

Unité et Science | Grégoire Gindrey, Alizée Weber, Caroline Ciric, Alexander Régent, Marie de Azevedo et Pierre Hirschler.

Traduction française de Alizée Weber – Access the English Version [here](#)

Existe-t-il quelque chose de plus fascinant pour les physiciens qu'une théorie du tout, capable de rassembler les différents modèles actuellement utilisés en physique afin de créer un seul et même système unifiant relativité et mécanique quantique ? Si physiciens sont en effet à la recherche d'une théorie permettant d'unifier toutes les lois de la nature, cette unité n'est pas et ne doit pas être toutefois le but ultime de la science; elle ne peut en effet se montrer bénéfique que si ses limites sont bien prises en compte et qu'elle n'est jamais considérée que comme une sorte de cadre ou d'horizon de travail, recueillant les découvertes qui en découlent sans jamais en altérer son aspect unificateur.

La recherche d'une telle théorie se révèle être problématique. Tout d'abord, les modèles utilisés à l'heure actuelle ne sont pas unifiés pour la simple et bonne raison qu'ils se contredisent entre eux. Le fonctionnement de la gravité diffère, par exemple, selon qu'il est appliqué dans le référentiel de Newton, dans le cadre de la relativité générale d'Einstein, ou encore dans le cadre de la physique quantique. Si même les interactions de base ne sont pas cohérentes et unifiées, alors l'on peut se demander pourquoi les scientifiques continueraient d'espérer unifier des entités encore plus complexes. D'autant qu'il est important de remarquer qu'aucun de ces modèles n'est plus valable que les autres. Il ne s'agit là que de modèles et non de réalité. Ainsi, rejeter le modèle de Newton et lui préférer celui d'Einstein sous prétexte que l'un produit des résultats erronés ou imprécis dans le référentiel de l'autre reviendrait à commettre une grossière erreur. Ce qu'il est nécessaire de comprendre est qu'il n'existe rien dans ces modèles qui puisse nous pousser à penser qu'ils peuvent être unifiés de quelque manière que ce soit. Les physiciens ne dérivent pas cette idée d'Unité de leurs théories mais s'efforcent plutôt de faire coïncider leurs théories avec cette idée. Ceci soulève en fait un problème logique et ontologique fondamental ; l'Unité est-elle nécessaire à la science pour décrire la nature ? Pourquoi désirer à ce point unifier les différents modèles utilisés en science ? Ne sont-ils pas tout aussi valides sans ce concept d'Unité ? Malgré cela, de nombreux scientifiques poursuivent cette quête de la « théorie du tout », ce qui soulève alors un problème d'ordre psychologique et épistémologique. D'où provient cette fascination ? Aurait-elle un quelconque effet bénéfique sur la science ?

La recherche de l'Unité et d'une « théorie du tout » va à l'encontre de la *Logique Transcendantale* de Kant. En effet, si l'Unité n'est qu'une des catégories de l'entendement, un outil, hors de portée et transcendant dans sa plus profonde essence, comment pourrait-elle également être l'objet d'un savoir ? Et si l'Unité se trouve en effet hors de la portée des scientifiques, pourquoi s'efforcent-ils en vain d'unifier la nature ? Des philosophes tels qu'Etienne Klein ou encore Gaston Bachelard ont permis, à travers leurs écrits, de mieux comprendre cette quête à première vue paradoxale ainsi que les autres obstacles en jeu, obstacles que Bachelard nomme *épistémologiques* et pour lesquels il propose une psychanalyse, en étudiant leurs causes psychologiques en évaluant leurs bénéfices éventuels pour la recherche scientifique. Ce dernier démontre ainsi que, bien que hors de portée, le concept d'Unité se révèle être un moteur majeur pour la science car il stimule la curiosité des scientifiques. L'Unité produit des théories qui elles-mêmes, une fois réfutées, génèrent un progrès scientifique et approfondissent la compréhension que l'homme a du monde qui l'entoure.

Comme mentionné précédemment, il est tout d'abord crucial de bien comprendre qu'aucun modèle ou théorie n'est supérieur à un autre modèle ou à une autre théorie. La Relativité Générale d'Einstein ne démontre pas l'inexactitude des théories de Newton mais en expose plutôt les limites,

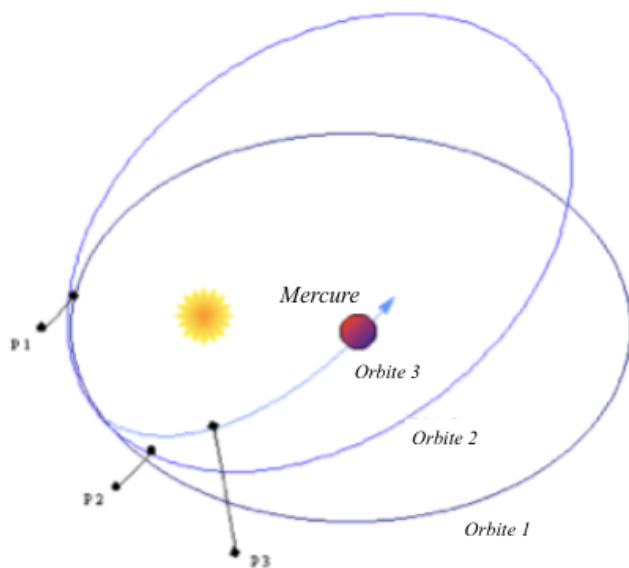
lui associant ainsi le cadre de référence qui lui convient. Newton peut bien ne pas travailler à l'échelle cosmologique, mais ses travaux permettent cependant d'interpréter avec autant de validité que la Relativité Générale d'Einstein les interactions présentes à la surface de la Terre. L'Unité semble difficile à atteindre dans la mesure où nous utilisons tant de modèles qui peuvent parfois être opposés. Prenons le référentiel utilisé par Newton pour construire son modèle gravitationnel, connu désormais sous le nom de physique classique. À ses débuts, la science s'intéresse à des phénomènes de la vie courante : un lâcher de poids, la trajectoire de boules en mouvement, etc., afin de comprendre la nature. Newton a permis de résumer toutes ces observations en quelques équations mathématiques, établissant ainsi les bases de la physique classique. La mécanique Newtonienne, aussi connue sous le nom de mécanique classique, est utilisée dans ce que l'on nomme communément le référentiel Galiléen, ou inertiel. Dans ce référentiel, l'espace est décrit comme homogène, ce qui signifie que l'espace est le même partout et dans toutes les directions et il est totalement indépendant du temps.

Newton fonde ses travaux sur le fait qu'il suffit de connaître les coordonnées et les vitesses de plusieurs objets à un instant donné (appelé « instant initial »), et de ce fait leurs accélérations instantanées, pour calculer leurs positions et leurs vitesses à n'importe quel autre instant. Des équations supplémentaires étaient cependant nécessaires et furent ajoutées avec succès grâce aux travaux du physicien écossais James Clerk Maxwell plus d'un siècle plus tard, après avoir élargi le référentiel de la physique classique pour y inclure les forces magnétiques et électriques. Ce principe selon lequel tout événement possède une cause spécifique est appelé déterminisme scientifique. Pour Pierre-Simon Laplace dans son ouvrage *Essai philosophique sur les probabilités*, ce déterminisme peut être comparé à un démon, ou génie, une intelligence supérieure qui connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent : rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir, comme le passé, seraient présents à ses yeux. Les travaux de Newton permettent également de penser la réversibilité, loi énonçant que tout objet peut, après avoir subi à nouveau toutes les forces s'exerçant sur lui, mais dans le sens inverse, retourner à la position exacte qu'il occupait lors de l'instant initial et même durant les instants précédents. Ainsi, avec de telles équations il semblait possible de déterminer le passé et le futur de tous les objets à condition d'avoir une connaissance exhaustive de leur présent.

Une fois les équations de Newton établies, il fût admis que tout objet se déplace, mais la question reste de savoir dans quel référentiel ce mouvement est observable. La réponse la plus évidente semble être l'espace. Mais qu'est-ce que l'espace ? Dans son ouvrage *Principia Mathematica*, Newton affirme que l'espace est « une entité absolue et immuable qui confère à l'univers sa structure rigide et inaltérable. » Ceci signifie que dans le référentiel mentionné précédemment, l'espace est homogène et isotrope. À une échelle macroscopique, échelle à laquelle les choses sont visibles à l'œil nu, les lois de la gravité et du mouvement de Newton permettent donc de décrire avec précision la trajectoire d'une balle tirée avec un pistolet.

Cependant, si nous voulions considérer la trajectoire d'une balle tirée depuis un pistolet bien plus gros que le précédant, disons de la taille de notre système solaire, alors les lois de Newton nous donneraient des résultats inexacts. En effet, le modèle Newtonien, bien que très précis à l'échelle de notre système solaire, ne peut être appliqué à des échelles différentes. Les observations de la précession du périhélie de Mercure, par exemple, ne correspondaient pas aux prédictions effectuées à l'aide des lois de la gravité de Newton.

Pour comprendre le fond du problème, il nous faut dans un premier temps comprendre ce à quoi l'orbite de Mercure ressemble. L'orbite solaire de Mercure est communément représentée par une ellipse, mais ce n'est qu'une approximation de sa forme réelle. En effet, le point auquel Mercure se trouve la plus proche du soleil varie sur l'orbite. Cette rotation de l'orbite de Mercure est appelée *précession*.



La progression du périhélie de Mercure

permettent d'obtenir une grande précision pour la précession des orbites de toutes les planètes, à l'exception de celle de Mercure.

Progression du périhélie

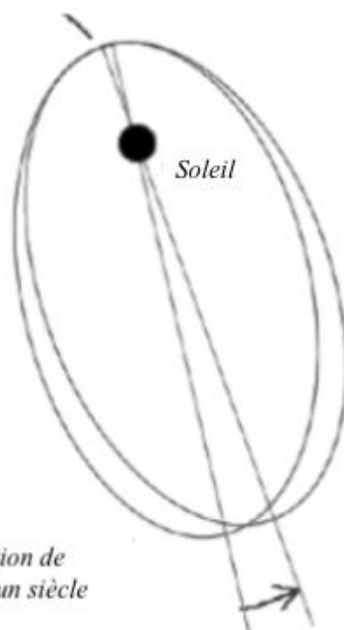


Schéma simplifié de l'inclinaison de l'orbite de Mercure au cours d'un siècle

Cette précession n'est pas spécifique à Mercure. En effet, elle se retrouve sur chaque orbite planétaire. La théorie de Newton la prévoit même puisqu'elle provient de la gravité, la force qui lie tout objet possédant une masse et qui les rassemble les uns autour des autres. Mais les erreurs retrouvées dans les prédictions de Newton sont liées à la grandeur du déplacement des orbites. En effet, il n'est pas suffisant de connaître et de comprendre l'origine d'un phénomène; l'on ne peut comprendre un phénomène qu'à la condition qu'il soit décrit par des arguments démonstratifs issus d'une quantification adéquate. De ce fait, les équations de Newton

Mesurée depuis la Terre, la précession de l'orbite de Mercure est de 5600 secondes d'arc par siècle, soit 1,555 degrés. Cependant, si l'interaction gravitationnelle des planètes proches et le fait que la Terre n'est pas un référentiel inertiel sont pris en compte, alors il y a une précession de 5557 secondes d'arc, soit 1.5436 degrés. Ceci correspond à un écart de 43 secondes d'arc par siècle, soit 0.0119 degrés.

Cette différence ne provient pas de l'utilisation des équations de Newton. De nombreuses hypothèses visant à l'expliquer, telles que l'existence de poussière solaire entre le Soleil et Mercure, ont été envisagées mais aucune d'entre elles n'était en accord avec les

observations. En effet, pour reprendre notre exemple, aucune trace de poussière solaire n'a été retrouvée dans la région séparant Mercure du Soleil. Une autre hypothèse, développée par Urbain le Verrier en 1859, aurait voulu que ce soit une petite planète, du nom de Vulcain, orbitant entre le Soleil et Mercure, qui altère la précession de son périhélie. Durant de nombreuses années, les astronomes ont tenté en vain de trouver Vulcain en recherchant ses passages devant le Soleil. Enfin, en 1915, en utilisant la Relativité Générale, Einstein réussit à prévoir ce décalage de la précession de l'orbite de Mercure de 43 secondes d'arc par siècle, et ceci sans avoir à modifier ou ajuster ses théories.

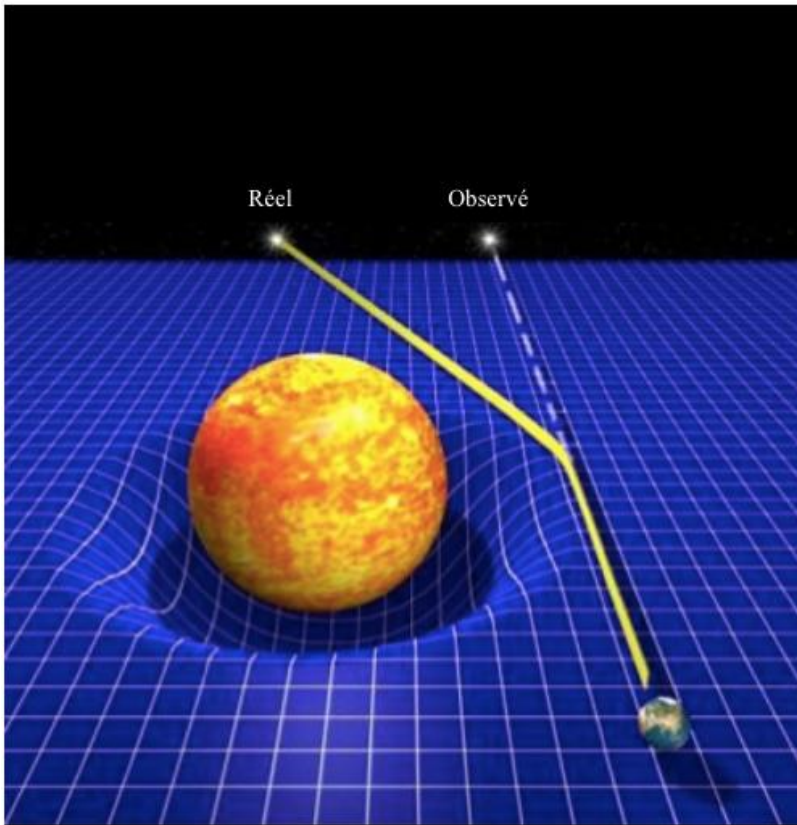


Schéma de la déformation de l'espace-temps par la planète Terre.

La position perçue par l'observateur de l'étoile située en arrière plan semble avoir été décalée. Ce phénomène, ici exagéré, est du à la courbure de l'espace provoquée par la force gravitationnelle du Soleil. Ce phénomène s'observe également dans le cas de l'orbite de Mercure. Cependant, comme Mercure est située particulièrement à proximité du soleil, l'intensité du phénomène est alors bien supérieure, et le degré de précision des lois de Newtons bien trop faible.

La théorie de la relativité générale d'Einstein, théorie qui explique la déformation de l'espace et du temps par les objets massifs et ainsi les interactions gravitationnelles, a permis de démontrer que les équations de Newton ne permettaient pas à elles seules de décrire le mouvement de tout objet. Mais, sur quels éléments Einstein s'est-il appuyé afin d'établir ses théories ? Quels concepts ces théories ont-elles introduits, révélant ainsi les erreurs qui existaient au sein des différents modèles scientifiques ?

Avec la relativité générale, il fût possible de prévoir avec exactitude l'orbite de Mercure et de corriger les autres imprécisions présentes dans la théorie de Newton. La différence majeure entre ces deux modèles se trouve dans la conception de l'espace et du temps qu'ont leurs auteurs. Comme nous avons pu le voir précédemment, les équations

de Newton n'incluaient, dans un premier temps, que la gravité; les forces magnétiques et électriques furent ajoutées dans les années 1860 par James Clerk Maxwell. Après cet ajout, les scientifiques crurent avoir trouvé un chemin qui les mèneraient vers la fin du savoir scientifique. Tout ce qui peut être connu serait connu, tout objet pouvant être étudié aurait été étudié. Cependant, en 1900, Lord Kelvin remarqua que ces théories étaient à nouveau insuffisantes. En effet, elles ne permettaient pas de décrire les propriétés du mouvement de la lumière ni de décrire les émissions de lumières par les corps chauds. L'espoir d'un savoir scientifique exhaustif étant ainsi balayé, la science connut une véritable révolution dont Einstein était le moteur, ayant trouvé de nombreuses erreurs dans la conception que Newton avait de l'espace. Au printemps de l'année 1905 Einstein en vint à la conclusion que l'espace et le temps n'étaient ni absolus ni indépendants. Dix ans après, il réécrivit les lois de la gravité, démontrant que l'espace et le temps constituaient et unifiaient cet ensemble déformé et incurvé, influençant ainsi l'évolution cosmique. La physique Newtonienne formule nos expériences physiques de façon mathématique. Cependant, la réalité de notre monde n'est pas que purement formelle; elle est relative. Seules d'extrêmes circonstances peuvent provoquer une déviation entre la réalité relativiste et la réalité physique classique.

Comment Einstein a-t-il procédé pour démontrer cette évolution cosmique ? Quelles déformations et incurvations décrit-il ? Avec la relativité restreinte, Einstein démontre que tout observateur divise l'espace-temps en sections parallèles qu'il considère être la totalité de l'espace à des instants successifs, en fonction de la vitesse à laquelle ils se déplacent. Si cette personne accélère, les modifications de vitesse et/ou de direction du mouvement entre deux instants donnés

provoquent un changement dans la mesure de l'angle auquel l'observateur divise les sections parallèles de l'espace-temps. Ainsi, l'observateur en accélération crée des sections spatiales déformées. Selon le principe d'équivalence d'Einstein, là où la gravité et l'accélération sont égales¹, la gravité n'est alors que déformations et incurvations de l'espace-temps. Si nous imaginons un univers vide - aucun soleil, pas d'étoiles, de planètes, de déformations ou d'incurvations - alors celui-ci est plat. Einstein a donc imaginé que c'est la présence de matière ou d'énergie qui provoque ces déformations et incurvations de l'espace-temps. Tout objet se déplaçant à travers cet espace déformé suivra une trajectoire incurvée. Ainsi, comme vu plus haut, le modèle de Newton se base sur un univers où l'espace serait le même partout et où celui-ci serait indépendant du temps, alors que le modèle d'Einstein est basé sur l'unification du continuum espace-temps dans lequel l'espace et le temps peuvent être différents d'un point à un autre. La force gravitationnelle agit sur le continuum espace-temps de la même façon qu'une balle sur un tissu tendu; elle le déforme en le recourbant.

Mais là ne se trouve pas la fin de nos problèmes. En effet, bien que très précise à l'échelle macroscopique, la théorie d'Einstein se révèle inefficace à l'échelle quantique - échelle des particules élémentaires. Pour décrire les interactions entre les particules, il est nécessaire d'utiliser un modèle radicalement différent: la mécanique quantique.

Les concepts de passé et de futur en relativité sont bien plus subtils qu'en physique classique, mais les équations relativistes permettent tout de même de déterminer des éléments du présent. Ainsi, les physiciens durent introduire une représentation conceptuelle connue sous le nom de physique quantique. Cependant, d'après les lois qui la composent, même en possédant les données les plus précises possibles à propos de la nature et du comportement des choses, le mieux que l'on puisse faire est de prédire la probabilité qu'un événement survienne plutôt qu'un autre. Ainsi, d'après la mécanique quantique, l'évolution de l'univers n'est pas fermement ancrée dans le présent mais repose entièrement sur des probabilités et dépend donc du hasard. Avec la mécanique quantique, un événement n'est défini que lorsque l'observation envisage différentes possibilités et s'accorde sur une seule et même issue. Cette dernière ne peut être prévue à l'avance, mais il est cependant possible de définir avec certitude qu'il y aura une certaine probabilité que les choses se passent d'une certaine façon plutôt qu'une autre.

Lorsque que Newton établit ses trois lois, la communauté scientifique de l'époque les considéra comme permettant de déterminer et de décrire tout mouvement ou action qui a eu ou qui aura lieu. Newton avait alors défini le référentiel de la physique classique avec ses lois du mouvement, référentiel également mis en place par la théorie de la radiation magnétique de James Clerk Maxwell. Ce référentiel peut être divisé en différentes sphères dont celles de la mécanique, de la dynamique, de l'hydrodynamique, de l'acoustique, ou encore de l'optique. Cependant, l'aube du 20ème siècle marque pour la communauté scientifique une nouvelle période durant laquelle fut révélé que la physique devait s'intéresser à bien plus que la simple idée de mouvement et de dynamique; il y avait une multitude d'autres échelles à découvrir. Entre autres, Max Planck découvrit ce qu'il appela les *quanta*, de minuscules particules d'énergie, introduisant ainsi le concept de la mécanique quantique, une nouvelle branche de la physique qui concerne l'étude de phénomènes à de très petites échelles, échelles auxquelles les équations de Newton se révélaient être inapplicables. Au 20ème siècle, suite au travail d'Einstein sur la relativité, l'élaboration de la théorie des cordes dans les années soixante et la découverte du Boson de Higgs en 2012 permirent

¹ Le mouvement accéléré diffère du mouvement relatif. Par exemple, lorsqu'un passager est repoussé contre le dossier de son siège alors que sa voiture accélère, il *ressent* l'accélération, il ne peut éviter cette sensation; il faudrait que la voiture n'accélère pas pour qu'il ne ressente rien. Ceci est également observable à l'échelle des forces gravitationnelles. Il existe un moyen de se protéger des forces électromagnétique et nucléaire, pas de la gravité. En modifiant le mouvement, il est possible d'éviter les sensations associées au mouvement. Einstein a ainsi conclu que les forces induites par la gravitation et l'accélération sont les mêmes, et découvrit alors le principe d'équivalence.

de démontrer à quel point le travail effectué par Newton au 17^{ème} siècle est incomplet et ne représente qu'une partie du cadre de référence de la physique.

Grand nombre de scientifiques se demandent, en effet, comment deux modèles complètement indépendants l'un de l'autre peuvent produire des résultats exacts dans des référentiels différents. Ceci ne peut s'expliquer par le fait que l'un de ces deux modèles est erroné puisqu'il sont tous deux valides dans leurs référentiels respectifs. Ceci a conduit certains physiciens à penser qu'il existe une théorie permettant de les réunir: une théorie du tout. Cependant, rien ne prouve qu'une telle théorie est possible. Rien ne permet de démontrer que le concept d'Unité joue un rôle essentiel dans les phénomènes qui gouvernent et animent notre monde. La physique peut et doit travailler sans un tel concept.

Maintenant même si l'Unité n'est pas nécessaire en physique étant donné que chacun des modèles existant à l'heure actuelle fonctionne parfaitement dans le référentiel qui lui est propre, nous n'avons toujours pas réfuté la légitimité de ce concept. Pour ce faire, nous nous demanderons dans un premier temps s'il nous est possible d'avoir accès à la nature en elle-même, ce qui revient à se demander si nos observations révèlent ou non quelque chose à propos de la nature même d'un objet. Kant soutenait l'idée que nous avons seulement accès aux phénomènes et non aux objets eux-mêmes. Selon lui, notre savoir est par nature subjectif et non objectif.

Les phénomènes peuvent être étudiés et reliés entre eux à l'aide des catégories logiques qu'il expose dans la *Critique de la Raison Pure*. Il en existe quatre principales: la Quantité, la Qualité, la Modalité, et la Relation. L'Unité est l'une des sous-catégories de la Quantité. Ainsi, l'Unité nous permet d'exprimer et de quantifier les relations entre phénomènes. Cependant, bien qu'extrêmement utiles lorsqu'appliquées à ces derniers, elles ne peuvent être elles-mêmes l'objet d'une étude. Aucun savoir ne peut découler de l'analyse des catégories selon Kant puisque leur seule fonction est de servir d'outil pour l'analyse des phénomènes. Ceci signifie que ces catégories, dont l'Unité, sont pour nous transcendantes. Leur analyse relève d'un exercice métaphysique.

Cependant, l'Unité reste un concept important en physique. Les scientifiques sont perpétuellement à la recherche d'une "théorie du tout" qui permettrait d'unifier la Relativité d'Einstein et la Mécanique Quantique. C'est pourquoi il convient de se demander si la physique ne se crée pas, du moins inconsciemment, une Métaphysique, puisqu'elle semble incapable de se détacher du concept d'Unité.

La première partie de la *Critique de la Raison Pure* traite de ce que l'auteur nomme l'*Esthétique Transcendantale* où Kant étudie le temps et l'espace, et plus précisément notre représentation de ces deux notions. Son raisonnement est le suivant: Il nous est impossible de nous représenter une forme géométrique ou un objet sans poser *a priori* l'espace. Il en va de même pour la notion de temps; lorsque nous considérons deux événements comme étant successifs, il est évident que nous possédons cette intuition *a priori* de l'idée de succession chronologique. Sans cette intuition du temps, la notion de succession perd tout son sens. Ces deux intuitions sont "pures", c'est à dire qu'elles existent dans notre esprit, et elles sont non empiriques, puisqu'il est nécessaire qu'elles soient présentes dans notre esprit *a priori*. Elles ne peuvent découler de l'observation d'un objet matériel ou de la succession entre deux événements étant donné qu'elles conditionnent l'existence même de ces observations. Notons que le terme *phénomène* est ici employé car l'*Esthétique Transcendantale* ne nous donne aucun renseignement sur l'objet lui-même. Ainsi, cet *Esthétique Transcendantale* crée le référentiel dans lequel s'inscrit notre connaissance; l'intuition de l'espace et du temps semblent limiter notre savoir car il ne nous est pas permis d'espérer découvrir davantage à propos de l'objet en lui-même. Cependant, cette *Esthétique* est essentielle aux scientifiques puisqu'elle leur permet de formuler des lois apodictiques (universelles et nécessaires). Alors que la recherche empirique ne peut qu'espérer produire des lois générales, l'*Esthétique Transcendantale* ouvre la voie à des lois universelles et nécessaires depuis notre représentation d'un objet dans le cadre spatio-temporel. Aussi, étant donné le caractère subjectif d'un tel cadre de toute

représentation d'une chose en général, il va de soi qu'il nous est impossible d'atteindre l'objet en lui-même.

Pourtant, il semble que la Relativité d'Einstein et la Physique Quantique défient les notions kantienne d'espace et de temps. Selon Einstein, l'espace est malléable et le temps déformable sous l'effet de la gravité. L'idée de subjectivité de l'Espace et du Temps défendue par Kant serait alors erronée. Cependant, il est important de ne pas confondre l'intuition de l'Espace et du Temps avec l'espace et le temps eux-mêmes. Les deux intuitions ne sont pas reliées au "temps physique" en tant que conditions nécessaires à l'existence d'un phénomène. Cependant, elles continuent de jouer un rôle important du fait que sans ces intuitions, la géométrie et les mathématiques n'existeraient pas puisque toutes leurs propositions reposent sur ces intuitions de la sensibilité que sont l'espace et le temps.

Les physiciens sont fascinés par l'Unité (comme le démontre leur quête de la "théorie du tout"), bien qu'un tel concept appartienne, comme vu précédemment, au domaine de la métaphysique, et ainsi à celui de la physique transcendantale. Pourquoi donc les scientifiques sont-ils tant intrigués par l'Unité alors qu'elle est par essence métaphysique et non scientifique ? Leur quête d'Unité peut-être comparée à une hystérie de par le fait qu'elle leur semble si désirable mais ne peut pourtant être atteinte au travers de la science ?

Etienne Klein, physicien français et docteur en philosophie des sciences - "la branche de la philosophie qui étudie les fondements philosophiques, les systèmes et les implications de la science" - souligne que la science, ou plus précisément son but, possède nécessairement une base métaphysique. Une partie du rôle de la science est de définir des concepts ayant une portée métaphysique, tels que "le temps, l'espace, l'objectivité, la causalité, and l'Unité." Pourtant, les débats philosophiques et les définitions traitant de ces concepts sont rares voire inexistants dans le cadre de la science. Le concept d'Unité, sur lequel est centré cet article, est un excellent exemple d'un sujet traité de façon étrange en science, et plus précisément en physique, comme le soutient Klein dans son livre *L'Unité de la Physique*.

L'on peut dire que la science, ou plutôt les scientifiques, les physiciens, et les mathématiciens, s'efforce de parvenir à l'Unité tout en évitant de la définir et de justifier cette quête. Seuls les mathématiciens, en quelque sorte, ont fait preuve d'une certaine reconnaissance de l'incomplétude des choses, du caractère impossible d'une Unité et d'un savoir absolu, avec les travaux de Gödel en 1931 qui prouvent que les mathématiques telles que nous les connaissons sont bien incomplètes. Pourquoi, alors, désirons-nous cette Unité ? Selon Klein, c'est parce que nous avons des tendances monistes qui découlent de plusieurs influences. Le monothéisme religieux - l'explication des choses par l'omnipotence d'une seule entité omnisciente - est la plus évidente d'entre elles. Différent du polythéisme de par le fait que ce dernier associe généralement un domaine spécifique différent pour chaque différentes divinités, il cherche à tout expliquer avec une seule source. Il exige également un désir plus profond, la soif de savoir, qui provient de notre frustration face à notre incapacité à tout comprendre, et qui nous pousse à aller à l'encontre de la raison afin d'assimiler et de synthétiser nos connaissances. Ainsi, comme le fait remarquer Klein, non seulement notre désir d'obtenir une science absolue est irrationnel, mais notre refus constant d'analyser ce désir et d'essayer de le définir plus clairement est d'autant plus absurde. Ce désir reste ainsi vague et inarticulé, s'apparentant à un caprice voire même à une folie.

D'un point de vue purement logique, l'étude de l'Unité est en elle-même illogique dans le cadre de la science. Comme vu précédemment, alors que la science élabore des connaissances en appliquant les deux intuitions *a priori* de l'espace et du temps aux phénomènes (dialectique transcendantale de Kant), l'étude de l'Unité appartient à la métaphysique. Les scientifiques qui tentent d'analyser l'Unité en elle-même commettent une erreur critique, un mauvais emploi des catégories de Kant. Ces catégories existe afin d'étudier les phénomènes, pas pour être elles-mêmes analysées. Un scientifique qui essaye d'analyser l'Unité, ou toute autre catégorie, dépasse nécessairement les limites de la science et pénètre dans le domaine de la métaphysique.

Le désir d'Unité est également, dans un certain sens, paradoxal. Alors même que la science se veut être un ensemble unifié, elle se divise en branches de spécialités. En désirant unifier les sciences, ou plus généralement développer une "théorie du tout", c'est également une limitation drastique que nous poursuivons. En effet, une "théorie du tout" marquerait la fin de la recherche et de la "quête du savoir." C'est ce paradoxe que Klein met en valeur; le désir d'Unité est déraisonnable et impossible à satisfaire, comme le soutient Klein, il stimule la recherche scientifique et la curiosité, encourage la quête de connaissances, alors même que sa satisfaction entraînerait, par ironie du sort, leur disparition.

Le concept d'Unité appartient au seul domaine de l'intelligible. Aucune présupposition de l'existence de l'Unité ne peut découler de la seule observation des phénomènes. Dans l'appendice à la *Critique de la Raison Pure*, intitulé *De l'Usage Régulateur des Idées de la Raison Pure*, Kant explique que lesdites idées sont transcendantes, ce qui explique pourquoi elle ne peuvent faire l'objet d'une étude. L'idée d'Unité en science suppose l'Unité au sein de la nature. Ceci explique pourquoi l'idée de l'Unité est nécessaire en science. Malgré le fait que qu'il est impossible de trouver cette Unité, son étude est la seule façon d'obtenir des lois apodictiques. Si nous ne recherchions pas l'Unité, alors il ne serait pas logique de pouvoir trouver des lois universellement applicables.

Il apparaît alors qu'une certaine branche de la Métaphysique va de pair avec la science. Ceci est difficile à accepter pour les scientifiques étant donné qu'ils ne peuvent appliquer leurs modèles à la facette métaphysique de leur recherche. Cependant, l'idée d'Unité - transcendante et ainsi métaphysique - agit en tant que critère de discrimination de la validité de la science et confère leur universalité aux lois de la nature. Les scientifiques doivent accepter la présence de la métaphysique au sein de leur recherche s'ils désirent poursuivre leur quête de savoir.

« C'est en termes d'obstacles qu'il faut poser le problème de la connaissance scientifique. » Pour Bachelard, pour étudier les obstacles qui se posent à la connaissance scientifique, il convient non 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" mais de discerner "les lenteurs et les troubles" qui apparaissent au sein même de l'acte de connaître. Il définit ainsi la notion d'obstacle épistémologique comme désignant tout ce qui, dans le mécanisme même de la connaissance, bloque son développement. Les principaux obstacles épistémologiques proviennent de nombreuses causes. Les préjugés constituent l'une d'entre elles. En effet, pour Bachelard "l'esprit n'est jamais jeune", c'est-à-dire qu'il se présente à la recherche scientifique chargé d'idées préconçues; il "a l'âge de ses préjugés." En effet, Bachelard critique l'attitude scientifique qui vise à accepter des conclusions et théories sans même les tester. Pour lui, une telle démarche est complètement antinomique de la démarche scientifique; la connaissance scientifique est un processus actif qui ne peut être réalisé par la simple acceptation des propos d'autrui. Le scientifique doit donc lutter contre les certitudes sans preuves, et contre la foi qui le pousserait à s'en satisfaire. L'admiration et les images sont d'autres causes à l'origine d'obstacles épistémologiques. En effet, le scientifique doit constamment veiller à ne pas remplacer la connaissance par l'admiration, les idées par les images. Bachelard dit que "Une science qui accepte les images est, plus que toute autre, victime des métaphores. Aussi l'esprit scientifique doit-il sans cesse lutter contre les images, contre les analogies, contre les métaphores." En effet, les images ne sauraient être à elles seules source de connaissance puisqu'elles ne permettent pas l'élaboration de théories et de conclusions rigoureuses. Bachelard insiste également sur le fait que "les traits les plus apparents ne sont pas toujours les traits les plus caractéristiques." Il met en garde contre le "positivisme de premier examen". Il explique que "Les idées simples sont des hypothèses de travail, des concepts de travail, qui devront être révisés pour recevoir leur juste rôle épistémologique. Les idées simples ne sont point la base définitive de la connaissance." Enfin, l'auteur rappelle que "il n'y a pas de vérités premières, il n'y a que des erreurs premières." En effet, ce qui est premier n'est en fait pas la vérité mais bien l'erreur, et c'est pour cela que la connaissance scientifique est un processus de réfutation comme l'explique Karl Popper. Une théorie ne devient scientifique que si elle est réfutable, c'est-à-dire si l'on peut concevoir une expérience afin de l'éprouver, et même plus, si elle est réfutée. En effet, ce n'est que lorsqu'on l'on réfute une théorie

que l'on prend conscience de ses limites, du référentiel dans lequel elle s'inscrit et que l'on peut ainsi l'utiliser afin d'obtenir les résultats les plus pertinents et les plus utiles possibles. De plus, en étant réfutée, une théorie permet à la science d'avancer puisque cette réfutation entraîne la formulation d'une nouvelle théorie qui pourra à son tour être réfutée.

Pour aux problèmes posés par les obstacles épistémologiques, Bachelard introduit ce qu'il appelle la psychanalyse de la connaissance objective afin de se débarrasser des projections intellectuelles et affectives empêchant la connaissance objective de l'objet étudié. Cette psychanalyse provient de ce que Bachelard soupçonne les obstacles épistémologiques de provenir d'une forme d'inconscient de la connaissance objective. En effet, il remarque notamment que nombreux sont les écrits scientifiques où l'on peut distinguer l'influence de la libido et de l'imagination, liée à l'inconscient freudien. En effet, il est fréquent pour les scientifiques de décrire une réaction chimique selon une logique sexuelle en l'assimilant à l'union entre deux corps. C'est ce qui fait dire à Bachelard que "Toute science objective naissante passe par la phase sexualiste." Cette étape est pour lui certes non scientifique, mais elle semble inévitable. La psychanalyse de la connaissance objective que propose Bachelard permettrait donc à la raison d'extérioriser les idées préconçues, les préjugés et les images dont elle est emplie et qui la hantent afin de s'en débarrasser.

Dans ses travaux, Bachelard souligne également le paradoxe créé par la recherche de l'unité en science. En effet, l'unité s'oppose à la démarche scientifique qui procède par réfutation. "On répète souvent que la science est avide d'unité, qu'elle tend à identifier des phénomènes d'aspects divers, qu'elle cherche la simplicité ou l'économie dans les principes et dans les méthodes. Cette unité, elle la trouverait bien vite, si elle pouvait s'y complaire. Tout à l'opposé, le progrès scientifique marque ses plus nettes étapes en abandonnant les facteurs philosophiques d'unification facile tels que l'unité d'action du Créateur, l'unité de plan de la Nature, l'unité logique. En effet, ces facteurs d'unité, encore agissants dans la pensée préscientifique du XVIII^e siècle, ne sont plus jamais invoqués. On trouverait bien prétentieux le savant contemporain qui voudrait réunir la cosmologie et la théologie." Par ailleurs, nombreux sont les scientifiques qui recherchent l'unité en la présupposant. C'est-à-dire qu'ils orientent déjà préalablement leur recherche afin de faire concorder leurs conclusions avec cette idée. C'est de ce genre de présupposés que la psychanalyse proposée par Bachelard vise à se débarrasser. Cependant, si le scientifique pose l'unité non pas comme objectif atteignable mais comme direction, comme un marin se servirait d'une étoile pour se guider mais comprendrait qu'il ne pourrait jamais atteindre cette étoile, cette quête de l'unité peut avoir certains bénéfices. En effet, dans un tel cadre elle se porterait garant d'une imagination favorable à l'acte de connaître, à la connaissance scientifique, puisqu'elle permettrait de stimuler la créativité et par ce biais serait source de progrès scientifique.

Il est évident que la science peut aisément se débarrasser du concept d'Unité et continuer à produire des théories valides; le fait que nous utilisons en physique deux modèles aussi contradictoires que la Relativité Générale d'Einstein et la Mécanique Quantique indique clairement qu'il est possible de poursuivre notre quête de savoir sans rechercher à unifier nos modèles en une seule et même théorie. De plus, l'Unité ne peut en elle-même être source de connaissance car, étant l'une des sous-catégories de la Quantité, elle se situe au-delà des limites de notre entendement. La recherche de l'Unité est ainsi métaphysique par essence. Toutefois, bien qu'il semble illogique d'engager une discussion autour de la recherche d'Unité en science, celle-ci joue un rôle crucial dans l'esprit des scientifiques. Ce concept les pousse à rechercher différentes solutions à un même problème, contribuant ainsi à l'expansion de notre savoir. Alors que le désir d'Unité est en lui-même une folie, il occupe cependant une place importante; l'Unité permet aux scientifiques de surmonter les difficultés qu'ils rencontrent, leur permettant d'étendre notre compréhension du monde qui nous entoure. Un scientifique ne peut se débarrasser de tous ses préjugés avant d'effectuer ses recherches. Cependant, alors que certaines de ces idées préconçues peuvent entraver la découverte de nouvelles connaissances, au contraire, le concept d'Unité, lui indique aux scientifiques le chemin à suivre.