y a donc place pour les vérifications du déterminisme topologique qui nous montre qu'un phénomène ne se défigure pas dans une légère variation de ses traits<sup>141</sup>.*

Tout comme le déterminisme, l'indéterminisme va se développer aussi avec une psychologie qui lui est sienne. L'origine de la psychologie de l'indéterminisme se trouve dans la théorie cinétique des gaz. Comme nous le dit Bachelard, cette théorie est l'une des premières thèses indéterministes ayant marqué l'esprit scientifique. Mais, par le fait qu'elle transcende la qualité en y introduisant des caractères métaphysiques, elle va subir une critique virulente. Cette critique consiste beaucoup plus à critiquer l'indéterminisme d'un objet pris isolément ; tandis que la classe à laquelle appartient cet objet serait déterminée. Les logiciens disent que cela « viole clairement l'axiome de *Omni Nullo* et par conséquent, est contradictoire en soi »<sup>115</sup>. Mais, que nous dit cet axiome ?

C'est cette contradiction qu'on a qualifiée de métaphysique :

*En réalité, elle est tempérée par l'intermédiaire de la notion de probabilité. Or la logique de la probabilité est loin d'être constituée et l'axiome de *omni et nullo* qui vaut pour les compositions d'objets ne s'applique pas sans réserve à des probabilités composées<sup>143</sup>*

Bachelard relève l'indéterminisme dans la théorie cinétique des gaz. La science part toujours de l'inconnu ; or l'inconnu, c'est qu'on ne connaît pas encore la nature, les comportements et dont on n'a pas la capacité de prédiction et de prédilection. L'indéterminisme est même à la base de la science naissante. Or, comme nous l'avons vu, le déterminisme admet des variations, des

---

<sup>115</sup> *Ibid.*, p. 89.

perturbations et des erreurs ; bref des bribes incognicibles et c'est sur cette marge d'erreur que va se constituer l'indéterminisme en se basant sur des phénomènes désordonnés. Bien que la logique contemporaine ait répété ce principe, la science contemporaine et notamment la physique en connaissent un véritable impact. Bachelard circonscrit un peu le mode de fonctionnement du déterminisme en ce sens où :

*On ne sait rien par exemple sur l'atome qui n'est pris que comme le sujet du verbe rebondir dans la théorie cinétique des gaz. On ne sait rien sur le temps où s'accomplit le phénomène du choc ; comment le phénomène élémentaire serait-il prévisible alors qu'il n'est pas « visible » c'est-à-dire susceptible d'une description précise ? La théorie cinétique des gaz part donc d'un phénomène élémentaire indéfinissable, indéterminable. Certes indéterminable n'est point synonyme d'indéterminé. Mais quand un esprit scientifique a fait la preuve qu'un phénomène est indéterminable, il se fait un devoir de méthode de le tenir pour indéterminé. Il apprend l'indéterminisme sur l'indéterminable<sup>144</sup>.*

Bachelard en se basant sur la théorie cinétique des gaz, montre que c'est le mystère, l'inconnu qui est à la base du questionnement scientifique, l'atome n'étant pas visible doit quand même faire l'objet d'une description. C'est donc par l'ignorance que commence la recherche scientifique, la théorie cinétique commence sur des éléments indéfinissables et c'est cette indéfinissabilité qui est susceptible d'être crédibilisée, si le phénomène n'est pas déterminé. Cette indétermination voit ériger un paradigme, car pour le savant, c'est « un devoir de méthode » de le faire adopter par la communauté savante.

Le déterminisme était basé sur des phénomènes liés entre eux par lesquels on les mettait en relation, mais dans le champ de l'indéterminisme ; c'est le règne de la liberté, de l'indépendance des phénomènes et, dans cette perspective seule la probabilité peut être à même de calculer mathématiquement ces phénomènes, qui sont dominés par une indépendance absolue. Bachelard le souligne en ce sens :

*C'est alors que peut intervenir le calcul des probabilités. Sous sa forme la plus simple, ce calcul est fondé sur l'indépendance absolue des éléments. S'il y avait la moindre dépendance, il y aurait un trouble dans l'information probabilitaire et il faudrait un effort toujours difficile pour tenir compte d'une interférence entre les liaisons de dépendance réelle et les lois de stricte probabilité<sup>116</sup>.*

La probabilité tout comme le fut l'indéterminisme, sera acceptée difficilement par certains philosophes à l'instar de Lord Kelvin qui refusait la généralité du théorème de Maxwell ; Boltzmann en évoquant des critiques apparentes mais impertinentes. La science contemporaine a désormais intégré cette probabilité dans son mode de fonctionnement, le hasard fait désormais partie de la réalité ambiante, il ne s'agit plus de dire ce qu'est le réel mais tout est désormais de l'ordre des hypothèses et des statistiques. On ne peut que supposer le réel, on ne peut que l'approcher il est difficile de le toucher du doigt. C'est pourquoi les concepts de vérité approchée ou verisimilitude ont été développés par Bachelard ou Popper et ce problème sera repris par Bernard D'Espagnat lorsqu'il parlera *d'objectivité faible et d'objectivité forte*. Gaston Bachelard traduit cette difficulté en ce sens :

*C'est à assimiler cette notion des lois du hasard, des liaisons probabilitaires des phénomènes sans liaison réelle, qu'est occupée la pensée scientifique contemporaine. Cette pensée naissante est caractérisée par une multiplicité dans les hypothèses de base. Nous en sommes sur ce point au règne des hypothèses de travail. Nous accueillons des méthodes statistiques différentes qui ont une efficacité limitée. Les principes de la statistique de Bose-Einstein d'une part, ceux de la statistique de Fermi d'autre part, bien que contradictoires, rendent des services dans des parties différentes de la physique<sup>117</sup>.*

Nous pouvons dire que le hasard, la probabilité, la statistique favorisent l'avènement d'un principe paradigmatique nouveau qui est à la base de toute science contemporaine qui émerge et évolue ; c'est l'incertitude. Bachelard prend l'exemple de la théorie cinétique et montre que

*La véritable force explicative [117] réside dans la composition des probabilités. Ainsi il faut toujours en venir à accepter l'expérience de la probabilité. Il y a place pour un positivisme du probable, à vrai dire assez difficile à situer entre le positivisme de l'expérience et le positivisme de la raison<sup>118</sup>.*

---

<sup>116</sup> *Ibid.*, pp. 89-90.

<sup>117</sup> *Ibid.*, p. 90.

<sup>118</sup> *Ibid.*, P. 91.

La probabilité nous introduit dans le monde des possibles où l'ensemble des possibilités forme également une multitude d'hypothèses valables. C'est un monde dans lequel l'on peut parler non avec une assurance d'esprit, mais avec une certaine nuance, confession, une certaine nuance des causes car, le phénomène ou le réel dont il est question nous présente plusieurs facettes qui cachent son énigmatisme et sa complexité. Cela veut dire très exactement comme nous le dit M. Margenau que lors d'une expérience quelconque, je ne peux découvrir avec précision la position d'un électron dans l'espace ; je ne peux en parler que de façon statistique et probabilitaire. L'électron n'a donc pas de position statique et immuable, l'électron est dynamique dans un espace.

La probabilité ne renvoie pas à l'irréel car est irréel, ce qui est imaginaire et ce qui n'est pas en relation étroite avec la réalité. Or, la probabilité est basée sur les faits, les expériences réelles, elle n'est pas ex-nihilo. Comme nous le dit Bachelard, « *le temps se charge de réaliser le probable* » ; ce qui signifie qu'une loi apparemment statique et expliquant un très grand nombre de phénomènes peut voir s'introduire un jour un élément qui introduit la probabilité au sein de ce système. Le temps introduit le changement dans l'être et c'est ce que nous explique grandement Bachelard entre la probabilité a priori et la probabilité a posteriori :

*De la probabilité a priori à la probabilité a posteriori il y a le même abîme qu'entre la géométrie logique a priori et une description géométrique a posteriori du réel. Qu'il y ait alors coïncidence entre la probabilité calculée et la probabilité mesurée, c'est peut-être la preuve la plus délicate, la plus subtile, la plus convaincante de la perméabilité de la nature pour la raison. Cette rationalisation de l'expérience du probable doit sans doute se réaliser par la correspondance de la probabilité et de la fréquence (...). Ainsi la réalité aidée par la durée finit toujours par incorporer le probable à l'être<sup>119</sup>.*

---

<sup>119</sup> *Ibid.*, p. 92.

Bachelard relève un fossé qui se crée habituellement à l'intérieur même du concept de probabilité. Il parle d'une probabilité a priori c'est-à-dire les calculs faits indépendamment de l'expérience et celle a posteriori, c'est-à-dire celles qui tiennent compte de l'expérience. Cela est d'autant plus difficile de faire coïncider les œuvres de l'entendement à la réalité expérimentale. Mais, cette correspondance est une nécessité qui montre que la nature peut être appréhendée par notre raison. La raison rationalise ainsi l'expérience, pour qu'il y'ait correspondance entre la probabilité et la fréquence. Le probable n'est pas un accident de la matière. Le probable est incorporé dans l'être matériel même si souvent il est difficile de l'apercevoir.

La science moderne a évolué ; elle a arboré la probabilité, la statistique et a laissé la vieille mythologie et les vieux paradigmes basés sur l'absoluité et la permanence des lois. C'est un véritable changement radical, qui appelle aussi une véritable révolution spirituelle, et une pédagogie nouvelle liée à la flexibilité de l'esprit humain à pouvoir comprendre et intégrer de nouvelles inventions et découvertes conceptuelles et/ou techniques.

Bachelard établit à la suite un rapport entre l'idée de causalité et l'idée de probabilité chez Hans Reichenbach. Pour ce savant, la probabilité doit intervenir dans les systèmes les plus soudés, les plus enracinés, « *les lois les plus rigoureuses* »<sup>120</sup>. Car, il relève que les conditions mises au préalable, pour le mode de calcul et de fonctionnement d'un système, ne sont jamais suivies et respectées à la lettre, parce qu'il y'a plusieurs facteurs conscients ou inconscients, proches ou éloignés qui influencent ces calculs et bouleversent radicalement les résultats que l'on pourrait attendre. Pour lui donc, seule la probabilité peut nous permettre de faire « *d'excellentes prévisions* » car elle considère dans ces prévisions « *des facteurs non considérés dans le calcul* »<sup>150</sup> Reichenbach est bien conscient du désir humain de connaître les éléments présents dans un

---

<sup>120</sup> *Ibid.*, p. 93.

phénomène lors d'une expérience et conscient aussi du labeur de cette tâche. C'est pourquoi il propose de remplacer l'énoncé causal traditionnel par les deux suivants :

*« I. Si l'on décrit un phénomène au moyen d'un [120] certain nombre de paramètres, l'état ultérieur, pareillement défini avec un nombre de paramètres bien déterminé, peut être prévu avec une probabilité E.*

*« II. Cette probabilité E se rapproche de l'unité au fur et à mesure de l'augmentation du nombre des paramètres dont il est tenu compte<sup>151</sup>. »*

Il est important pour l'expérimentateur de bien connaître non pas tous les paramètres de son système, mais un grand nombre bien défini qui lui permettront de faire également une probabilité qui se rapporte à la réalité expérimentale. C'est pour cette raison que le nombre de paramètres à établir doit être bien connu. La causalité d'un énoncé dépend du nombre de paramètres connu et inconnu. Cela veut dire qu'on n'a pas épuisé tous les paramètres d'un énoncé ; nous sommes dans une causalité probabilitaire et non absolue. C'est dans ce jeu que se sont livrés des philosophes déterministes qui renvoyaient tous les effets connus à une cause transcendante et suprême. Que ce soit le déterminisme métaphysique dont les tenants pouvaient être Aristote, Leibniz et même le déterminisme scientifique avec Laplace, Newton ; on croit remonter à tous les paramètres pour manifester l'absoluité et la connaissance totale d'un objet ou d'un fait. Mais,

Bachelard nous montre ce qu'il en est véritablement dans une expérience scientifique :

*En réalité, le savant opère toujours en suivant implicitement le premier énoncé et en s'appuyant sur quelques paramètres caractéristiques ; c'est à propos de ces paramètres que la science fait œuvre de prévision. Ces paramètres forment les axes de la prévision. Mais du seul fait qu'on a négligé des éléments, la prévision ne s'exprime que d'une manière probabilitaire. En résumé, il peut y avoir convergence de l'expérience vers le déterminisme, mais définir le déterminisme autrement que comme une perspective convergente de probabilité c'est commettre une erreur insigne<sup>152</sup>.*

Bachelard tout comme Reichenbach, nous enseignent que la prévision est fonction des paramètres considérés ; c'est pourquoi on ne parlera toujours d'elle qu'en terme probabilitaire, puisque tous les éléments n'étant jamais réunis pour qu'elle soit considérée comme totale et totalisant. La causalité ne peut que s'exprimer de façon probabilitaire, tout système qui, dans ses conclusions en omet, conduit inéluctablement vers des conclusions et des affirmations arbitraires, fausses et erronées.

Bien que Bachelard ait parlé de deux types de probabilité, à savoir la probabilité a priori et a posteriori, il ne considère cependant pas que n'importe laquelle puisse converger vers une unité.

Il relève ainsi une possibilité d'identifier les lois causales aux lois statistiques ; mais l'inverse n'est souvent pas possible, tout comme il peut y avoir des fonctions continues sans dérivée.

La philosophie déterministe ne va pas échapper à la négation que va subir le plus grand système scientifique. La philosophie du non va s'emparer des postulats de Reichenbach tout comme elle le fit du cinquième postulat d'Euclide. Dans cette même perspective, Heisenberg va développer une physique non déterministe qui sera plus générale. Bachelard souligne ces bouleversements en écrivant :

*Ces lois statistiques seraient associées à une négation du deuxième postulat de Reichenbach. Elles donneraient lieu à une physique non-causale, toujours dans le même style où la négation du postulat d'Euclide permet de définir une géométrie non-euclidienne. En fait, Heisenberg a apporté des raisons organiques pour la négation du deuxième postulat de Reichenbach. A partir de Heisenberg se constitue donc une physique*

*non-déterministe, bien éloignée naturellement de la négation brutale et dogmatique des thèses du Déterminisme classique. La physique indéterministe de Heisenberg absorbe bien plutôt la physique déterministe en fixant avec précision les conditions et les limites dans lesquelles on peut tenir un phénomène pour pratiquement déterminé<sup>121</sup>.*

La révolution physique de Heisenberg établit un rapport entre déterminisme et indéterminisme.

Heisenberg peut-on le dire, est celui qui a remis en cause scientifiquement avec preuve à l'appui les notions de déterminisme et postulé « *une indétermination objective* »<sup>154</sup>.

Dans l'ancienne physique, lorsque dans un système scientifique on observait des erreurs, elles étaient considérées comme étant indépendantes du système et isolées par l'expérimentateur qui renvoyait à plus tard. La nouvelle physique est différente puisque :

*Avec le principe d'incertitude de Heisenberg, il s'agit d'une corrélation objective des erreurs. Pour trouver la place d'un électron, il faut l'éclairer par un photon. La rencontre du photon et de l'électron modifie la place de l'électron ; elle modifie d'ailleurs la fréquence du photon. En microphysique, il n'y a donc pas de méthode d'observation sans action des procédés de la méthode sur l'objet observé. Il y a donc une interférence essentielle de la méthode et de l'objet<sup>122</sup>.*

Ce principe nous montre que l'objet étudié subit une modification du point de vue de sa fréquence, ce qui devient difficile de calculer sa position exacte. Une justification de ces zones d'ombre est que l'objet observé subit l'influence des facteurs externes que sont l'observateur et le système d'instrument de mesure. Le sujet interfère avec l'objet qui, à son tour s'auto-modifie radicalement. Ce principe d'incertitude de Heisenberg se traduit par cette équation qui repose sur une inégalité mathématique :

---

<sup>121</sup> *Ibid.*, p. 94.

<sup>154</sup> *Ibid.*

<sup>122</sup> *Ibid.*, p.95

<sup>156</sup> *Ibid.*

*Si l'on désigne la position par la variable  $q$  et la quantité de mouvement conjuguée par la variable  $p$ , il y a entre l'erreur  $\Delta q$  sur  $q$  et l'erreur  $\Delta p$  sur  $p$  une sorte de compensation qui satisfait à l'inégalité*

$$\Delta h \cdot \Delta q \geq h,$$

*[123] où  $h$  est la constante de Planck<sup>156</sup>.*

Il s'agit donc, nous dit Bachelard, d'établir une triple précision quant aux paramètres de position et de moment cinétique et la relation énergie-temps.

Par la découverte de l'indétermination, Bachelard nous fait comprendre la révolution méthodologique de Heisenberg dans la microphysique contemporaine.

Au départ, c'était une méthode qui consistait juste de traduire les relations d'incertitude à partir des inégalités mathématiques dans la mesure d'un électron et d'un photon. La méthode de Heisenberg est désormais au cœur de la microphysique car, il a donné un bel exemple d'étude des microphénomènes fussent-ils dualistes.

En effet, Heisenberg a su penser et écrire mathématiquement la dualité onde-corpuscule. Tout comme Bohr, Bachelard montre l'importance de cette méthode pour la microphysique :

*La simple remarque méthodologique de Heisenberg a été systématisée au point qu'elle est désormais inscrite au seuil de toute méthode microphysique, mieux encore, la relation d'incertitude fournit à elle seule une véritable méthode. Elle sert en quelque manière à penser le microphénomène dans ses dualités essentielles. Bohr a remarqué que la relation de Heisenberg était placée à la frontière commune des deux intuitions fondamentales - corpusculaire et ondulatoire<sup>123</sup>.*

C'est donc avec Heisenberg que naît une véritable nouvelle méthode apte à saisir les complémentarités et les antagonismes des microphénomènes comme le notait si bien Bohr. Désormais, le paradigme de la microphysique tourne dans cette ambiguïté et cette collaboration des éléments contraires.

La philosophie indéterministe dont Heisenberg va poser les bases sera étoffée et développée par d'autres physiciens comme M. J. Salomon qui écrit une thèse intitulée

---

<sup>123</sup> *Ibid.*

« *L'électrodynamique et la théorie des Quanta* ». Il explique aussi :

*Comme les champs électrique E et magnétique H sont définis au moyen d'un électron, leur détermination simultanée est en fait frappée de la même impossibilité que la détermination simultanée de la place et de la vitesse d'un électron dans un atome ; dès lors « si l'on tient compte du principe de Heisenberg de n'utiliser que des grandeurs qui soient effectivement mesurables, nous sommes conduits à admettre que E et H ne peuvent être mesurés simultanément ». En appliquant ces simples remarques, presque sans calcul, M. Salomon arrive à prévoir des relations d'incertitude entre les différentes composantes du tenseur électromagnétique et il aboutit à une théorie de la quantification des champs, développée déjà moins directement par Dirac, Pauli, Jordan, Heisenberg<sup>124</sup>.*

Dans cette thèse, Salomon montre la difficulté voire l'impossibilité de déterminer simultanément les champs électriques E et le champ magnétique H. Cette impossibilité est frappée des mêmes influences qui rendent impossible la mesure précise de la position et la quantité de mouvement dans un atome. Ce qui signifie de façon simple que si l'on a la position, la vitesse nous sera donnée de façon statistique et probabilitaire.

C'est avec la physique quantique qu'on voit véritablement s'associer l'électromagnétique parce que dans le réalisme physique, il était d'abord question de considérer le champ magnétique comme acceptant un espace géométrique. L'éther illustre fortement ce réalisme, qui consistait à relever les caractères géométriques des champs dans l'espace. Or dans la physique des Quanta, il est question de :

*Renoncer à la description du champ électromagnétique en termes de fonction d'espace et de temps. Il faut cependant passer de la géométrisation intuitive à l'arithmétisation dissuasive et venir vers une définition probabilitaire des champs<sup>125</sup>.*

Dans la physique quantique, il n'est plus question de décrire les éléments contenus dans un espace géométrique quelconque en rapport avec le temps, il est plutôt question de calculer les éléments. Or, qui parle de calcul, parle de statistique et qui parle de statistique parle de probabilité.

L'électromagnétisme n'échappe donc pas aux exigences et réalités de la physique des particules.

Dans la même optique, Einstein en posant l'idée de relativité dans sa théorie du champ unitaire, va situer cette idée entre le caractère électrique et magnétique. Il va ainsi montrer qu'un même état

---

<sup>124</sup> *Ibid.*, p. 96.

<sup>125</sup> *Ibid.*, pp. 96-97.

peut à la fois revêtir dans un certain système le magnétisme et en un autre le champ électrique. Ce qui signifie que la relativité, n'est non plus un concept simple, ni simplificateur mais simplifié, car sa définition est aussi de l'ordre de l'ambiguïté, de l'incertain, du probable, du complémentaire et de l'antagonisme.

Dans la physique de Heisenberg, le réalisme est complètement remis en question car les notions de position et de vitesse n'ont de sens que dans des relations où elles sont définies ; il n'y a donc pas de qualités premières a priori attribuées à ces éléments qui seraient universels. Les caractères de ces éléments dépendent du système référentiel dans lequel on fait l'expérimentation.

Le langage humain est très limité en ce sens car, il est plein d'images, de métaphores dont on ne peut tirer une conséquence digne de ce nom. Il est très familier et a souvent des difficultés à saisir la réalité qui sort toujours dans le cadre du commun.

Dans cette nouvelle physique, un savant perspicace M. Chester Townsend Ruddick, va opposer l'individuation statistique à l'individuation mécanique, dont le principe était basé sur la localisation d'un objet dans l'espace et le temps. Quant à l'individuation statistique, il s'agit d'une relation d'appartenance à un groupe ou d'interdépendance entre les éléments d'une classe d'objet qui peuvent former des ensembles ou des groupes d'atomes. Ces éléments ne sont jamais pris isolément, ils sont contextuels et doivent être étudiés dans ces sous-ensembles ou groupes particuliers. L'identité du groupe est en fait l'identité de l'individu car les traits du groupe lui

*Avec le principe d'incertitude de Heisenberg, il s'agit d'une corrélation objective des erreurs. Pour trouver la place d'un électron, il faut l'éclairer par un photon. La rencontre du photon et de l'électron modifie la place de l'électron ; elle modifie d'ailleurs la fréquence du photon. En microphysique, il n'y a donc pas de méthode d'observation sans action des procédés de la méthode sur l'objet observé. Il y a donc une interférence essentielle de la méthode et de l'objet<sup>126</sup>.*

Ce principe nous montre que l'objet étudié subit une modification du point de vue de sa fréquence, ce qui devient difficile de calculer sa position exacte. Une justification de ces zones

---

<sup>126</sup> *Ibid*, p.95

<sup>156</sup> *Ibid*.

d'ombre est que l'objet observé subit l'influence des facteurs externes que sont l'observateur et le système d'instrument de mesure. Le sujet interfère avec l'objet qui, à son tour s'auto-modifie radicalement.

Ce principe d'incertitude de Heisenberg se traduit par cette équation qui repose sur une inégalité mathématique.

Illustrant parfaitement la différence entre des lois mécaniques comme celles de Newton et des lois universelles, Bachelard affirme :

*La loi universelle de Newton, que toutes les particules s'attirent d'une certaine manière, se rapporte aux [128] membres d'un groupe, à des points dont la caractéristique est par définition qu'ils ont une masse. Mais l'application de cette loi ne dépend pas seulement de la reconnaissance de certains points comme membre du groupe, mais aussi de la considération des différences entre de tels points. Un point particulier ne se comporte comme il le fait en conformité à la loi newtonienne que parce qu'il est particulier. Au contraire, s'il obéissait à une loi statistique, la conformité du point particulier à la loi dépendrait non pas du fait qu'il est différent des autres points, mais bien qu'il est identique aux autres points. » Autrement dit, il faut substituer à l'article défini l'article indéfini et se borner à une compréhension finie dans l'objet élémentaire, en relation précisément à son extension bien définie. On touche désormais le réel par son appartenance à une classe. C'est au niveau de la classe qu'il faudra chercher les propriétés du réel<sup>127</sup>.*

---

<sup>127</sup> *Ibid.*, p. 99.

Le réel ne peut que se définir en fonction des autres éléments de la nature car, il ne fonctionne pas au cas par cas, il est inter-relié et en corrélation. Cette théorie de l'individualité va subir une critique sévère et une rupture épistémologique avec l'abandon des notions chères à la physique classique comme celle de force et va voir s'imposer les notions issues de la théorie du champ unitaire telle qu'élaborée par Einstein entre la gravitation et l'électromagnétisme. Des auteurs comme Langevin, Planck, Boll sont repris par Bachelard pour souligner l'importance de cette révolution conceptuelle, cette mutation et dynamisme propre à la science contemporaine en ces termes :

*C'est en particulier l'avis de M. Langevin, de M. Planck. M. Marcel Boll en signale l'importance philosophique en ces termes 47 : "De même que le concept anthropomorphique de force a été éliminé par la relativité einsteinienne, de même il faut renoncer à la notion d'objet, de chose, tout au moins dans une étude du monde atomique. L'individualité est un apanage de la complexité, et un corpuscule isolé est trop simple pour être doué d'individualité. Cette position de la [129] science actuelle vis-à-vis de la notion de chose paraît cadrer non seulement avec la mécanique ondulatoire, mais avec les nouvelles statistiques et aussi avec la théorie du champ unitaire (Einstein), qui s'efforce de synthétiser la gravitation et l'électromagnétisme". »<sup>128</sup>.*

Dans le nouveau champ de la science contemporaine, il n'y a pas d'individuation, il n'y a pas de chose, ni d'objet qui soit indépendant du groupe auquel il appartient, ce qu'il y'a c'est des groupes d'atomes, de particules qui n'ont rien de simple car à mesure qu'on avance dans l'étude de ce groupe, tout devient complexe et la simplicité disparaît. La mécanique ondulatoire nous offre ce bel exemple réussi. Des éléments comme l'individualité physique, des points qui sont en réalité des variables abstraites en mathématique sont niées comme le montre M. Cartan.

Contrairement à ce que voulait démontrer M. Meyerson sur la dislocation d'un esprit scientifique mathématique différent de celui physique, Bachelard montre que dans *le nouvel esprit scientifique*, il y'a coopération et interpénétration des concepts. Il trouve idoine de concilier la physique à la mathématique pour désormais parler de physique mathématique. Cette conciliation appelle aussi la collaboration du réalisme et du rationalisme. Mais, le réalisme naïf ou élémentaire doit être combattu, car il tente d'attribuer des qualités individuelles à des éléments qui n'en n'ont pas a priori. Cette exigence de critiquer et de combattre le réalisme est relevée par Gaston Bachelard lorsqu'il stipule que

---

<sup>128</sup> Boll cité par Bachelard dans *le nouvel esprit scientifique*, p. 99.

*Dans le domaine microphysique, l'entraînement réaliste doit donc être combattu avec vigilance. La pensée scientifique se trouve ici placée dans une position à peu près analogue à celle où elle se trouvait à la naissance du calcul infinitésimal. Nous sommes devant l'infiniment petit physique dans le même embarras que la pensée géométrique du XVIIe siècle devant l'infiniment petit mathématique<sup>129</sup>.*

La pensée réaliste veut toujours associer le concept à l'objet réel, à l'image. Or, il faut dialectiser les éléments pour les complexifier. La notion du spin de l'électron est dialectisée et conceptualiser différemment par les esprits intuitifs et les esprits abstraits. Les uns la posant comme une imagerie, les autres faisant correspondre l'imagination. Le spin de l'électron est une particule quantifiable qui se définit de façon composée, c'est-à-dire en relation avec le groupe, il n'est donc point imaginé, il est plutôt pensé mathématiquement car :

*L'imagination ne suit pas la pente mathématique. Nous ne pouvons plus penser que mathématiquement ; du fait même de la défaillance de l'imagination sensible, nous passons donc sur le plan de la pensée pure où les objets n'ont de réalité que dans leurs relations<sup>130</sup>.*

. Le réel ne suit donc pas nos fantasmes imaginaires, ni nos désirs ; le réel suit la voie bien pensée et tracée par les mathématiques. Bien que le physicien parte de la réalité commune, il ne se limite pas à ce niveau, il la dépasse en éliminant toute trace substantielle du réalisme naïf. La science n'est pas représentation mais épuration, elle fabrique ses propres objets pensés car, le réalisme est centré sur le monde extérieur concret, qui est mobile et fluctuant et qui rend difficile toute appréhension.

Écoutons ces propos de Bachelard qui résume toute l'importance des changements effectués en science à partir des crises et des révolutions constantes :

*Dès lors, il nous semble que dans l'intervalle qui sépare l'évanouissement d'un objet scientifique et la constitution d'une nouvelle réalité, il y a place pour une pensée non réaliste, pour une pensée se faisant un appui de son mouvement. Instant éphémère, dira-t-on, qui ne peut guère compter quand on le compare aux périodes de science acquise, assise, expliquée, enseignée. C'est pourtant là, sur ce bref instant de la découverte, qu'on doit saisir l'inflexion décisive de la pensée scientifique. C'est en restituant ces instants [134] dans l'enseignement qu'on constitue l'esprit scientifique dans son dynamisme et sa dialectique. C'est alors que se produisent les brusques contradictions expérimentales, les*

---

<sup>129</sup> G. Bachelard, *op.cit*, p. 100.

<sup>130</sup> *Ibid.*, p. 102.

*doutes sur l'évidence des axiomes, ces synthèses a priori qui, comme la synthèse géniale de M. Louis de Broglie, viennent doubler le réel, ces subites inversions de pensée dont le principe einsteinien d'équivalence est un des plus clairs exemples. Toute l'argumentation de M. Meyerson sur le caractère longtemps substantiel de la force vient se briser sur un semblable principe. Il suffit de se souvenir qu'un changement bien choisi du système de référence efface la gravitation pour voir le caractère fugace du réalisme de la force attractive.*

*Ainsi quelle que soit la durée des repos dans le réalisme, ce qui doit frapper c'est que toutes les révolutions fructueuses de la pensée scientifique sont des crises qui obligent à un reclassement profond du réalisme. De plus, ce n'est jamais la pensée réaliste qui provoque d'elle-même ses propres crises. L'impulsion révolutionnaire vient d'ailleurs : elle prend naissance dans le règne de l'abstrait. C'est dans le domaine mathématique que sont les sources de la pensée expérimentale contemporaine.<sup>131</sup>*

---

<sup>131</sup> *Ibid.*, 103.

## CHAPITRE V : LE MARIAGE OU L'ALLIANCE ENTRE PHILOSOPHIE ET SCIENCE

Le nouvel esprit scientifique nous montre la preuve que science et philosophie sont liées. En effet, ces deux disciplines n'ont jamais été complètement disloquées. La philosophie nourrit la science de ses concepts et la science vérifie expérimentalement les abstractions philosophiques. La philosophie a, de nos jours, épousé la contexture technoscientifique. C'est pourquoi face à certaines questions insolubles à la science, la philosophie sert de levier de pensée pour questionner et envisager des perspectives. On peut donc avoir des disciplines comme la bioéthique qui émerge et pose les questions de sens et d'orientation de l'être. Bachelard n'avait pas tort de penser que chaque science crée sa philosophie. C'est pourquoi Bachelard critique l'épistémologie externaliste qui était l'apanage des philosophes qui refusaient de se mettre à l'école de la science, au profit d'une épistémologie internaliste qui veuille que la philosophie épouse les grandes préoccupations et les grandes problématiques scientifiques actuelles. Bachelard a articulé de façon claire le nouveau paradigme de l'interdisciplinarité qui est un paradigme de collaboration des savoirs. Nga Ateba affirme ainsi :

*Au plan de l'épistémologie internaliste, les grandes questions ou problématiques philosophiques sont devenues des interrogations scientifiques. Pour Christian Rubby, cette interaction philoscience suffit pour justifier pourquoi de nombreuses recherches épistémologiques fructifient. Ainsi, les savants avertissent les philosophes des difficultés sur lesquelles, ils requièrent une collaboration aux plans des concepts tels que la réalité, la nature, la loi, le déterminisme, l'ordre, le désordre etc. Les scientifiques en appellent ici soit à l'éclaircissement philosophique des équivoques du vocabulaire ; soit à la relecture des textes anciens à l'exemple de René Thom→Aristote, Bernard d'Espagnat→Spinoza, Michel Serre→Lucrèce, Michel Paty→Poincaré<sup>132</sup>.*

---

<sup>132</sup> Nga Ateba, *Cours d'épistémologie*, 2<sup>e</sup> année, Université de Yaoundé I, 2015.

Dans le contexte contemporain la science et la philosophie sont obligées de dialoguer et de collaborer, d'où la nécessité d'une interdisciplinarité.

## **I- De la nécessité d'une interdisciplinarité**

L'interdisciplinarité c'est la collaboration des savoirs et l'interpénétration des disciplines scientifiques entre elles, chacune ayant une spécificité et en même temps une contribution à une meilleure compréhension globale du réel à partir d'un pluralisme méthodologique nécessaire à la lecture d'un réel aussi divers et multiple.

### **1- La coopération ou le dialogue entre philosophie et science**

Gaston Bachelard fait de la coopération conceptuelle un facteur de la révolution méthodologique du nouvel esprit scientifique. Les notions ne doivent plus fonctionner de manière close et autosuffisante comme dans l'ancien esprit scientifique, elles doivent s'ouvrir et l'ouverture appelle le dialogue avec l'autre. C'est à la base de ce dialogue que se fonde le paradigme du nouvel esprit scientifique articulé autour de la relation entre les sciences naturelles ou sciences de la matière et les sciences humaines.

Bachelard appelle de tous ses vœux l'interdisciplinarité car il sait très bien que le temps de la « disciplinarité close » (concept de Morin) est révolu. La nécessité d'une interdisciplinarité et même des courants d'idées s'impose ; car comment prouver la pensée théorique si l'on ne fait pas de la pensée expérimentale le support et le support de celle-ci. En faisant recours à Kant, Bachelard évoque la notion de jugements synthétiques à priori qui font la science selon Kant. Contrairement à la physique classique, la microphysique contemporaine est une discipline elle-même synthétique. Bachelard nous en dit plus en ces termes :

*La pensée théorique a besoin, plus encore que la pensée expérimentale, de jugements synthétiques à priori. C'est pourquoi le phénomène de la microphysique doit être conçu*

*de plus en plus organique, dans une coopération profonde des notions fondamentales. Nous l'avons vu, la tâche à laquelle s'efforce la physique contemporaine est la synthèse de la matière et du rayonnement*<sup>133</sup>.

L'esprit scientifique est un esprit synthétique qui appelle à la solidarité des concepts, à la coopération des notions et à leur communication.

La synthèse physique repose comme le dit Bachelard sur la synthèse métaphysique de la chose et du mouvement ; la critique bachelardienne porte sur la division qui a souvent cours dans cette conception métaphysique de la phénoménologie qui consiste à croire qu'il existe d'un côté la chose statique de la matière et de l'autre côté le mouvement dynamique. Or, pour Bachelard cette conception ne nous permet pas de comprendre en profondeur le changement radical qui s'est opéré en microphysique et refuse d'appliquer au phénomène le caractère statique d'inertie. Il dit par ailleurs qu'

*Il faut restituer au phénomène toutes ses solidarités et d'abord rompre avec notre concept de repos : en microphysique, il est absurde de supposer la matière au repos puisqu'elle n'existe pour nous que comme énergie et qu'elle ne nous envoie de message que par le rayonnement.*

La philosophie et la science entretiennent exactement et comparativement la relation entre la raison et le réel. Bachelard notait déjà cette exigence en pensant que lorsqu'on raisonne, il faut expérimenter et si on expérimente, il faut raisonner. Cette idée se retrouve aussi dans *La philosophie du non* :

*On ne peut fonder les sciences physiques sans entrer dans le dialogue philosophique du rationaliste et de l'expérimentateur... En d'autres termes, le physicien moderne a besoin d'une double certitude :*

- 1- *La certitude que le réel est en prise directe sur la rationalité méritant par cela même, le non de réel scientifique.*
- 2- *La certitude que les arguments rationnels touchant l'expérience sont déjà des moments de cette expérience*<sup>134</sup>.

Contrairement au dialogue classique qui mettait en relation deux interlocuteurs et au bout duquel on arrive à une conclusion indubitable, le dialogue dont nous parle Bachelard est celui dans lequel, la raison échange avec l'expérience. L'un pour théoriser, l'autre pour expérimenter.

---

<sup>133</sup> Bachelard, *Le nouvel esprit scientifique*, p. 108.

<sup>134</sup> Gaston Bachelard, *La philosophie du non*, P.7

Cette relation entre la raison et l'expérience a pour conséquence philosophique, la relation entre l'objectivité et la subjectivité qui permettent à la science d'évoluer.

## **2- La relation objectivité-subjectivité dans le développement de la science**

Bachelard dit :

*Si l'on condamne trop tôt le réalisme mathématique, c'est qu'on est séduit par la magnifique extension de l'épistémologie formelle, c'est-à-dire par une sorte de fonctionnement à vide des notions mathématiques. Mais si l'on ne fait pas indûment abstraction de la psychologie du mathématicien, on ne tarde pas à s'apercevoir qu'il y a dans l'activité mathématique plus qu'une organisation formelle de schèmes et que toute idée pure est doublée d'une application psychologique, d'un exemple qui fait office de réalité. Et l'on s'aperçoit, à méditer le travail mathématicien, qu'il provient toujours d'une extension d'une connaissance prise sur le réel et que, dans les mathématiques mêmes, la réalité se manifeste en sa fonction essentielle : faire penser. Sous une forme plus ou moins nette, dans des fonctions plus ou moins mêlées, un réalisme mathématique vient tôt ou tard corser la pensée, lui donner la permanence psychologique, dédoubler enfin l'activité spirituelle en faisant apparaître, là comme partout, le dualisme du subjectif et de l'objectif.<sup>135</sup>*

Les mathématiques ne sont pas que des abstractions pures et simples qui n'ont rien avoir avec le monde. Les mathématiques ne sont pas vides de contenu comme le prétendait l'épistémologie formelle développée avec les mathématiciens comme Peano, Russel, Whitehead et Hilbert qui pensaient que ce n'était qu'un ensemble de signes antérieurs au monde qui restaient a priori. Mais Bachelard, nous fait comprendre que les mathématiques ne sont qu'une extension d'une connaissance prise sur le réel et que ce n'est que dans les mathématiques que le réel s'exprime de la plus belle manière et dans sa fonction la plus intrinsèque qui est celle de nous faire penser. Le réel doit nous faire penser. Les mathématiques sont une espèce de dédoublement de la pensée en tant qu'elle provient de l'activité spirituelle, et en tant qu'elle s'applique au monde objectif. Nous pouvons dire avec Bachelard que les mathématiques

---

<sup>135</sup> *Ibid.*, P.10.

représentent l'expression la plus idéale de la réalité sous une forme et une tonalité d'abord subjective et enfin objective. La science est en dernière analyse une objectivation.

Bachelard dit encore :

*D'ailleurs c'est peut-être dans l'activité scientifique qu'on voit le plus clairement le double sens de l'idéal d'objectivité, la valeur à la fois réelle et sociale de l'objectivation. Comme le dit M. Lalande, la science ne vise pas seulement à « l'assimilation des choses entre elles, mais aussi et avant tout à l'assimilation des esprits entre eux ». Sans cette dernière assimilation, il n'y aurait pour ainsi dire pas de problème. Devant le réel le plus complexe, si nous étions livrés à nous-mêmes, c'est du côté du pittoresque, du pouvoir évocateur que nous chercherions la connaissance : le monde serait notre représentation. Par contre, si nous étions livrés tout entier à la société, c'est du côté du général, de l'utile, du convenu, que nous chercherions la connaissance : le monde serait notre convention. En fait, la vérité scientifique est une prédiction, mieux, une prédication. Nous appelons les esprits à la convergence en annonçant la nouvelle scientifique, en transmettant du même coup une pensée et une expérience, liant la pensée à l'expérience dans une vérification : le monde scientifique est donc notre vérification. Au-dessus du sujet, au-delà de l'objet immédiat, la science moderne se fonde sur le projet. Dans la pensée scientifique, la méditation de l'objet par le sujet prend toujours la forme du projet<sup>136</sup>.*

La science est la forme du savoir la plus élaborée, la plus pertinente et la plus privilégiée au-delà de toutes les autres formes de cultures qui sont l'art, la religion, la magie, la technique.

C'est peut-être pour cette raison que Bachelard trouve que l'idéal d'objectivité s'exprime le mieux dans cette discipline. Cet idéal se vérifie de deux manières qui lui paraissent inséparables et complémentaires. La science a ainsi à la fois une double valeur réelle et sociale. La valeur réelle s'exprime du point de vue de l'objet c'est-à-dire la mise en rapport des choses entre elles et la valeur sociale s'exprime en ce sens que la connaissance scientifique est l'œuvre d'un esprit et d'une communauté d'esprit. C'est un esprit qui travaille en solitaire et qui communique le résultat de ses travaux à une communauté d'esprits spécialisés et compétents. La science n'est ni notre représentation, ni notre convention mais notre vérification. C'est dans les instruments de mesure que le monde entier trouve un consensus expérimental. La science est la seule chose qui nous unie sur terre.

La science dans l'antiquité visait à atteindre l'objectivité absolue, c'est-à-dire la connaissance totale de l'objet dans son intimité et dans son entièreté. Une telle conception est

---

<sup>136</sup> Id., *Le nouvel esprit scientifique*, p. 14.

présente dans la philosophie naturelle d'Auguste Comte qui parachève son projet d'aboutir à la connaissance des faits humains de façon objective. En effet, Comte nous montre que la science est objective parce qu'elle s'occupe des faits et seulement des faits pour ensuite établir les relations qui existent entre ces objets et en dégager des théories et des lois. Il dit en ce sens que

*Tous les bons esprits répètent, depuis Bacon, qu'il n'y a de connaissances réelles que celles que reposent sur des faits observés. Cette maxime fondamentale est évidemment incontestable, si on l'applique comme il convient à l'état viril de notre intelligence. Mais, en se rapportant à la formation de nos connaissances, il n'en est pas moins certain que l'esprit humain, dans son état primitif, ne pouvait ni ne devait dépenser ainsi. Car si, d'un côté, toute théorie positive doit nécessairement être fondée sur des observations, il est également sensible, d'un autre côté, que, pour se livrer à l'observation, notre esprit a besoin d'une théorie quelconque. Si, en contemplant les phénomènes, nous ne les rattachions point immédiatement à quelques principes, non seulement il nous serait impossible de combiner ces observations isolées, et, par conséquent, d'en tirer aucun fruit, mais nous serions entièrement incapables de les retenir, et, le plus souvent, les faits resteraient inaperçus sous nos yeux.<sup>137</sup>*

Chez Auguste Comte, l'on aperçoit déjà cette nécessité pour l'esprit d'associer l'observation à la théorie. C'est une tendance interdisciplinaire que développe Comte, car il a conscience que l'empirisme béat ne peut légitimement fonder sans une théorie qui permet à l'esprit d'observer efficacement le réel.

Bachelard relève aussi cette nécessité lorsqu'il dit :

*La science est un produit de l'esprit humain, produit conforme aux lois de notre pensée et adapté au monde [2] extérieur. Elle offre donc deux aspects, l'un subjectif, l'autre objectif, tous deux également nécessaires, car il nous est aussi impossible de changer quoi que ce soit aux lois de notre esprit qu'à celles du Monde. » Étrange déclaration métaphysique qui peut aussi bien conduire à une sorte de rationalisme redoublé qui retrouverait, dans les lois du Monde, les lois de notre esprit, qu'à un réalisme universel imposant l'invariabilité absolue « aux lois de notre esprit » conçues comme une partie des lois du Monde !<sup>138</sup>*

La science est la conjonction entre un esprit qui travaille et un monde qui obéit également aux lois émanées de cet esprit, les lois de l'esprit sont inscrites dans la raison tout comme dans

---

<sup>137</sup> Auguste Comte, *Cours de philosophie positive*, 1<sup>ère</sup> leçon, librairie Larousse, Paris, collection classiques Larousse, p. 26

<sup>138</sup> Gaston Bachelard, *Le nouvel esprit scientifique*, P.8

la nature. La subjectivité n'a de pertinence que lorsqu'elle se vérifie dans le monde c'est-à-dire lorsqu'elle rencontre son objet. Les résultats scientifiques forment une espèce d'intersubjectivité dans la communauté savante, c'est-à-dire que la science est un produit d'objectivation. C'est un esprit qui travaille dans un laboratoire, et, au bout de ses résultats, les soumet à l'expertise de la communauté savante. Bachelard en parle dans ce sens :

*Il faut d'ailleurs remarquer que cette doctrine de l'objectivité en vient toujours à soumettre la connaissance de l'objet au contrôle d'autrui. Mais on attend que la construction objective réalisée par un esprit solitaire soit achevée, pour la juger dans son aspect final. On laisse donc l'esprit solitaire à son travail, sans surveiller ni la cohésion de ses matériaux ni la cohérence de ses devis<sup>139</sup>.*

L'objectivité est le résultat d'une subjectivité qui se soumet à d'autres subjectivités pour être prouvé et éprouvé, afin de juger de la pertinence d'un travail scientifique. Ce travail est ainsi soumis à la communauté scientifique pour vérification, car comme nous dit Bachelard, la science n'est point notre convention, ni notre représentation, mais notre vérification. La science bien qu'elle soit un travail personnel du savant finit par s'objectiver et s'universaliser dans la communauté scientifique.

L'objectivité ici veut dire que le chercheur peut rendre compte fidèlement de la nature des choses telles qu'elles sont sans en mêler sa subjectivité. La science prend ainsi le sens d'impartialité et de neutralité en ce qui concerne les idéologies partisans, des convictions personnelles et de la culture régnante dans les religions tout comme dans les politiques. La science est au-delà de toutes ses considérations. Dans la science classique, nous en sommes arrivés aux notions de sciences dures ou sciences exactes c'est-à-dire des sciences qui prévalaient la rigueur dans le raisonnement et la démonstration et dont les résultats devaient être obligatoirement attestés par l'expérience.

L'objectivité scientifique n'est jamais un acquis, elle est toujours en construction c'est à dire en lutte permanente contre les obstacles épistémologiques qui bloquent l'esprit et le maintien dans l'inertie. L'objectivité scientifique c'est une rectification d'erreurs, elle exige une rupture avec les évidences premières issues de l'immédiateté et de la connaissance sensible. Bachelard dit ainsi : « *l'esprit scientifique doit se former contre la nature, contre ce qui est en nous et hors de nous,*

---

<sup>139</sup> Id., *La formation de l'esprit scientifique*, p. 241.

*l'impulsion et l'instruction de la Nature [...] l'esprit scientifique doit se former en se réformant*  
»<sup>140</sup>.

L'objectivité scientifique combat la subjectivité liée à la sensibilité qui nous met dans les erreurs et les illusions contre lesquelles doit militer l'esprit pour sortir victorieux de cette guerre de soi contre soi en vue d'exprimer seulement l'objet étudié. La doctrine de l'objectivité encore appelé doctrine des erreurs normales dans la démarche scientifique soumet l'esprit, les instruments, à une catharsis intellectuelle. Il s'agit aussi pour le chercheur de soumettre ses productions scientifiques à la censure de la communauté scientifique.

---

<sup>140</sup> Gaston Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, chap. XII, Vrin, Paris, 1980, P. 240.

**TROISIEME PARTIE :**  
**ENJEUX EPISTEMOLOGIQUES DE LA PEDAGOGIE**  
**BACHELARDIENNE**

## INTRODUCTION PARTIELLE

L'épistémologie de Bachelard est une épistémologie ouverte qui appelle à un dépassement de l'ancienne au-delà de son caractère immuable, clos et hermétique. A cette pédagogie des vérités indépassable, Bachelard substitue une pédagogie flexible, ouverte où le dialogue et l'interdisciplinarité permettent aux savants de tous horizons de dialoguer, de quêter et d'enquêter sur le réel. Le nouvel esprit scientifique ne se limite pas ainsi à l'époque de Bachelard, il nous parle encore actuellement. Il importe donc pour tous les hommes de s'adonner à une éducation scientifique qui place la raison et non la foi au cœur de l'humanité, qui cultive les valeurs rationnelles d'objectivité dans leur comportement au quotidien. Pour réaliser un tel enjeu, l'école doit se charger de développer une pédagogie de la preuve, de lutter contre la mentalité mythique pour laisser émerger une mentalité critique. Seul l'esprit scientifique par une pédagogie du non et du contre peut permettre non seulement à l'humanité de se perfectionner davantage, mais à l'Afrique par la culture de l'esprit scientifique et de la rationalité technoscientifique de se mettre sur les rails du développement.

## **CHAPITRE VI : L'EDUCATION A L'ESPRIT SCIENTIFIQUE ET A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

Il est question d'établir les rapports que Bachelard établit entre la philosophie et la pédagogie. Comment la philosophie scientifique dégagée par Gaston Bachelard peut aider l'esprit à s'éduquer à la science ou à accéder à l'esprit scientifique moderne ? Bachelard apprend aux jeunes esprits qui veulent accéder à la science à commencer à se défaire de l'opinion car elle est pour lui le premier obstacle épistémologique à surmonter. Ce n'est donc, par une autoformation psychologique que l'homme peut parvenir à détruire individuellement et personnellement d'abord ses opinions ensuite celles reçues par la société.

### **I : L'éducation à l'esprit scientifique**

Il faut éduquer l'homme dans le sens du perfectionnement et de la perfectibilité. La quête de l'esprit scientifique est un préalable à cela. L'homme en tant qu'être doué de raison a donc le devoir scientifique d'éduquer cette raison en la psychanalysant et en posant comme critère de vérité tout ce qui peut être vérifiable scientifiquement.

#### **1- De la psychologie de la raison à la pédagogie de la raison**

Bachelard posait déjà dans *La formation de l'esprit scientifique*, la nécessité de l'esprit à se psychanalyser lorsqu'il va à la quête du savoir. Il s'agit pour Bachelard de psychanalyser la raison, car c'est elle qui est responsable de tous les errements, de toutes les inerties et les blocages que

Bachelard appelle « les obstacles épistémologiques ». Il est donc question de psychanalyser cette raison et l'éduquer, car la psychanalyse à elle seule ne suffit pas, il faut l'associer à une éducation et à une rééducation. Psychanalyser la raison signifie respectivement l'engager à une perspective rationaliste qui l'amène à renoncer aux croyances mythiques et mystiques non justifiées, aux opinions toutes faites en circulations dans la société, débarrasser l'esprit de tout ce qui lui empêche d'accéder au savoir, franchir les barrières épistémologiques qui font obstacle à la connaissance scientifique, se remettre profondément en question, renoncer à ses convictions les plus intimes, pour laisser place à la seule voie de la raison, à la culture des valeurs rationnelles. Dans *La poétique de l'espace*, Bachelard nous montre que la raison doit parfois dépasser des images familières pour privilégier la rationalité scientifique. Bien que cette raison soit souvent aidée par l'imagination. Pour Fabre Michel, Bachelard peut être considéré du point de vue pédagogique comme étant un éducateur. Raison pour laquelle il affirme :

*On a beaucoup épilogué autour de la question de l'unité ou des contradictions d'une pensée où l'image se voit à la source de création et obstacle au développement de la rationalité scientifique, mais où la raison est aussi aidée par l'imaginaire lorsqu'il faut s'ouvrir, dire « non » aux rationalités antérieures, devenir sur-rationalité... De toute évidence, Bachelard veut, à travers ces contradictions mêmes, enseigner quelque chose, qui concerne la créativité de l'esprit, la manière dont l'esprit découvre, redécouvre, crée, se réinvente en allant au-delà des schémas tracés. Apparaît alors un Bachelard habité, profondément, par un vouloir pédagogique – pédagogie de la raison, pédagogie de la découverte<sup>141</sup>.*

Après avoir psychanalysé l'esprit, il faut à présent éduquer la raison. Il faut éduquer la raison, et ce n'est que la pédagogie qui est à même de le faire. Cette exigence est relevée par Paul Ginestier, dans son ouvrage *Pour connaître Bachelard*, il y consacre tout un chapitre relatif à la pédagogie. Ainsi, il se pose la question de savoir : comment enseigner la science ? Le développement de la science ? Qu'est-ce qu'un maître ?

Bachelard en vient à poser l'hypothèse d'une psychologie de l'esprit scientifique qui s'assimilera à une méthodologie consciente. Dans ce cas, nous savons que la psychologie étudie non seulement le comportement mais également les structures et les procédés mentaux d'apprentissage des connaissances. Or, l'apprentissage appelle une méthodologie consciente d'elle

---

<sup>141</sup> Filloux Jean-Claude. Fabre (Michel). - *Bachelard éducateur*, in Revue française de pédagogie, volume 117, L'école et la question de l'immigration, 1996. pp. 158-162.

et des résultats qu'elle peut obtenir. Eduquer et instruire l'Homme à l'esprit scientifique nécessite une pédagogie particulière qui puisse s'inspirer de la psychologie. C'est ce qui justifie cette affirmation de Gaston Bachelard « *la véritable psychologie de l'esprit scientifique serait ainsi bien près d'être une psychologie normative, une pédagogie en rapport avec la connaissance usuelle* »<sup>142</sup>. La science ne se fait pas sans règles, ni principes, Bachelard en est bien conscient, c'est pourquoi en cherchant, le savant doit être prédisposé à remettre en question tous ses prérequis et ses pré-acquis pour rajeunir spirituellement. Pour cela, il a besoin d'une « *psychologie normative* » qui puisse le réglementer et le guider à chaque fois que celui-ci avance dans le domaine de la science, car il doit pouvoir franchir à chaque fois les obstacles épistémologiques qui l'empêchent d'accéder au savoir. Rompre avec l'opinion, les vieilles habitudes épaisses, les convictions les plus fondées, les certitudes les plus inavouées ; tel est l'exercice auquel doit se livrer le savant en proie à une pédagogie de la rupture.

L'essence de la psychologie de l'esprit scientifique se trouve dans la conjonction des lois objectives du monde et des lois subjectives de notre esprit puisque comme nous le montre Bachelard lui-même « *on saisira l'essence de la psychologie de l'esprit scientifique dans la réflexion par laquelle les lois découvertes dans l'expérience sont pensées sous forme de règles aptes à découvrir les faits nouveaux* »<sup>143</sup>. Cela veut dire tout simplement que toute théorie contemporaine nouvelle sur la réalité est consciente de ses limites et est souple dans sa constitution puisqu'elle a accepté les faits nouveaux, les aléas, les imprévus car il n'y a plus d'absolu ni de totalité dans la philosophie scientifique contemporaine. C'est dans le fait scientifique que se dégage la psychologie de l'esprit scientifique. Le nouvel esprit scientifique ne peut se comprendre qu'en le mettant en corrélation avec l'ancien. Michel Fabre nous résume ce qu'on entend en définitive de la psychanalyse de la Raison. Elle consiste à :

*Rectifier, réformer, construire et déconstruire, rompre et désapprendre, remanier des identifications, effectuer un travail contre les obstacles psychologiques, les connaissances antérieures, les rituels qui empêchent le point de rupture qui engendre toute connaissance*

---

<sup>142</sup> Gaston Bachelard, *Le nouvel esprit scientifique*, p. 105.

<sup>143</sup> *Ibid.*

*nouvelle. Psychanalyser la raison, dans l'optique bachelardienne, c'est mettre à jour cet inconscient cognitif qui défend l'esprit contre l'ouverture au nouveau*<sup>144</sup>.

Comme nous l'avons dit plus haut, la psychologie ou la psychanalyse de la raison nécessite inéluctablement une pédagogie de la raison. Lorsqu'on parle de pédagogie, cela nous fait penser à la formation d'un individu et à la relation que cet individu peut entretenir avec l'enseignant. Beaucoup de commentateurs à l'instar de Didier Gil dans son livre *Bachelard et la culture scientifique* ; Georges Jean dans *Bachelard, l'enfance et la pédagogie*, dégagent dans les écrits de Bachelard une pédagogie bien constituée. Ils appellent cette pédagogie basée sur la raison « le nouvel esprit pédagogique » car l'histoire des sciences est en définitive l'histoire de la pédagogie puisqu'à chaque période de cette histoire correspond une pédagogie particulière. Dans la pédagogie du nouvel esprit scientifique, Bachelard dégage la dialectique du maître et du disciple « *Conçue comme l'instrument même du progrès de l'esprit, où l'esprit, selon les termes même de Bachelard, est école, capable de s'instruire en instruisant.* »<sup>145</sup>.

Dans la pédagogie de la raison, il est question d'apprendre en désapprenant de nos savoirs antérieurs, il faut passer d'un rationalisme fermé et dogmatique à un rationalisme ouvert. C'est la raison qui va en guerre contre la raison elle-même. Dans la même logique, Bachelard nous apprend à délaisser la pédagogie simplificatrice cartésienne pour un non-cartésianisme pédagogique.

## **2- L'exigence d'une pédagogie de la preuve**

Bachelard appelle les esprits à la convergence, convergence du point de vue expérimental par la nécessité d'une vérification. La vérification est une preuve de la pertinence d'une pensée. Cela veut dire que le savoir ne doit pas rester purement théorique sans expérience dans l'enseignement des enfants ou des apprenants. On doit toujours associer aux jeunes esprits une preuve de ce qu'on avance. La pédagogie de la preuve combat ainsi l'esprit de superstitions, l'esprit de dogmatisme et de croyances aveugle. Elle nous amène à douter de tout ce qui ne peut être vérifié

---

<sup>144</sup> Filloux Jean-Claude. Fabre (Michel). - *Bachelard éducateur*. In : Revue française de pédagogie, volume 117, L'école et la question de l'immigration. 1996, p. 159.

<sup>145</sup> Filloux Jean-Claude. Fabre (Michel). - *Bachelard éducateur, op. Cit.*

du point de vue expérimental. Cette pédagogie disqualifie les savoirs qui n'utilisent pas une preuve de ce qu'elles avancent, elle les invalide car il est question de former les esprits à l'esprit critique. Et l'esprit critique n'est pas un esprit de croyance, c'est un esprit qui prouve et éprouve ce qu'il avance. Au cas où cela n'est pas possible de le faire il y'a suspension de jugement.

Parlant de la nécessité de fonder l'éducation sur des preuves concrètes et expérimentales Franck Ramus affirme :

*L'éducation fondée sur des preuves est un courant visant à fonder des pratiques éducatives sur des preuves (...) l'esprit est donc de promouvoir les pratiques éducatives basée sur des données factuelles (concernant leur efficacité), par opposition aux pratiques fondées sur de simples croyances ou sur des philosophies<sup>146</sup>.*

L'expérimentation ou la vérification est une nécessité dans le domaine de l'éducation. Cela pose le problème de nos universités qui ont une absence de laboratoire et dont les cours beaucoup plus théoriques sans pratique expérimentales. Descartes et Bachelard tout comme Franck Ramus critiquaient déjà les philosophies spéculatives et les métaphysiques intuitives. La philosophie nous dit Bachelard doit devenir scientifique c'est-à-dire basée sur les preuves expérimentales. Le maître en avançant des théories doit pouvoir voir dans la même perspective leurs implications sur le plan expérimental. Bachelard nous fait comprendre que la pédagogie de la preuve est la seule qui vaille pour la psychologie de l'esprit scientifique. Il dit à ce sujet :

*Le trajet est alors écourté qui va de la réalité expliquée à la pensée appliquée. C'est dans ce court trajet qu'on doit développer toute la pédagogie de la preuve, pédagogie qui est, comme nous l'indiquerons dans notre dernier chapitre, la seule psychologie possible de l'esprit scientifique<sup>147</sup>.*

Sans preuve un savoir manque de pertinence, de crédibilité et d'objectivité ; critères sur lesquels les esprits peuvent converger. Il est donc question pour savoir qui se veut scientifique de raisonner en expérimentant ou d'expérimenter en raisonnant. L'éducation a donc intérêt à appliquer une approche scientifique dans ses démarches.

## **1- Le dynamisme scientifique dans le domaine de l'enseignement : actualisation des**

---

<sup>146</sup> Franck Ramus, *vers une éducation fondée sur des preuves*, in Science blog, éducation, psychologie, science, actualisé le 1<sup>er</sup> novembre 2018, consulté le 25/11/2018 à 11h.

<sup>147</sup> Gaston Bachelard, *Le nouvel esprit scientifique*, P. 12.

## savoirs en milieu éducatif

La science est essentiellement dynamique dans sa démarche, ses principes tout comme dans ses résultats, pour cela l'esprit scientifique doit s'accommoder avec la vitesse des changements vertigineux observés de nos jours dans le domaine scientifique. L'enseignement doit donc également épouser cette contexture et cette ossature pour mieux s'arrimer à la marche de la science. Il faut donc que les enseignants sachent s'accommoder à l'évolution des savoirs afin de faire la philosophie de leur époque comme l'indiquait déjà Hegel et de poser également les problèmes de leur temps. Bachelard souligne pertinemment les difficultés rencontrées chez les chercheurs en ce sens :

*Un épistémologue irrévérencieux disait, il y'a quelque vingt-ans que les grands hommes sont utiles à la science dans la première moitié de leur vie, nuisible dans la seconde moitié. L'instinct formatif est si persistant chez certains hommes de pensée qu'on ne doit pas s'alarmer de cette boutade. Mais enfin l'instinct formatif finit par céder devant l'instinct conservatif. Il vient un temps où l'esprit aime mieux les réponses que les questions. Alors l'instinct conservatif domine, la croissance spirituelle s'arrête<sup>148</sup>.*

Bachelard combat ici la raison paresseuse qui ne veut plus questionner, chercher, s'interroger sur le monde, elle aime plutôt à conserver son savoir à se contenter de ce qu'il sait sans chercher à renouveler et à actualiser ses connaissances avec les nouvelles découvertes. Ce que Bachelard condamne ici, c'est l'esprit traditionaliste qui refuse de s'arrimer à la modernité, tel que nous le dit Molière dans *le malade imaginaire*

*Il est ferme dans la dispute, fort comme un turc sur ses principes, ne démord jamais de son opinion, et poursuit un raisonnement jusque dans les derniers recoins de la logique. Mais, sur toute chose, ce qui me plaît en lui, et en quoi il suit mon exemple, c'est qu'il s'attache aveuglement aux opinions de nos anciens, et que jamais il n'a voulu comprendre ni écouter les raisons et les expériences des prétendues découvertes de notre siècle touchant la circulation du sang, et autres opinions de même farine<sup>149</sup>.*

Tout cela fut le cas avec Albert Einstein qui refusa d'admettre l'indéterminisme et le hasard dans le monde microscopique car cela venait bouleverser les conceptions qu'il

---

<sup>148</sup> Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, p. 15.

<sup>149</sup> Molière, *Le malade imaginaire*, Œuvres complètes, éditions du Seuil, Paris, Acte II, scène V, p. 643. <sup>183</sup>  
<https://forums.futura-sciences.com/débats-scientifiques/710-science-objective.html> consulté le 09/11/2018 à 17:30.

s'était fait sur la nature de la réalité. C'est ce qu'a confirmé également Cécile le 06/03/2003, 11 :01 en répondant à la question « *la science est-elle objective ?* » Lors d'une discussion dans un forum :

*Je pense que si malgré l'honnêteté scientifique, je prends quelques exemples :  
-en archéologie les théories sur l'origine de l'homme ont été très influencées par les a priori culturels. En particulier, au début du 20<sup>ème</sup> siècle, il était choquant de penser que l'homme ait pu apparaître ailleurs qu'en Europe, dans des pays « arriérés ».*

*-Le rejet de la théorie de Wegener sur la dérive des continents, pendant plusieurs décennies, parce que Wegener n'était pas géologue.*

*-Le fameux « dieu ne joue pas aux dés » d'Einstein refusant certaines conclusions de la mécanique quantique parce qu'elles heurtaient ses convictions mystiques<sup>183</sup>.*

Il est question pour le chercheur et l'enseignant d'aujourd'hui de se mettre à l'école de la science et d'être à même de changer ses points de vue sur un sujet lorsque la science contredit une expérience première d'où cette déclaration de John Cotton Dana « *celui qui a la prétention d'enseigner ne doit jamais cesser d'apprendre* »<sup>150</sup>. L'actualisation de ses savoirs est une nécessité aujourd'hui pour les enseignants qui pour la plupart cessent de chercher et se contentent de leurs savoirs passés et dépassés. C'est cet esprit de paresse que doivent éradiquer les enseignants et c'est cela que critique Bachelard lorsqu'il relève que les grands savants sont nuisibles dans la seconde moitié de leur vie. Le savant ou l'enseignant est un éternel écolier qui apprend de tous. Bachelard affirme dans ce sens que

*L'acte d'enseigner ne se détache pas aussi facilement qu'on le croit de la conscience de savoir, et précisément quand il nous faudra assurer l'objectivité du savoir par un appui dans la psychologie d'intersubjectivité, nous verrons que le rationalisme enseignant réclame l'application d'un esprit sur un autre<sup>151</sup>.*

Enseigner dans la perspective bachelardienne, c'est enseigner l'autre en apprenant aussi de lui. C'est pourquoi Bachelard nous parle d'un « rationalisme enseignant et d'un rationalisme enseigné ». Ce texte nous apprend que le maître ne doit pas se considérer comme le dieu du savoir, détenteur de toute connaissance et qui n'a encore besoin de ne rien apprendre de qui que ce soit. Même auprès de ses disciples, un maître continu d'apprendre. Le maître ne représente

---

<sup>150</sup> John Cotton Dana cité par Laurence Meurant, Magaly Ghesquiere In, *Ecole et surdité. Une expérience d'enseignement bilingue et inclusif*, Paris, Presses universitaires de Namur, 2018, Chapitre III, p. 9.

<sup>151</sup> Gaston Bachelard, *Le rationalisme appliqué*, Paris, P.U.F, 3e édition, Collection : Bibliothèque de philosophie contemporaine, 1966, chap. II, p. 24.

pas la vérité absolue, il est aussi capable d'errer. Michel Fabre, commentant Bachelard pense qu'

*On comprend dès lors que la description que fait Bachelard de la dynamique de la « conscience de rationalité » dans la science contemporaine mette en avant le processus qui permet à la « cité scientifique » de poursuivre un travail d'ouverture rationaliste. L'image de cette cité comme une école, entendue comme un lieu où les rapports sociaux sont fondés sur une volonté de savoir ensemble les uns par les autres, vient alors sous sa plume. Le travail d'ouverture est inséparable d'un dialogue de maître qui apprend au disciple, de disciple qui apprend au maître, d'un rationalisme qui se vit dans ce dialogue. A l'appui de la lecture de Michel Fabre, je citerai un chapitre du livre *Le rationalisme intitulé « le rationalisme appliqué intitulé « le rationalisme enseignant et le rationalisme enseigné »*. Il y est dit, par exemple, que « l'homme adonné à la culture scientifique est un éternel écolier ». « Du fait même de la spécialisation nécessaire, la culture scientifique met sans cesse un véritable savant en situation d'écolier...En fait les savants vont à l'école les uns des autres » (p.23). Plus généralement, le passage d'un niveau de science à un autre s'effectue dans le cadre de processus divers d'instruction où interviennent les rapports de maître à disciple : une « philosophie dialoguée » est à la base de toute avancée de la connaissance.<sup>152</sup>*

Dans l'évolution des savoirs, doit aussi évoluer une nouvelle pédagogie, car chaque pédagogie est fille de son temps. Le rationalisme ne peut plus s'enfermer sur soi, les savoirs absolus ou immuables n'existent plus. Le philosophe-éclairé doit aussi désormais apprendre des éclairés. L'école est donc le lieu idoine où le maître peut apprendre de l'élève, où la philosophie dialoguée peut s'exercer, où le maître peut s'informer en se réformant, où les positions doivent s'affronter dialectiquement. Il y'a ainsi dans ce texte, une dialectique entre le maître et le disciple qui s'illustre à la manière de la dialectique hégélienne du maître et de l'esclave. Apprendre continuellement, renouveler ses savoirs en les actualisant, apprendre de soi-même et des autres, voilà en quoi Bachelard convie le savant ou l'enseignant d'aujourd'hui.

---

<sup>152</sup> Filloux Jean-Claude. Fabre (Michel). - *Bachelard éducateur*, op. Cit, p. 160.

## CHAPITRE VII : LA NECESSITE DE L'EDUCATION A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE EN AFRIQUE

### 1- La promotion de l'esprit critique

L'esprit critique est un esprit de remise en cause, d'examen, de doute qui consiste pour l'homme de science de ne rien accepter qui n'ait subit le libre examen de la raison. C'est un esprit qui lutte contre l'obscurantisme et le dogmatisme. L'esprit critique consiste à penser tout ce qui est considéré comme relevant du sacré, de la croyance ou des interdits. Concernant l'esprit critique Emmanuel Kant affirme :

*Notre siècle est le vrai siècle de la critique ; rien ne doit lui échapper. En vain, la religion avec sa sainteté, et la législation avec sa majesté, prétendent-elles s'y soustraire. Elles ne font par là qu'exciter contre elles-mêmes de juste soupçons, et elles perdent tout droit de cette sincère estime que la raison n'accorde qu'à ce qui subit son libre et public examen<sup>153</sup>.*

L'esprit critique nous enseigne d'aller en guerre contre nos propres opinions, de remettre en question les théories, les hypothèses et expériences, de chercher les preuves abstraites ou expérimentales de ce qu'on avance. Pasteur recommandait à ses disciples : « *N'avancez rien qui ne puisse être prouvé d'une façon simple et décisive, ayez le culte de l'esprit critique* ». Claude Bernard renchérit à Louis Pasteur lorsqu'il déclare :

*Le sceptique est celui qui ne croit pas en la science et qui croit en lui-même qui croit assez en lui pour oser nier la science (...) le douteur est le vrai Savant. Il ne doute que de lui-même et de ses interprétations ; mais il croit à la science<sup>154</sup>.*

---

<sup>153</sup> Emmanuel Kant, *Critique de la raison pure*, Paris, éditions du Seuil, 1962, p. 8.

<sup>154</sup> Claude Bernard, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, 2<sup>ème</sup> partie, Paris, Garnier-Flammarion, 1966, P. 114.

Promouvoir l'esprit critique signifie promouvoir la mentalité rationnelle et scientifique. Cette mentalité est celle qui doit prévaloir à l'envol de l'Afrique, c'est donc une catharsis dont a besoin l'Afrique pour ne plus tomber dans les explications de la mentalité magico-religieuse et superstitieuse.

## **2- L'esprit scientifique comme tremplin au développement scientifique des mentalités africaines**

L'esprit scientifique développe un ensemble de valeurs qui, non seulement émancipe l'homme de l'emprise de l'irrationalité mais en même temps lui permet de sortir de la caverne spirituelle. L'homme en Afrique noire a besoin d'être psychanalysé. Car il croit à la sorcellerie, au pouvoir du miracle et du surnaturel, aux « marabouts » mais ne croit pas à la science. Le retard multidimensionnel de l'homme Africains peut s'expliquer justement par un manque d'esprit scientifique non seulement dans la gestion des affaires publiques mais aussi dans son comportement quotidien. Ebénézer Njoh-Mouelle attire notre attention dans ce sens lorsqu'il affirme :

*Le spectacle le plus affligeant en situation de sous-développement c'est l'irrationalité dans le comportement de l'homme. A Douala, on meurt rarement de mort naturelle et la maladie elle-même ne nous vient point par microbe, par exemple ; c'est nécessairement le résultat de la malveillance d'une tierce personne. La crise cardiaque est un phénomène inacceptable ; on lui préfère l'explication par la foudre nocturne et occulte déchaînée par un oncle, un frère qu'on dit détenir le « pouvoir de la foudre ». Un épanchement de synovie ; c'est parce que vous aurez piétiné un « gris-gris » déposé sur votre chemin et spécialement pour vous qu'un beau jour vous avez eu mal au genou<sup>155</sup>.*

L'homme africain souffre ainsi nous dit Njoh Mouelle d'un manque de culture à la raison. Il est dominé par la mentalité superstitieuse. Tout phénomène aussi normal et naturel soit-il est attribué à une force occulte. La mort d'un proche est dans la plupart des cas toujours l'œuvre des sorciers ou des démons. Une maladie est toujours la manifestation des sorts lancés, c'est-à-dire des sortilèges. C'est ainsi que même de grands intellectuels et de grandes personnalités politiques recourent aux blindages protecteurs. L'homme africain se situe encore dans l'état théologique et métaphysique.

---

<sup>155</sup> Ebénézer Njoh Mouellè, *De la médiocrité à l'excellence. Essai sur la signification humaine du développement*, Yaoundé, éditions CLE, 1998, p. 30.

Il est donc important que la mentalité positiviste et scientifique s'implante dans nos pays pour voir naître et renaître un homme nouveau débarrassé de tous ses préjugés, de toutes ses croyances préscientifiques et antiscientifiques. L'émergence dont parle la plupart des pays africains doit aussi être une émergence des mentalités car aucun développement n'est possible si l'on a pas assaini et psychanalysé les mentalités. Au lieu donc de laisser proliférer les Eglises, l'Etat devrait plutôt encourager la création des écoles, la scolarisation et la formation scientifique des citoyens. Descartes ne disait-il pas qu' « *une nation est d'autant plus polie et civilisée que les hommes y philosophent mieux*<sup>156</sup>. » ? Nous pensons également qu'une nation est d'autant plus développée et avancée humainement selon le degré de scientificité auquel fait preuve sa population dans son comportement quotidien.

### **3-La rationalité technoscientifique comme préalable à l'envol de l'Afrique**

La promotion de l'esprit scientifique s'accompagne également de la promotion de la rationalité technoscientifique. Il est évident aujourd'hui pour tout le monde que le rapport de l'Afrique à la rationalité technoscientifique n'est pas satisfaisant. C'est cela qui justifie encore notre fossé culturel, économique, social tant déploré depuis l'aube des indépendances jusqu'aujourd'hui. Au cours des siècles passés et même encore aujourd'hui l'Afrique a été et continue d'être dominée sur tous les plans existentiels à savoir : la politique, l'économie, la culture et l'armée. L'Afrique vit une domination capitaliste liée au monde néolibéral qui tire sa survie et « *sa force physique supérieure (...) de la connaissance scientifique des éléments et des processus naturels, et de l'application de cette connaissance à l'activité militaire et productive* »<sup>157</sup>. L'Afrique souffre de plusieurs maux, c'est dire que le développement de la rationalité technoscientifique à laquelle Bachelard montre la nécessité est impératif pour nous africains, les laisser pour compte ou les damnés de la terre. La lutte contre le colonialisme et la servitude n'est en réalité que la quête de notre « *humanité perdue* », humanité qui ne peut se réaliser qu'avec la destruction du régime capitaliste qui assaille nos sociétés pour que survienne :

---

<sup>156</sup> René Descartes, Principes de la philosophie,

<sup>157</sup> Marcien Towa, *Idée d'une philosophie négro-africaine*, Editions CLE, Yaoundé, 1979, p. 52.

<sup>192</sup> Ibid, p. 54.

*Une Afrique prospère, puissante et autocentrée, une Afrique formant un centre autonome de besoins et d'aspirations, d'expression, de conception, de décision et de réalisation sur les plans politiques, économiques et culturels. Tel est le sens de la révolution qu'il s'agit d'opérer<sup>192</sup>.*

Pour Marcien Towa, la liberté et la libération de l'Afrique n'est conditionnée que par le fait que nous devons aussi :

*Maîtriser à notre tour la science et la technologie moderne pour disposer de la force de la matière, au lieu de nous en prendre au matérialisme de la civilisation industrielle sous prétexte que le nègre serait essentiellement religieux<sup>158</sup>.*

La rationalité technoscientifique est la seule voie capable de nous sortir de l'inertie du sous-développement à laquelle nous sommes depuis notre chute historique face à l'occident. Il est à noter aujourd'hui que l'Afrique est en voie d'une autre colonisation numérique des géants du WEB qu'on nomme souvent les GAFA<sup>159</sup> et les BATX<sup>160</sup> qui investissent massivement dans le numérique et engendrent de bénéfice énorme au dépend des Etats Africains. Si la technoscience peut permettre à l'Afrique de retrouver sa santé pourquoi ne pas devenir nous-mêmes des technoscientifiques. C'est pourquoi il est nécessaire qu'

*au lieu de sombrer dans la corruption pour pouvoir acquérir les produits industriels, au lieu de demander aux puissances industrielles assistants techniques, armes et instructeurs militaires pour massacrer nos peuples affamés (...) il est permis de penser qu'il serait plus spirituel de devenir nous-mêmes techniciens afin de produire nous-mêmes en abondance les biens matériels dont nous ne pouvons nous passer<sup>161</sup>.*

Notre santé spirituelle ne sera donc assurée que si nous nous mettons à l'école du savoir scientifique, car si nous voulons nous développer nos sociétés doivent être à l'image de notre école, l'école étant l'instance la plus haute et la plus objective de la rationalité. Une société qui a atteint un niveau d'intelligence élevé est donc capable de se mettre sur le chemin d'un développement véritable :

*En réalité le savoir et surtout le savoir de l'essentiel est plus intérieur et plus profond que la croyance. Celle-ci en effet n'est que l'introjection des volontés et des affirmations d'un autre (un grand homme, prophète, etc...) alors que le savoir est le résultat d'un examen*

---

<sup>158</sup> Ibid, p. 55.

<sup>159</sup> Google-Apple-Amazon- Facebook.

<sup>160</sup> Baidu-Alibaba-Tenzen-Xiaomi.

<sup>161</sup> Ibid., p. 56.

*actif et personnel des croyances ou des données extérieures. La science et la technique modernes ne peuvent être domestiquées que par les peuples dont au moins l'intelligentsia est parvenue à libérer totalement la pensée en la dégageant des entraves de la croyance*<sup>162</sup>.

C'est donc le rôle de l'intelligentsia africaine de favoriser l'implantation de la technoscience dans nos sociétés pour nous sortir de cette dépendance absolue à l'occident. La promotion de la pensée doit être l'hymne de la libération et la quête de la liberté africaine car c'est par la pensée qu'on crée, développe et impulse le changement et non par la croyance.

---

<sup>162</sup> *Ibid.*, p. 61.

## **CONCLUSION GENERALE**

La science est la plus haute production de l'esprit qui ne soit jamais arrivée à l'histoire de l'humanité. Elle est la seule discipline qui nous donne un savoir opératoire et fonctionnel qui améliore la qualité de vie des hommes. La recherche perpétuelle de la connaissance a amené l'homme à se modifier et à modifier considérablement son environnement pour permettre à son espèce de se poser et s'imposer considérablement sur cette planète terre et envisager d'en coloniser d'autres. Seul un esprit adéquat adapté à cette science pouvait être à même d'aboutir à ces résultats : c'est l'esprit scientifique. L'esprit scientifique qui se développe davantage à l'état positif avec Auguste Comte vient poser le savoir comme une forme de connaissance devant organiser les faits concrets éparpillés et divers, devant lier les phénomènes et en dégager des lois et des théories. L'esprit positif se pose en s'imposant contre l'esprit théologique et l'esprit métaphysique adepte du recours aux entités abstraites et divines pour expliquer les phénomènes qui étaient pourtant naturels.

Bachelard fera exactement la même critique en faisant de façon plus précise un découpage historique de l'évolution de l'esprit scientifique dans la civilisation humaine. Il parle de l'état préscientifique qu'il fait correspondre de l'antiquité à la période du XVIII<sup>ème</sup> siècle à l'état scientifique qui correspond au début du XIX<sup>ème</sup> siècle jusqu'en 1905 date à laquelle prend l'envol du Nouvel esprit scientifique avec la théorie de la relativité d'Albert Einstein. L'histoire des sciences est enfin de compte l'histoire de la pédagogie des sciences. Comment penser qu'on peut détacher la pédagogie qui fonde même la démarche scientifique de la science elle-même ?

Chaque période scientifique correspond à une pédagogie qui lui est propre. L'antiquité et la période moderne ont développé une pédagogie axée sur l'immutabilité des vérités scientifiques. La raison était alors fermée sur elle-même au point de ne pas laisser une possibilité d'ouverture, de mobilité et de souplesse de ses schèmes et de ses cadres.

Bachelard va ainsi mener une critique acerbe de l'épistémologie classique. Il lui reproche d'avoir fait de la science le lieu par excellence de la stagnation où la vérité est inchangeable, immuable et éternelle. Bachelard critique également la pédagogie liée à cette conception car il sait très bien que les vérités d'aujourd'hui peuvent être des erreurs de demain. Il faut donc garder la possibilité pour la science d'évoluer et d'être dynamique. C'est pourquoi il est pour une pédagogie qui puisse épouser la contexture dynamique et évolutive de la science. La pédagogie dont il est question est une pédagogie critique qui remet en question les différentes méthodes intuitives et inductives liées à la démarche scientifique. La science se veut être le produit d'une démarche

rationnelle et expérimentale, d'un ensemble d'obstacles épistémologiques surmontés, dépassés et rectifier par des expériences nouvelles.

Le nouvel esprit scientifique met l'accent sur l'ouverture de la raison, sur la mobilité de la raison et sa souplesse eu égard la complexité de la philosophie scientifique. La philosophie du non en est une illustration. La négation dont il est question ici ne signifie pas contradiction des systèmes antérieurs mais plutôt c'est un enveloppement des systèmes antérieurs pour les compléter et les rectifier. On peut donc avoir une géométrie non-euclidienne, un non-kantisme et une épistémologie non-cartésienne. C'est donc une sorte d'éducation négative qu'on donne à l'esprit non pour infirmer les théories antécédentes mais pour montrer leur restriction et derechef les compléter.

Dans le nouvel esprit scientifique, il y'a une nouveauté radicale de la science contemporaine car la rupture épistémologique qui s'effectue avec l'ancien esprit scientifique nous plonge dans la complexité de la nouvelle philosophie qui désormais s'est mis au cœur et au centre de la science avec des problématiques (elle-même complexes) liées à la matière qui est l'énergie et l'énergie qui est de la matière, de la complémentarité onde-corpuscule, du déterminisme et de l'indéterminisme. Dans ces problématiques, il est question pour Bachelard de donner à la philosophie la place qu'elle mérite car pour résoudre les questionnements scientifiques il faut également aussi une philosophie scientifique de la complexité. Il dit dans ce sens :

*Chaque hypothèse, chaque problème, chaque expérience, chaque équation (bref chaque science) réclameraient sa philosophie. On devrait (donc) fonder une philosophie du détail épistémologique, une philosophie différentielle<sup>163</sup>*

C'est pour cette raison qu'on parle de la philosophie des sciences, chaque science ayant une philosophie qui lui est propre relative à ses problèmes, ses concepts et ses méthodes. Cette conception est en opposition avec la philosophie totalitaire et unitaire basée sur la raison absolue. La philosophie dont il est question est une philosophie pluraliste ouvert aux différents faits scientifiques dont la complexité se révèle lorsqu'on descend dans l'infiniment petit ou lorsqu'on remonte dans l'infiniment grand.

Pour relever cet immense défi, la nécessité de l'interdisciplinarité s'impose. Le nouvel esprit scientifique est désormais un esprit pluridisciplinaire parce que la science se fait désormais dans un esprit de coopération, de dialogue entre l'expérience et la raison entre l'objet et le sujet.

---

<sup>163</sup> Gaston Bachelard, *La Philosophie du non*, p. 14.

La pédagogie de l'autosuffisance, de la simplification, ou de la disciplinarité close semble être révolu dans la science contemporaine.

La pédagogie bachelardienne est axée sur la formation de l'esprit à la science, il s'agit d'éduquer les hommes à la science en luttant contre toutes les pesanteurs sociologiques et culturelles liées à notre esprit qui peuvent nous maintenir dans une léthargie et un obscurantisme intellectuelle. C'est pourquoi Bachelard pense qu'il faut d'abord détruire l'opinion qui est à son avis le premier obstacle épistémologique. Il préconise donc d'éduquer la raison en quittant du domaine de la psychologie à celui de la pédagogie.

Bachelard promeut aussi une pédagogie de la preuve qui est à la base de tout savoir qui se veut scientifique. D'ailleurs, comme il nous le dit, la science n'est pas notre représentation, ni notre convention, mais notre vérification. Dans *l'engagement rationaliste* Bachelard parle des travailleurs de la preuve qui constituent la cité scientifique. Il s'agit donc pour le pédagogue de lutter contre toute science spéculative qui ne fait pas référence à l'expérimentation ou contre toutes croyances superstitieuses qui ne sont pas justifiées et prouvées.

Dans la cité-école qui est le lieu par excellence de la recherche scientifique, le pédagogue doit chaque fois actualiser son savoir, apprendre de ses élèves, le maître doit apprendre de son disciple, il doit toujours articuler ses savoirs dans la logique qui est celle du renouvellement, du dynamisme et d'un apprentissage illimité. Ainsi donc, le pédagogue est un éternel écolier. Le nouvel esprit pédagogique doit épouser également la contexture de la science contemporaine. Michel Fabre dit :

*On comprend dès lors la description que fait Bachelard de la dynamique de la « conscience de rationalité » dans la science contemporaine mette en avant le processus qui permet à « la cité scientifique » de poursuivre un travail d'ouverture rationaliste. L'image de cette cité comme une école, entendue comme un lieu où les rapports sociaux sont fondés sur une volonté de savoir ensemble et les uns par les autres, vient alors sous sa plume. Le travail d'ouverture est inséparable d'un dialogue de maître qui apprend au disciple, de disciple qui apprend au maître, d'un rationalisme qui se vit dans ce dialogue. A l'appui de la lecture de Michel Fabre, je citerai un chapitre du livre **Le rationalisme appliqué** intitulé « le rationalisme enseignant et le rationalisme enseigné ». Il y est dit, par exemple, que « l'homme adonné à la culture scientifique est un éternel écolier ». « Du fait même de la spécialisation nécessaire, la culture scientifique met sans cesse un véritable savant en situation d'écolier...En fait les savants vont à l'école les uns des autres » (p. 23). Plus généralement, le passage d'un niveau de science à un autre s'effectue dans le cadre de processus divers d'**instruction** où interviennent les rapports*

*de maître à disciple : une « philosophie dialoguée » est à la base de toute avancée de la connaissance*<sup>164</sup>.

Michel Fabre nous plonge au cœur de la dialectique entre enseignant et enseigné, maître et disciple. Il est question ici de faire preuve de beaucoup d'humilité lorsqu'on ne sait pas, l'enseignant doit être ouvert au dialogue, être capable d'apprendre des autres par le dialogue. On revoit là la démarche socratique de l'apprentissage, démarche qui consistait à aller auprès des plus savants pour s'instruire. On revoit encore là l'approche par les compétences qui laisse place à la philosophie dialoguée contrairement à l'ancienne philosophie du magister dixit. L'enseignant doit toujours être dans une quête sans fin du savoir. Telle est la devise à laquelle nous convie Bachelard.

L'école dans la perspective du « nouvel esprit pédagogique » doit nous apprendre non pas seulement les contenus mais beaucoup plus à apprendre à poser les problèmes. Il ne s'agit donc pas de donner des réponses toutes faites aux enfants, mais leur apprendre l'esprit critique qui puisse leur permettre de poser d'eux-mêmes les problèmes essentiels.

*C'est pourquoi, nous dit Michel Fabre, le « nouvel esprit pédagogique » implique que le problème du maître en science n'est pas seulement dans l'apprendre du contenu, mais dans l'apprentissage de la façon dont sont construits des problèmes, dont se sont posées des questions, dont des erreurs ont été rectifiées. Les connaissances ne valent, ne sont vraiment instructives que rapportées aux problèmes, dont elles constituent les réponses, insérées dans un corps de savoir et replacées enfin dans un itinéraire intellectuel dont elles retracent les étapes (Fabre évoque dans une note les mots sévères de Bachelard à l'égard de certains manuels, écrits « contre des élèves de treize ans », qui ne savent qu'imposer sans expliquer... il faut apprendre aux élèves à « travailler avec et contre les livres »)*<sup>165</sup>.

Dans cette citation Bachelard montre qu'il faut rapporter les problèmes scientifiques au contexte d'émergence de la pensée, aux erreurs qui ont été rectifiés pour que l'élève puisse comprendre l'évolution de la pensée. Il ne faut plus fournir des réponses aux élèves mais il faut leur apprendre à travailler par eux-mêmes avec et contre les livres. C'est donc une pédagogie du travail à laquelle nous convie Bachelard, la raison doit apprendre en travaillant contrairement à la raison paresseuse qui dort sur ses souliers et ses diplômes.

---

<sup>164</sup> Filloux Jean-Claude. Fabre (Michel), *id.*, *op.cit.*

<sup>165</sup> *Ibid*, p. 160.

L'école donc est le lieu d'expression par excellence de la rationalité qui est chargé de donner sens à la société. C'est le lieu intelligible qui doit guider le monde sensible. C'est une pédagogie du « non » ou du « contre » qui doit guider l'enseignant et l'enseigné.

*Si donc la pédagogie est « travail sur l'erreur », s'il s'agit de « faire découvrir », de déclencher un élan formatif, à l'école et en l'école, si la tâche éducative est précisément une tâche de formation à la rationalité, mais aussi quelque chose qui est de l'ordre de la « culture », l'école ne s'aurait être, commente Michel Fabre, le simple prolongement du sens commun social. Enseigner, c'est résister, aller à contre sens. Ce n'est pas à l'école de singer la société, l'école doit être plutôt ce lieu où la culture n'est pas faite sociologique mais valeur d'ouverture. Loin que l'école soit faite pour la société, c'est la société qui est faite pour l'école, pour une école continuée : tels sont les derniers mots, d'intention très polémique (puisque leur formulation renverse la thèse opposée...) de la formation de l'esprit scientifique.*

*En inversant radicalement le sens des relations école/société, commente Michel Fabre, « Bachelard nous délivre de nos obsessions adaptatrices... L'école se caractérise comme formation, déformation et de réforme ». Et ainsi, « faire de l'institution école l'incarnation de la raison : cette école qui est en nous et nous rend capable de formation », est au centre du message bachelardien<sup>166</sup>.*

L'école est le lieu paradigmatique de résolution des crises sociales, c'est le laboratoire de la pensée dans lequel l'homme doit accueillir et acquérir l'esprit critique, base de l'esprit scientifique. L'école a donc pour rôle de former l'individu, en le déformant, et en le réformant. C'est l'institution la plus haute de l'incarnation de la raison. C'est le lieu où l'on acquiert son humanité à travers les valeurs rationnelles auxquelles nous soumet l'esprit scientifique. L'école est le modèle de la rationalité qui incarne la raison critique différente de la raison dogmatique.

Nous constatons donc que l'Afrique doit s'appropriier de cet esprit critique, car l'esprit scientifique est la base de tout développement. Le premier degré du développement est le développement des mentalités de nos populations qui doivent renoncer aux croyances superstitieuses, mystiques et mythique de la mentalité magico-religieuse.

Un tel renoncement pose les bases d'un envol superstructurel et infrastructurel de l'Afrique avec l'appropriation de la rationalité technoscientifique gage de tout développement durable. La civilisation industrielle doit devenir l'apanage des africains et la quête de l'esprit scientifique est un préalable à cela.

---

<sup>166</sup> *Ibid*, p. 161.

## BIBLIOGRAPHIE

### OUVRAGES DE L'AUTEUR

Bachelard, Gaston, *La formation de l'esprit scientifique*, 11<sup>e</sup> édition, Vrin, Paris, 1980.

*Le nouvel esprit scientifique*, P.U.F, 10<sup>e</sup> édition, Paris, 1968, Collection : Nouvelle encyclopédie philosophique, document version numérique par Jean-Marie Tremblay, classique des sciences sociales.

*La philosophie du non, essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*, P.U.F., quatrième édition, Paris, Un document produit en version numérique par Daniel Boulognon, bénévole, professeur de philosophie en France, 1966.

*Le rationalisme appliqué*, P.U.F., Paris, 3<sup>e</sup> édition, Collection : Bibliothèque de philosophie contemporaine, 1966.

### OUVRAGES SUR L'AUTEUR

Gil Didier, *Bachelard et la culture scientifique*, Paris, P.U.F, 1993.

Ginestier, Paul, *Pour connaître la pensée de Bachelard*, Bordas, 3<sup>e</sup> édition, Paris, 1987.

### ARTICLES SUR L'AUTEUR

Filloux Jean-Claude. Fabre (Michel). - *Bachelard éducateur*. In : Revue française de pédagogie, volume 117, L'école et la question de l'immigration, 1996.

### OUVRAGES GENERAUX

Aristote, *Seconds Analytiques*, Trad. J. Tricot, Ed. Vrin, 1979.

Chalmers, Alan, *Qu'est-ce que la science ? La découverte*, Paris, 1987.

Claude Bernard, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Garnier-Flammarion, Paris 1966.

Clarke, Robert, *Les nouvelles énigmes de l'univers, science, histoire et société*, collection dirigée par Dominique Lecourt, P.U.F, 2<sup>e</sup> édition, Paris, 1999.

Comte, Auguste, *Cours de philosophie positive*, librairie Larousse, Paris, document version numérique par Jean-Marie Tremblay, collection classique des sciences sociales, site web : <http://www.uqac.quebec.ca/zone30/Classique> des sciences sociales, 1936.

Descartes, René, *Discours de la méthode*, Editions Fernand Nathan, 1981.

Descartes, René, *Méditations métaphysiques*, édition électronique, Paris, Décembre 2010.

Gonseth, Ferdinand, *Les fondements des mathématiques*, Blanchard, Paris, 1926.

Grawitz, Madeleine, *Méthodes des sciences sociales*, Paris, Dalloz, 2001.

Hegel, Georg Wilhelm Friedrich, *Introduction à la philosophie de l'histoire – La raison dans l'histoire*, traduction Kostas Papaioannou, Plon, Paris, 1965.

Kant, Emmanuel, *Critique de la raison pure*, Garnier Flammarion, 1976.

Kant, Emmanuel, *Qu'est-ce que les lumières ?*, version numérique tirée du site <http://www.quellehistoire.com>.

Magaly Ghesquiere, Laurence Meurant, In, *Ecole et surdité. Une expérience d'enseignement bilingue et inclusif*, Presse Universitaire de Namur, Paris, 1996.

Molière, *Malade imaginaire*, Paris,  ditions du Seuil, 1962.

Morin, Edgar, *La méthode, tome III, la connaissance de la connaissance*, introduction générale, Editions du Seuil, 1986.

Njoh Mouell , Ebénézer, *De la médiocrité à l'excellence. Essai sur la signification humaine du développement*,  ditions CLE, Yaoundé, 1998.

Ramus, Franck, *vers une éducation fondée sur des preuves*, in Science blog, éducation, psychologie, science, actualisé le 1<sup>er</sup> novembre 2018, consulté le 25/11/2018   11h.

Towa, Marcien, *Essai sur la problématique philosophique dans l'Afrique actuelle*, Editions CLE, Yaoundé, 1971.

Towa, Marcien, *Idée d'une philosophie négro-africaine*, Editions CLE, Yaoundé, 1979.

## ARTICLES GÉNÉRAUX

Rosler, Damian, « un aperçu de la philosophie de Ferdinand gonseth », 22 mars 2015.

Stern, David, *La chute des corps*, in <https://www-sprof.gsfc.nasa.gov/Stargaze/Fall.html>, publié 12.13.2001 consulté le 13/11/2018 à 23 :03.

Vanhoutte, Maurice, in « La méthode intuitive dans les dialogues de la maturité de Platon », revue philosophique de Louvain, 1949.

## **COURS SUR L'ÉPISTEMOLOGIE**

Manga Bihina, Antoine, cours de licence 1, *L'épistémologie : statut et centre d'intérêt* dispensé le 30/04/2014.

Nga Ateba, Alice, *Cours d'épistémologie*, 2<sup>e</sup> année, Université de Yaoundé I, 2015.

Sagaut, Pierre, *Introduction à la pensée scientifique moderne*, Cours de culture générale, Licence, version numérique, université pierre et marie curie, Paris, <http://www.lmm.jussieu.fr/~sagaut>, 2008-2009.

## **MEMOIRES**

Messina Marceline, *jeu et enjeux de la méthode cartésienne : une lecture du Discours de la méthode de René Descartes*, mémoire présenté et soutenu en vue de l'obtention du diplôme de maîtrise en philosophie sous la direction du Dr. Ayissi Lucien, 2002.

Nga Ateba, Alice, le statut de l'épistémologie dans le nouvel esprit scientifique de Gaston Bachelard, mémoire présenté en vue de l'obtention de la maîtrise en philosophie, sous la direction de M. Manga Antoine Bihina, 1988.

## **ENCYCLOPEDIE**

Wikipédia.

Encyclopédie Universalis

Encyclopédie Larousse, version numérique, in [http://www.larousse.fr/encyclopédie/personnage/Gaston\\_Bachelard](http://www.larousse.fr/encyclopédie/personnage/Gaston_Bachelard)

## **USUELS**

Lalande, André, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, version numérique, VI<sup>ème</sup> édition, volume 2, Quadrige/P.U. F, 1988.

Russ, Jacqueline, *philosophie, les auteurs, les œuvres*, Paris, Bordas, 2007.

## SITOGRAPHIE

<https://forums.futura-sciences.com/débats-scientifiques/710-science-objective.html> consulté le 09/11/2018 à 17:30.

<http://www.ledifice.net/6022-3.html> consulté le 07/11/2018 à 21:11

## TABLE DES MATIERES

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>i</b>
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>ii</b>
<b>RESUME</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	<b>1</b>
<b>PREMIERE PARTIE :</b> .....	<b>13</b>
<b>LES CRITIQUES ADRESSEES PAR BACHELARD A SES PREDECESSEURS</b> .....	<b>13</b>
<b>INTRODUCTION PARTIELLE</b> .....	<b>14</b>
<b>CHAPITRE I : LES CRITIQUES CONCERNANT LEUR EPISTEMOLOGIE</b> .....	<b>15</b>
<b>I- La critique de la conception classique de la réalité : une pédagogie des vérités immuables, absolues et nécessaires.</b> .....	<b>15</b>
<b>1- Aristote : La totalisation et la généralisation de la réalité</b> .....	<b>16</b>
<b>2- La généralisation dans la conception galiléenne et newtonienne de la réalité</b> .....	<b>17</b>
<b>II- La critique de la méthode dans les sciences classiques</b> .....	<b>19</b>
<b>1- La méthode intuitive</b> .....	<b>19</b>
<b>2- La méthode inductive</b> .....	<b>20</b>
<b>III- L'EPISTEMOLOGIE CLASSIQUE : UNE EPISTEMOLOGIE CLOSE ET UNITAIRE</b>	<b>22</b>
<b>1- L'unité et l'immutabilité de la géométrie euclidienne de l'architecture de la raison dans la philosophie kantienne.</b> .....	<b>23</b>
<b>2- LA SEPARATION ENTRE SCIENCE ET PHILOSOPHIE</b> .....	<b>25</b>
<b>CHAPITRE II : LA NATURE DE LA SCIENCE CLASSIQUE</b> .....	<b>27</b>
<b>1- L'idée de simultanéité : le problème de l'espace et le temps</b> .....	<b>28</b>
<b>1- La notion de masse : la masse est fonction de la vitesse</b> .....	<b>30</b>
<b>2- La vitesse de la lumière</b> .....	<b>33</b>
<b>II- Le rôle des mathématiques dans la science</b> .....	<b>37</b>
<b>1- La physique mathématique</b> .....	<b>37</b>
<b>2- Ferdinand Gonseth et les mathématiques.</b> .....	<b>41</b>
<b>CONCLUSION PARTIELLE</b> .....	<b>44</b>
<b>DEUXIEME PARTIE :</b> .....	<b>45</b>
<b>L'EPISTEMOLOGIE CONTEMPORAINE AVEC LE NOUVEL ESPRIT SCIENTIFIQUE</b> .....	<b>45</b>

<b>INTRODUCTION PARTIELLE.....</b>	<b>46</b>
<b>CHAPITRE I : LA RUPTURE EPISTEMOLOGIQUE : JEU DIALECTIQUE DE LA RAISON .47</b>	
<b>I- La naissance de la philosophie du non.....</b>	<b>47</b>
1- La naissance de la géométrie non-euclidienne .....	48
2- La naissance du non-kantisme .....	50
3- Une épistémologie non-cartésienne .....	53
<b>II- La notion obstacle épistémologique .....</b>	<b>59</b>
1- Les obstacles internes à l'esprit (obstacles psychologiques) .....	61
2- Les obstacles pédagogiques .....	62
<b>CHAPITRE II : LE CARACTERE REVOLUTIONNAIRE DE LA SCIENCE</b>	
<b>CONTEMPORAINE .....</b>	<b>63</b>
<b>I - La nouveauté de la microphysique .....</b>	<b>64</b>
2- Les ondes et les corpuscules : le problème de la dualité onde-corpuscule .....	67
3- Le déterminisme et l'indéterminisme : le problème de la causalité et la probabilité.....	76
<b>CHAPITRE III : LE MARIAGE OU L'ALLIANCE ENTRE PHILOSOPHIE ET SCIENCE .....</b>	<b>96</b>
<b>I- De la nécessité d'une interdisciplinarité .....</b>	<b>97</b>
1- La coopération ou le dialogue entre philosophie et science .....	97
2- La relation objectivité-subjectivité dans le développement de la science .....	99
<b>TROISIEME PARTIE : .....</b>	<b>104</b>
<b>ENJEUX EPISTEMOLOGIQUES DE LA PEDAGOGIE BACHELARDIENNE .....</b>	<b>104</b>
<b>INTRODUCTION PARTIELLE.....</b>	<b>105</b>
<b>CHAPITRE I : L'EDUCATION A L'ESPRIT SCIENTIFIQUE ET A LA RECHERCHE</b>	
<b>SCIENTIFIQUE .....</b>	<b>106</b>
<b>I : L'éducation à l'esprit scientifique .....</b>	<b>106</b>
1- De la psychologie de la raison a la pédagogie de la raison .....	106
2- L'exigence d'une pédagogie de la preuve .....	109
1- Le dynamisme scientifique dans le domaine de l'enseignement : actualisation des savoirs en milieu éducatif .....	110
<b>CHAPITRE II : LA NECESSITE DE L'EDUCATION A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE EN</b>	
<b>AFRIQUE .....</b>	<b>114</b>
1- La promotion de l'esprit critique .....	114
2- L'esprit scientifique comme tremplin au développement scientifique des mentalités africaines .....	115
3- La rationalité technoscientifique comme préalable à l'envol de l'Afrique .....	116

<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>119</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>126</b>
<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>129</b>