

Est-ce que plus est différent?

Réduction et émergence en chimie contemporaine

Mémoire réalisé par
Astrid Modera

Promoteur(s)
Pr. Alexandre Guay

Année académique 2016-2017
Master en philosophie
Finalité approfondie

Est-ce que plus est différent?

Réduction et émergence en chimie contemporaine

Mémoire réalisé par
Astrid Modera

Promoteur(s)
Pr. Alexandre Guay

Année académique 2016-2017
Master en philosophie
Finalité approfondie

Introduction

La philosophie de la chimie est une discipline connaissant peu de succès actuellement. En philosophie des sciences, la plupart des travaux réalisés et édités portent sur des domaines tels que la physique quantique, les sciences cognitives et la philosophie de l'esprit ou encore la biologie et les sciences de la vie. Les articles se centrant sur la philosophie de la chimie sont publiés soit dans le peu de journaux spécialisés dans ce domaine – *Hyle : International journal for philosophy of chemistry* et *Foundations of Chemistry* étant les deux journaux principaux – soit dans des ouvrages de philosophie de la physique ou des sciences en général.

Ce ne sont pourtant pas les interrogations qui manquent dans cette discipline. Se centrant sur la matière et ses transformations, la chimie intrigue depuis longtemps, au point d'être souvent classée à la frontière de la magie. Les réactions chimiques opèrent des transformations dans l'identité des particules de matière : d'un composé bleu nous obtenons un autre composé rouge, possédant des propriétés différentes, en le mélangeant à un troisième composé. Les éléments qui composent la matière, agissant entre eux, font apparaître un nouveau type de matière. Tous ces mystères et les tentatives de compréhension qui en découlent ont passionné les philosophes pendant longtemps. Prenons l'exemple du XVIII^{ème} siècle – période durant laquelle la distinction entre philosophe et savant n'était pas aussi nette qu'aujourd'hui – où le chimiste avait une place de choix :

« La chimie, qui a inventé l'étude de la nature en laboratoire, suscite et encourage une philosophie empiriste qui pourfend l'esprit de système. Le chimiste opère avec la nature, il travaille de concert avec les corps qu'il transforme. À l'idéal d'abstraction et de mathématisation de la mécanique, le chimiste oppose un idéal de connaissance expérimentale, éprouvante et laborieuse. »¹

La chimie suscitait donc à l'époque énormément d'intérêt de la part de penseurs et savants. Cependant, comme nous venons de le constater, la situation a changé. Depuis le XX^{ème} siècle, les philosophes des sciences se penchent fort peu sur cette discipline ayant autrefois attisé toute leur curiosité.

1 BENSAUDE-VINCENT, B., LEQUAN, M., « Chimie et philosophie au 18^e siècle » in *Dix-huitième siècle*, 2010/1 (n° 42), p. 403.

Cette situation peut s'expliquer par la relation que la chimie entretient avec la physique et plus spécifiquement avec sa version quantique. Le développement de cette dernière, début du XX^{ème} siècle, a considérablement resserrés les liens entre les deux disciplines. Celles-ci se sont développées relativement séparément pendant de nombreux siècles, mais l'apparition de la physique quantique a changé les choses. En effet, les études de mécanique quantique portent sur l'analyse et la description de systèmes atomiques et subatomiques, cette discipline se situe par conséquent à la frontière de la chimie et de la physique, une frontière devenant alors de plus en plus ténue. La mécanique quantique rencontrant un succès considérable et apportant des résultats convaincants, la chimie a vite été considérée comme réductible entièrement à la physique quantique : elle n'en est plus qu'une branche décrivant des systèmes relativement complexes qui, en principe et au bout du compte, peuvent être décrits et expliqués par la théorie quantique². Une célèbre phrase du physicien Paul Dirac (1902-1984) exprime bien la situation à cette époque :

« The underlying physical laws necessary for the mathematical theory of a large part of physics and the whole chemistry are thus completely known [...]. »³

La totalité de la chimie peut donc, selon Dirac, être théorisée mathématiquement grâce aux lois physiques mises en lumière par la mécanique quantique.

Cette théorisation, cette réduction théorique de la chimie à la physique quantique prive la chimie d'une véritable autonomie en tant que discipline scientifique. Là où la physique se révèle être une science fondamentale, qui décrit la réalité dans ses aspects les plus profonds, la chimie est conçue plus comme une science phénoménologique, dans le sens où elle ne décrit que des phénomènes qui nous apparaissent⁴. Cela a un impact indéniable sur les questionnements philosophiques qui y ont trait. La chimie ayant moins d'attrait au niveau scientifique, les philosophes s'en désintéressent

2 LOMBARDI, O., LABARCA, M., « The ontological autonomy of the chemical world » in *Foundations of Chemistry*, Vol. 7, 2005, p. 125.

3 DIRAC, P.A.M., « Quantum Mechanics of Many-Electron Systems » in *Proceeding of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character*, Vol. 123, No. 792 (Apr. 6, 1929), p. 714. Dans un souci de fidélité au texte, nous avons décidé de garder les citations dans la langue originale d'écriture.

4 LOMBARDI, O., LABARCA, M., *op.cit.*, p. 126.

inévitablement. L'idée que la chimie est réductible à la physique est encore actuellement l'idée admise le plus couramment par les scientifiques et les philosophes.

Cependant, cette réduction théorique n'est qu'idéale, elle n'est pas effective. Certains concepts chimiques fondamentaux se révèlent ne pas être dérivables à partir de la physique quantique, comme les liaisons chimiques ou les structures moléculaires par exemple. Aucune équation ni aucun développement physique ne semble être capable de rendre compte de ces concepts. Pour beaucoup de scientifiques, ce n'est qu'une question de temps. Nos connaissances se développant chaque jour, nous allons finir par posséder des explications quantiques pour chacun des concepts chimiques et, à partir de là, réduire totalement la chimie à la physique quantique.

Pour d'autres, cette résistance est le signe que la chimie a toute sa légitimité en tant que discipline indépendante de la physique. C'est de cette manière que l'on peut présenter le développement de la chimie quantique. Il s'agit d'une discipline scientifique, née quelques temps à peine après la physique quantique, qui applique la mécanique quantique aux systèmes moléculaires ou, définie autrement, elle est « la mathématisation de la chimie par la mécanique ondulatoire »⁵. Elle peut être considérée comme étant indépendante de la physique quantique, elle ne ferait qu'en utiliser les outils. D'un point de vue réductionniste, cette discipline peut être vue comme un intermède qui travaille à sa propre disparition. Appliquer la mécanique quantique aux problèmes chimiques ne ferait qu'apporter des preuves à la réduction, jusqu'à ce que l'appellation et l'existence même de la chimie quantique n'aient plus lieu d'être.

Cette discipline, jeune et encore pleine de mystères, constituera une partie de notre cadre de réflexion. Commençons donc par une présentation générale de cette discipline. Le premier calcul de chimie quantique est attribué à deux scientifiques allemands, Walter Heitler et Fritz London, qui ont appliqué l'équation de Schrödinger à la molécule de dihydrogène en 1927. On considère ce calcul comme l'acte de naissance de la chimie quantique, bien que l'équation de Schrödinger ait déjà été appliquée à des atomes. La différence est donc une question d'échelle et de complexité. La molécule, ici celle de dihydrogène, est plus grande et plus complexe – par sa structure et par les forces qui y agissent – que les atomes dont elle est composée. Ce sont ces différences qui vont signifier le changement de disciplines scientifiques. Depuis la fin des années

5 DAUDEL, R., *La chimie quantique*, Paris, PUF (coll. 'Que sais-je ?'), 1973, p. 7.

20, la chimie quantique n'a cessé de se développer, amenant avec elle des calculs de plus en plus complexes.

La complexité de ces calculs aura justement une place cruciale dans le travail qui va nous occuper. En effet, celle-ci va impliquer l'utilisation de technique d'approximations. Les calculs exacts étant trop compliqués à résoudre directement, de nombreuses approximations⁶ vont être utilisées, permettant chacune de simplifier les équations de manière différente en fonction de ce que l'on cherche à calculer. Nous verrons, entre autre avec le philosophe de la chimie Robin Findley Hendry dont l'analyse du travail occupera le deuxième chapitre, que l'utilisation de ces approximations n'est pas sans conséquence.

Avant de nous attarder sur ce point, retournons à l'analyse des relations que peuvent entretenir la chimie et la physique quantiques. Nous avons vu plus haut que la réponse la plus courante est le réductionnisme : la chimie, et d'autant plus sa section quantique, n'est qu'une branche de la physique et tous ses concepts seront *in fine* expliqués et réduits aux concepts et aux équations physiques. Cette posture est soutenue par la croyance, déjà acceptée et très rarement discutée, que la chimie est déjà réduite ontologiquement à la physique⁷. Le réductionnisme ontologique est étroitement lié à la notion de physicalisme, idée selon laquelle la réalité est une et physique. Tout est constitué de physique et il n'existe pas d'entités d'une autre nature. Le monde est unifié ontologiquement. La position opposée au réductionnisme ontologique, au monisme, à l'identité pure de la réalité est le dualisme ou le pluralisme. Il existe différentes réalités ontologiques – physique, chimique, sociologique par exemple – qui ne partagent rien de commun, complètement hétérogènes.

Le physicalisme, bien qu'étroitement lié au réductionnisme ontologique, ne l'implique pas nécessairement. En effet, il existe une position se réclamant du physicalisme – considérant donc que tout est constitué d'entités physiques – se situant à l'intermédiaire entre le monisme et le pluralisme : l'émergence. Ce concept n'accepte donc pas la possibilité de la réduction mais rejette également l'idée d'un fossé ontologique entre des entités de natures différentes. L'émergence se constitue sur base de deux thèses fondamentales : la continuité et la discontinuité. Le phénomène émerge

6 Par exemple, l'approximation de Born-Oppenheimer, celle de Slater ou encore l'approximation orbitale.

7 LOMBARDI, O., LABARCA, M, *op.cit.*, p. 126.

– que ce soit une entité, une propriété, une loi ou un événement – est en continuité avec ce qui le constitue, sa base d'émergence. Il en dépend, dans le sens où sans cette base, l'émergent n'existerait pas. Mais il est également en discontinuité avec celui-ci, il ne se réduit pas à ses parties constituantes. L'émergence est traditionnellement définie par un adage : « Le tout est plus que la somme des parties ». On y retrouve les idées principales, à savoir qu'il n'y aurait pas de tout sans parties, mais également que ce tout est plus que la simple somme de celles-ci. Affirmer cela revient à dire que le tout, l'émergent, n'est pas déductible à partir de la connaissance de ses constituants. Il est radicalement neuf, différent.

Le concept d'émergence apparaît dans la littérature à la fin du XIX^{ème} siècle, sous la plume de George Henry Lewes⁸ mais sa parenté en tant que concept est traditionnellement attribuée à John Stuart Mill avec le concept de lois hétéropathiques⁹. Ces lois se distinguent des lois homopathiques. Ces dernières impliquent des effets qui se combinent selon la combinaison des causes, tandis que les lois hétéropathiques impliquent des effets se combinant sans respecter cette combinaison des causes, en violant ce principe. Nous pouvons effectivement voir dans ces lois hétéropathiques la même idée que celle présente dans l'émergence : le tout est plus que la somme des parties – l'effet est différent de la combinaison des causes.

Ce concept va véritablement prendre son envol dans les années 1920 avec ce que l'on appelle l'émergentisme britannique, mouvement dont font partie trois grands esprits de l'époque : le biologiste et psychologue Lloyd Morgan, le philosophe Samuel Alexander et le philosophe et historien Charlie D. Broad. La diversité des formations de ces penseurs n'est pas anodine. Le concept d'émergence initialement travaillé par Morgan et Alexander s'inscrit dans la pensée naturaliste. Il naît en effet d'un questionnement soulevé par la théorie de l'évolution telle que Darwin la développe :

« Comment un processus purement continu de modification et de ré-organisation de la matière peut-il avoir donné naissance à des différences de nature que nous

8 LEWES, G.H., *Problems of life and mind*, Londres, Kegan Paul, Trench, Trübner & Co, 1875-1879, 4 volumes.

9 MILL, J.S., *Système de logique déductive et inductive. Exposé des principes de la preuve et des méthodes de recherche scientifique* (trad. L. Peisse), Paris, Ed. Alcan, 1866.

pouvons observer aujourd'hui, dont l'exemple le plus sensible consiste en la réalité de l'esprit ? »¹⁰

Ce qui interroge dans cette théorie est donc le constat à la fois de la continuité du processus et de la discontinuité des capacités engendrées par ce processus. En effet, si tout le processus d'évolution est continu, comment expliquer les sauts qualitatifs observables chez les différentes espèces vivantes – le fait que certains volent et d'autres nagent par exemple ? L'émergence s'est donc développée, au début de cette réappropriation par l'émergentisme britannique, avec ces questionnements à propos de l'évolution. Mais, très vite, elle s'est étendue à d'autres domaines. Pour cela, Morgan et Alexander ont proposé des définitions plus générales de la notion d'émergence, qui peuvent être reprises comme suit :

« L'émergence comme non-prédictibilité : une propriété E émerge d'une base $\{B_i\}$ ssi : (1) E est univoquement déterminée par $\{B_i\}$; (2) E ne peut être prédite théoriquement à partir d'une connaissance des B_i . L'émergence comme nouveauté (authentique) : une propriété E émerge d'une base $\{B_i\}$ ssi : (1) E est univoquement déterminée par $\{B_i\}$; (2) E n'existe pas dans $\{B_i\}$ ou avant la mise en relation R des B_i . »¹¹

Nous pouvons retrouver dans chacune de ces définitions les deux prémisses nécessaires au concept d'émergence : la dépendance à la base d'émergence – la continuité – et la différence – la discontinuité. Formulée de cette manière, à partir de la notion générale de propriété, l'émergence va pouvoir être transposée dans divers domaines scientifiques,

10 SARTENAER, O., *Émergence et réduction. Analyse épistémologique de la dynamique des systèmes naturels*, Thèse de doctorat en philosophie, sous la direction du Professeur Bernard Feltz, Louvain-la-Neuve, Université catholique de Louvain, 2013, p. 64.

11 *Ibidem*, p. 76. L'auteur affirme que l'on peut considérer ces deux définitions comme étant équivalentes : « En toute fidélité avec la pensée de Morgan et Alexander, on peut considérer ces deux définitions comme équivalentes. D'une part, étant donné le déterminisme métaphysique auquel souscrivent les deux émergentistes, toute propriété imprédictible en principe (par un être omniscient) ne peut qu'être nouvelle au sens indiqué ci-dessus. D'autre part, une propriété nouvelle au sens indiqué ci-dessus est nécessairement imprédictible. La raison pour laquelle nous avons pris la peine de mentionner ces deux définitions est qu'elles cesseront d'être équivalentes dans le contexte de pensées émergentistes ultérieures qui, par exemple, refuseront de concevoir les émergents comme des « faits bruts » ou qui, notamment à la lueur des principes d'indétermination de la mécanique quantique, refuseront d'adhérer à la thèse du déterminisme universel » *Ibidem*, p67.

psychologiques et même sociologiques – moyennant de possibles modifications plus ou moins importantes en fonction des propriétés de la discipline.

Nous ne pouvons manquer de noter que la chimie a très vite pris une certaine place dans l'émergentisme britannique. Elle possède en effet des cas qui serviront de nombreuses fois d'exemples pour éclaircir la notion d'émergence. Mill, déjà, prenait la chimie en exemple pour expliquer son concept de lois hétéropathiques¹². Les penseurs qui l'ont suivi, comme Morgan ou Broad, se sont également servis de cas chimiques. Broad affirme d'ailleurs que la chimie semble offrir les exemples les plus plausibles de comportement émergent¹³. Au départ, émergence et chimie étaient donc très étroitement liées.

L'émergentisme connaît, avec son développement britannique, son âge d'or, mais ce dernier n'est que de courte durée. En effet, il va décliner presque aussi rapidement qu'il ne s'est développé. Cela est dû, entre autres, aux faiblesses philosophiques et scientifiques de l'émergence défendue par ce mouvement britannique¹⁴. Ces faiblesses scientifiques peuvent d'ailleurs être rapprochées du développement de la physique quantique et de la réduction de la chimie à cette dernière. En effet, comme nous venons de le signaler, les premiers émergentistes utilisaient régulièrement des exemples en chimie pour étayer leur vision de l'émergence. Ces phénomènes chimiques étaient bien souvent pris en exemple mais peu analysés et détaillés. Le développement de la physique quantique a donc eu raison d'eux. Cela n'explique bien évidemment pas toute la chute de ce mouvement, mais ça peut en représenter une des raisons.

S'en suit alors une période marquée par le développement du réductionnisme, symbolisée principalement par les travaux d'Ernest Nagel. Cette période dure approximativement des années 30 aux années 70, période durant laquelle l'émergentisme sera presque complètement éclipsé et oublié. Comme nous l'avons précisé plus haut, le réductionnisme est toujours très présent dans le discours scientifique actuel – principalement dans les relations entre chimie et physique – mais l'émergentisme connaît une renaissance depuis les années 70. Cette renaissance est concomitante d'une

12 « Jusqu'ici, c'est en chimie qu'on a le moins réussi à réduire les lois particulières à des lois générales dont elles découleraient et seraient déductibles. » in MILL, J.S., *op.cit.*, p. 411. Cependant, Mill considère que cette réduction est possible dans l'avenir.

13 « The situation with which we are faced in chemistry, which seems to offer the most plausible example of emergent behaviour[...] » in BROAD, C. D., *The Mind and its Place in Nature*, New York, Harcourt, Brace and Company, 1925, p. 65.

14 SARTENAER, O., *op.cit.*, pp. 104-113.

remise en question du programme et de la visée réductionniste – et sans doute quelque peu causée par elle également. Cette remise en question peut s'expliquer par « les successives mises en échec empiriques du modèle nagélien de réduction »¹⁵. Constatant que le réductionnisme ne résiste pas autant que prévu à la confrontation avec l'empirique et voyant réapparaître des théories émergentistes, certains scientifiques et philosophes s'intéressent alors à ces dernières et vont alors développer une nouvelle forme d'émergence : le physicalisme anti-réductionniste.

Nous avons vu plus haut que le physicalisme, bien que proche du réductionnisme, ne l'impliquait pas nécessairement. Il peut même être en accord avec son opposé, à savoir l'anti-réductionnisme. Pour cette nouvelle forme d'émergence, il s'agit de transposer la notion de continuité dans le concept de physicalisme – tout est ultimement constitué de particules physiques – et la discontinuité dans le non-réductionnisme – tout n'est cependant pas réduit à ces entités physiques, à leurs lois et à leurs fonctionnements.

Cette forme d'émergence connaît beaucoup de succès actuellement, surtout dans les sciences de l'esprit où on la préfère régulièrement au réductionnisme. Le but de notre travail sera de voir si elle peut également représenter une alternative valable au réductionnisme dans le cadre de la chimie quantique. Nous nous poserons donc la question de savoir si plus est différent.

Pour ce faire, nous allons débiter par une analyse du concept général d'émergence tel qu'il est développé par le philosophe américain Jaegwon Kim. Nous nous centrerons sur lui parce qu'il a proposé une définition claire et précise de l'émergence, bien qu'il soit au final critique envers ce concept. En effet, Kim n'est pas un penseur émergentiste, il considère d'ailleurs que ce concept n'est pas consistant. Mais sa critique a tellement marqué le paysage de l'émergentisme que toute personne souhaitant travailler l'émergence se doit de se positionner par rapport à la critique de Kim. Nous présenterons cette dernière en détail, mais nous pouvons déjà dire ici qu'il considère l'émergence comme le résultat de prémisses incompatibles entre elles. Kim étant un philosophe contemporain, sa critique de l'émergence va porter sur la version physicaliste non-réductionniste – et non sur les versions antérieures comme celles de l'émergentisme britannique ou de Mill. Son analyse est également très intéressante parce

15 *Ibidem*, p. 137.

qu'il va proposer une forme de réductionnisme pouvant constituer l'antagoniste parfait de l'émergence. Il donnera de ce fait une définition positive et négative de l'émergence – en s'intéressant à ce à quoi l'émergence s'oppose – ce qui va permettre de cerner au mieux ce concept. La version du réductionnisme qu'il propose se différencie de celle de Nagel et nous permettra d'interroger les concepts de prédictibilité et d'explicabilité – inhérents à sa version du réductionnisme et rejetés par l'émergentisme.

La première partie va donc permettre de poser les bases de l'émergence contemporaine tout en présentant ses faiblesses. Le choix de présenter la vision de Kim s'explique justement par le fait que, ne croyant pas en la consistance de l'émergence, il va en fournir une analyse poussée et précise. L'intention de départ de Kim n'est pas très claire, cependant nous pouvons supposer que, travaillant dans le domaine de la philosophie de l'esprit – domaine dans lequel l'émergence a beaucoup de succès, rappelons-le – il a nécessairement été confronté à ce concept et a décidé de l'analyser de plus près. Ce ne sont bien évidemment que des suppositions, mais l'intérêt de Kim pour l'émergence peut s'expliquer de cette manière. L'émergence possède en effet une place importante en sciences et en philosophie de l'esprit mais elle est également née d'un paradoxe : associer la continuité et la discontinuité. Il ne serait donc pas étonnant qu'elle ait piqué la curiosité de Kim, au point qu'il décide de s'atteler à une analyse conséquente de ce concept. Quelles que soient les raisons qui ont poussé Kim à se pencher sur ce concept, le travail qu'il a fourni a eu un retentissement indéniable dans le monde de l'émergentisme et de la philosophie des sciences en général. Nous ne pouvions donc proposer une étude sur le sujet sans commencer par présenter son analyse et sa position.

La deuxième partie de notre travail nous emmènera dans le monde de la chimie quantique. Nous suivrons pour cela le travail du philosophe de la chimie Robin Findley Hendry et son article *Ontological reduction and molecular structure*¹⁶. Dans cet article, Hendry va interroger la notion de structure moléculaire, un concept purement chimique, et tenter de voir si l'on peut, comme le pensent la plupart des scientifiques actuellement, la déduire des équations et des concepts de la mécanique quantique.

Hendry part du constat que la chimie n'est pas réductible épistémologiquement – théoriquement – à la physique et base ce constat sur diverses observations et analyses. Cela va alors le pousser à interroger la réduction non plus du point de vue

16 HENDRY, R. F., « Ontological reduction and molecular structure » in *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, N°41 (2010), pp.183-191.

épistémologique – des théories et des concepts – mais du point de vue ontologique – des entités et de leurs propriétés. Il conclut que la structure moléculaire – l’agencement des atomes à l’intérieur de la molécule et la forme que celui-ci lui donne – n’est pas explicable à partir des données collectées par la physique quantique. Il va alors développer un concept d’émergence qui, étant donné que Hendry écrit après Kim, doit répondre à la critique de ce dernier. Pour cela, il va proposer d’autres interprétations, moins strictes, des prémisses que Kim jugeaient incompatibles entre elles, afin de proposer un concept cohérent d’émergence. Il est à noter que le but de l’article de Hendry n’est pas de défendre purement et simplement une vision de l’émergence, mais de la confronter aux preuves scientifiques accessibles et de montrer qu’elle est tout aussi valable que le réductionnisme ontologique.

La posture de Hendry est très intéressante car il va tenter, tout au long de son article, de rester le plus proche possible des pratiques et des résultats de la chimie et de la physique contemporaines. Il ne va donc pas manquer d’agrémenter son argumentation d’exemples pris dans ces domaines scientifiques. Il s’agit avec lui d’une véritable réflexion de philosophie de la chimie et non de philosophie à propos de la chimie, surplombant cette discipline et l’analysant de l’extérieur.

Nous poursuivrons ce travail avec une troisième et dernière partie dans laquelle nous analyserons la réponse proposée par Hendry à l’argument de Kim à propos de l’incohérence de l’émergence. Nous verrons si la réponse qu’il apporte répond effectivement à la critique et si les interprétations différentes qu’il propose des prémisses de l’émergence ont un sens logique et philosophique. Cela constituera une première analyse de l’argument de Hendry. La deuxième portera sur la partie scientifique de son argument, à savoir les exemples et cas pratiques qu’il tire de la chimie quantique. Il sera question d’analyser ses arguments de ce point de vue scientifique, sans entrer dans les détails techniques, mais en tentant de rendre compte de leur cohérence – ou de leur incohérence.

Cette troisième et dernière partie nous permettra également d’interroger la métaphysique sous-jacente à l’argumentation et à la vision de Hendry. En effet, en entrant dans le domaine ontologique, il se penche principalement sur les lois gouvernant les comportements des entités chimiques et physiques. La nomologie a donc une importance fondamentale mais une présence discrète dans son argumentation. Nous

verrons quelle vision du fonctionnement et de la nécessité des lois se cache derrière son analyse de l'émergence et ce que cela peut impliquer dans la compréhension et la critique de son argument.

Nous clôturerons justement ce travail avec une critique faite à l'encontre de l'argument de Hendry. Eric Scerri, philosophe contemporain, analyse en effet la position de Hendry à propos de l'émergence et la met en opposition avec celle d'un autre philosophe, Brian McLaughlin, qui considère que l'émergence ne peut pas tenir la route dans le domaine de la mécanique quantique. Scerri va suivre l'argumentation de Hendry d'assez près, y compris dans les passages plus techniques. La critique qu'il va porter se centre principalement sur la distinction que fait Hendry entre épistémologie et ontologie, distinction que, malheureusement selon Scerri, il ne respecte pas tout au long de son article.

Ces rapports entre épistémologie et ontologie sont également un point central de l'argumentaire de Hendry. Voilà pourquoi nous tenterons d'en cerner les nuances afin de comprendre et de mettre en évidence les présupposés qu'ils pourraient impliquer. Cela nous mènera à discuter plus généralement de philosophie des sciences ainsi que des postures réaliste et anti-réaliste en sciences et en philosophie.

Entrons dès à présent dans ces analyses et tentons de rendre justice à une philosophie de la chimie trop peu discutée et trop vite abandonnée au profit d'une philosophie de la physique censée l'englober. Voyons si, à la suite de Kim, Hendry et Scerri, nous pouvons nous forger notre propre avis sur l'indépendance et l'autonomie de cette discipline, « hybride de science et d'art »¹⁷.

17 BENSUADE-VINCENT, B., LEQUAN, M., *op.cit.*, p. 401.

Première partie : l'émergence selon Jaegwon Kim

La première partie de notre travail consiste en une présentation de la position du philosophe contemporain américain d'origine coréenne Jaegwon Kim (1934 - ...) sur l'émergence. En effet, il sera une des deux branches de la confrontation qui nous occupera, l'autre étant représentée par Robin F. Hendry et son travail sur l'émergence en chimie contemporaine.

Se pencher sur le travail de Kim est inévitable étant donné l'impact qu'il a eu sur la question de l'émergence en philosophie des sciences. Quiconque désire aborder l'émergence doit à un moment ou à un autre lire Kim et, s'il est question de défendre une position émergentiste, pouvoir contrer son argument. Le travail de Kim a donc eu un grand retentissement dans les mondes philosophique et scientifique – deux mondes se penchant, souvent conjointement, sur l'émergence. Comme cela était sous-entendu plus haut, Kim n'est pas émergentiste. Son travail de définition et de recherche n'a donc pas pour but d'en prouver la pertinence ou l'existence.

« Et s'il se propose de tracer avec netteté la charpente des édifices émergentistes, c'est pour mieux livrer bataille et faire s'écrouler les illusions que représente à ses yeux ce 'mythe du matérialisme non réductionniste' »¹⁸.

La qualité du travail qu'il a fourni à propos de l'émergence peut alors nous sembler bien étrange, pour quelqu'un qui ne croit pas en l'effectivité de ce concept. Nous pourrions interpréter cette application comme étant le résultat d'un intérêt profond pour l'émergence, ce qu'elle promet et implique. Nous pourrions cerner une sorte de mise en garde. L'émergence semble pertinente et innovante sur de nombreux points, mais justement, par son apparence de cohérence, elle doit être analysée et détaillée point par point afin d'en montrer les défauts et d'éviter de la prendre pour ce qu'elle n'est pas, pour la réponse révolutionnaire à de nombreuses questions de philosophie des sciences, celle du rapport corps/esprit en tête. A propos de cette question précisément, Kim ne se positionne pas dans les articles que nous allons analyser. Il n'est pas question ici de

¹⁸ MULCEY, M., « Présentation » in KIM, J., *Trois essais sur l'émergence* (trad. M. Mulcey), Paris, Editions d'Ithaque (coll. Philosophie), 2006, p. IX.

proposer une alternative à l'émergence, mais bien d'analyser profondément cette dernière, de lui offrir toute la place et l'attention qu'elle mérite. De fait, même si l'émergence est un mythe à déconstruire pour Kim, l'intérêt que les penseurs et chercheurs contemporains lui portent prouve qu'il est nécessaire de s'y pencher, et ce de façon méticuleuse.

Pour tenter de cerner au mieux la pensée et la position de Jaegwon Kim sur l'émergence, nous allons nous intéresser à trois de ses articles, traduits en français et publiés dans un livre intitulé *Trois essais sur l'émergence*¹⁹. Les trois articles en question sont, sous leur titre original, *Emergence : Core Ideas and Issues* (2003), *Making Sense of Emergence* (1999) et *The Layered Model : Metaphysical Considerations* (2002). Ces articles sont traduits et présentés par Mathieu Mulcey, philosophe et traducteur, directeur de la collection « Philosophie » aux Éditions d'Ithaque. Ces textes, se recoupant régulièrement, vont nous aider à comprendre l'idée centrale et la position de Kim à propos de l'émergence, de ses conditions et de ses conséquences.

Ce texte débutera par une présentation de la position de Kim à l'égard de l'émergentisme ainsi que le contexte dans lequel il se situe. Nous poursuivrons ensuite vers une analyse poussée de l'émergence en tant que telle, et plus particulièrement des notions qui la fondent et la sous-tendent. La première de ces notions sera celle de survenance, suivie de près par celle d'irréductibilité. Afin de bien comprendre cette dernière notion, Kim considère crucial de présenter une version pertinente de la réduction, qui prendra la place de l'antagoniste parfait, l'opposition exacte de cette seconde notion. Cette volonté de Kim découle du fait que la notion d'irréductibilité est une notion négative, qu'elle nous indique ce que l'émergence n'est pas – réductible – plutôt que ce qu'elle est véritablement. Il est donc nécessaire de présenter une version claire et précise de la réduction afin de comprendre au mieux sa négation. Ce modèle clair et précis prend la forme de la réduction fonctionnelle.

Le point suivant portera sur la causalité descendante, ce qui donne toute sa particularité à l'émergence, mais également sa faiblesse. Cette relation causale

19 KIM, J., *Trois essais sur l'émergence* (trad. M. Mulcey), Paris, Editions d'Ithaque (coll. Philosophie), 2006. Les trois textes correspondent aux trois chapitres de la traduction. Les renvois aux articles particuliers se feront donc via le numéro du chapitre correspondant. Le premier chapitre équivaut à l'article *Emergence : Core Ideas and Issues*, le second à *Making Sense of Emergence* et le troisième à *The Layered Model : Metaphysical Considerations*.

particulière est inhérente à la notion d'émergence, si cette dernière veut posséder un intérêt réel dans le monde. Elle lui est donc nécessaire. Cependant, nous verrons qu'elle présente, selon l'analyse de Kim, des incohérences. En résumé, il dit que « l'émergentisme ne peut vivre ni sans la causalité descendante ni avec elle »²⁰. Nous développerons tout cela dans la cinquième partie de notre exposé. Voici globalement le schéma et la teneur du texte qui va suivre.

I. Présentation de la position de Kim

Tout d'abord, Kim est un philosophe de l'esprit, il s'intéresse donc au mental, à la conscience et à son rapport avec le corps. C'est dans ce contexte qu'il sera amené à interroger la notion d'émergence. La question du rapport entre le corps et l'esprit est un sujet traditionnel en philosophie, il a fait couler beaucoup d'encre et cela s'est accentué avec le développement des sciences en général et des neurosciences en particulier. De nombreuses théories se sont succédé et opposé à ce sujet au fil des siècles, l'émergence se présentant comme une alternative possible au dualisme et au monisme.

Sur ce sujet précis, Kim a défendu diverses positions au cours de sa carrière, souvent situées à proximité du réductionnisme. Il considère l'émergence comme une forme de physicalisme non-réductionniste et critiquera vivement cette position – ce que nous allons voir plus loin. Nous pouvons déjà dire qu'il a analysé les différentes positions possibles entre le monisme – le réductionnisme complet et total du mental au physique – et le dualisme et a tiré comme conclusion qu'aucune d'entre elles, dont fait partie l'émergentisme, ne tient la route. Pour sa part, Kim considère que le réductionnisme est assez facilement rejeté et pense que, retravaillé, il peut répondre à certaines interrogations sur les rapports corps/esprit. Sa position peut être qualifiée de réductionnisme fonctionnaliste. Certains états mentaux peuvent être réduits fonctionnellement à leurs réalisateurs neuronaux, tandis que d'autres, ceux que l'on nomme les *qualia*²¹ ne sont pas réductibles mais ceux-ci sont de nature différente et

20 KIM, J., Chapitre 1 in *Trois essais sur l'émergence*, op.cit., p. 5.

21 Le terme *qualia* regroupent les différentes expériences perceptives, sensorielles et affectives que l'on peut ressentir (la perception de la couleur rouge, la sensation d'un objet granuleux ou le sentiment d'anxiété par exemple).

n'ont pas d'influence causale sur le monde physique²². Kim se situerait donc du côté du réductionnisme pour la plupart des états mentaux et du côté du dualisme pour les *qualia*. Nous aurons l'occasion de nous pencher sur la notion de réduction fonctionnelle dans la troisième section de cette partie. Cependant, nous pouvons déjà affirmer, comme le nom nous le fait comprendre, que cette position s'opposera à celle des émergentistes.

Cela étant, parmi les différentes positions à l'égard des rapports entre l'esprit et le corps, l'émergence semble être une position intéressante, désirant se situer le plus possible entre la réduction totale et le dualisme, laissant donc une part de réalité à l'esprit, réalité distincte du monde corporel et cependant pas totalement coupée de celle-ci. Pour pouvoir expliquer cette apparente contradiction, les émergentistes basent leur position sur deux thèses fondamentales : la continuité et la discontinuité. L'élément émergent – que ce soit une propriété, une entité ou une loi – doit être en continuité avec sa base, il ne peut y avoir de fossé entre les deux et doit persister une relation forte, mais cet élément doit également être en discontinuité avec celle-ci, le lien ne peut pas être trop fort au risque de réduire l'élément émergent à cette base. C'est à partir de ces deux thèses fondamentales, en tentant de les pousser le plus loin possible pour les comprendre, que Kim va se pencher sur l'émergence en tant que concept. Dans son analyse, en effet, il ne va pas s'intéresser à l'émergence en philosophie de l'esprit, mais bien à l'émergence en tant que concept reposant sur des thèses bien précises. Cette analyse se veut donc générale et applicable à tous les domaines où l'on pourrait rencontrer des défenseurs de l'émergentisme.

La position de Kim à propos de l'émergence consiste dans le fait que les quatre thèses sur lesquelles repose l'émergence sont incompatibles entre elles. Nous avons vu plus haut que l'émergence se base sur les notions de continuité et de discontinuité par rapport à la base. Cela se caractérise, selon Kim, par la notion de survenance pour la continuité et celle de causalité descendante pour la discontinuité²³. Ces deux thèses, propres à l'émergence, seront chacune analysées plus loin dans une section de ce chapitre. En plus de celles-ci, Kim soutient qu'il faut également prendre en compte deux autres thèses, inhérentes celles-ci au domaine de la philosophie des sciences. Ces

22 KIM, J., *L'esprit dans un monde physique* (trad. F. Athané et E. Guinet), Paris, Editions d'Ithaque, 2014, p. 106.

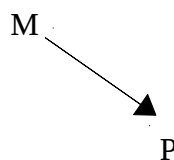
23 La causalité descendante assure toujours un lien entre l'émergent et sa base mais ce lien va dans le sens opposé à celui assuré par la survenance. Nous discuterons de cela dans la quatrième section de cette partie.

principes sont ceux de la clôture causale du monde physique et de l'exclusion de la surdétermination causale.

Commençons par le premier principe. La clôture causale du monde physique est un concept reprenant globalement l'idée que le monde physique est causalement clos. Ce concept possède de multiples occurrences dans la littérature scientifique et philosophique et, de ce fait, il n'existe pas de véritable définition acceptée par tous. Nous allons donc ici nous limiter à la formulation que Kim propose dans un de ses articles²⁴. La clôture causale est la thèse selon laquelle « any physical event that has a cause at time t has a physical cause at t »²⁵. Si un événement physique possède une cause à un certain moment, cette cause sera physique. Formulé autrement, cela signifie que si nous retraçons l'ascendance causale d'un événement physique – si nous remontons de cause en cause –, nous ne devrions jamais sortir du domaine physique²⁶. C'est ceci que comprend Kim derrière l'idée que le monde physique est causalement clos.

Le second principe, l'exclusion de la surdétermination causale, est l'idée selon laquelle il ne peut y avoir plusieurs causes distinctes suffisantes pour un même effet. Ce principe a été développé par Kim, comme la plupart des autres concepts que l'on va aborder, depuis son domaine de prédilection, à savoir les questions du rapport entre le mental et le physique et de la causalité mentale. Kim s'interroge donc sur la signification de la causalité mentale, à savoir sur l'influence causale que peut avoir un événement mental sur le monde physique. Tentons de clarifier cela avec un schéma :

Niveau mental



Niveau physique

24 Nous reviendrons sur ce concept et analyserons d'autres définitions dans la troisième partie de notre travail.

25 KIM, J., « The Myth of Nonreductive Materialism » in *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association*, Vol. 63, No. 3. (Nov. 1989), p. 43.

26 *Ibidem*, p. 43.

Dans ce schéma, nous avons un événement mental *M* qui cause un événement physique *P*. Cela représente par exemple le cas où nous pensons bouger notre bras et que celui-ci bouge effectivement – une événement mental, la volonté, a causé un événement physique. Cependant, selon le principe de clôture causale présenté ci-dessus, nous devons supposer une cause physique *P** à l'événement physique *P*. C'est ici qu'apparaît la difficulté :

« Mais reconnaître que *p* a aussi une cause physique, *p**, à l'instant *t*, soulève la question suivante : étant donné que *p* a une cause physique *p**, quelle est la contribution causale de *m* ? La cause physique menace par conséquent d'exclusion, et de préemption, la cause mentale. Tel est le problème de l'exclusion mentale. »²⁷

L'événement *P* pourrait être entièrement expliqué par sa cause *P** et dans ce cas-là la cause *M* n'a plus lieu d'être. Ce principe peut être mis en lien avec un autre, souvent repris par Kim, défendu au départ par Samuel Alexander, philosophe des sciences du début du XX^{ème} siècle. Ce principe, appelé dicton d'Alexander, recouvre l'idée selon laquelle être réel, avoir une existence propre revient à avoir des pouvoirs causaux singuliers, à avoir une influence causale singulière sur le monde²⁸. Si l'on suit ce principe, deux propriétés qui causeraient toutes deux un même effet ne posséderaient pas d'existence distincte, puisque pas de pouvoirs causaux distincts. L'une des deux propriétés sera nécessairement réduite à l'autre, selon ce principe.

Ces deux dernières thèses sont indiscutables pour Kim, elles font partie des présupposés présents dans toute réflexion portant sur la causalité en sciences. Elles ne peuvent donc être abandonnées, ou du moins pas sans une justification claire. Cependant, c'est la combinaison de ces thèses avec celles de l'émergence – causalité descendante et survenance – qui n'est pas consistante, cohérente. C'est ce qui fera dire à Kim que l'émergence n'est pas une théorie acceptable. Nous allons nous centrer plus précisément sur les thèses propres à l'émergence et nous allons voir que non seulement elles ne sont pas compatibles avec les deux autres thèses, mais qu'en plus elles possèdent des incohérences en leur sein. Penchons-nous tout d'abord sur la première

27 KIM, J., *L'esprit dans un monde physique*, op.cit., p. 40.

28 ALEXANDER, S., *Space, time and diety*, Vol. II, Londres, Macmillan and Co., 1920.

thèse, celle de la survenance, qui remplit le rôle de la continuité entre l'émergent et sa base.

II. Le rapport ascendant : la survenance

La première composante de l'émergence à laquelle nous allons nous intéresser est la survenance. Kim consacre différents papiers à cette notion, nous allons donc tenter de suivre son raisonnement. Il inscrit sa réflexion sur la survenance dans le cadre plus général de la question de la dépendance entre faits, événements ou propriétés. Voici comment, dans un premier sens, il entend considérer cette survenance :

« It is useful to think of supervenience as belonging in that class of relations, including causation, that have philosophical importance because they represent ways in which objects, properties, facts, events, and the like enter into dependency relationships with one another, creating a system of interconnections that give a structure to the world and our experience of it. »²⁹

Tout d'abord, avant toute analyse de cet extrait, nous devons signaler que Kim présente ce rapprochement entre la survenance et la classe de relations de dépendance comme étant « utile ». Nous pourrions donc comprendre cela comme une analyse de la survenance qui l'arrange, qui lui convient dans son analyse ciblée, mais cela ne garantit en rien la validité de cette classification de la survenance en relation de dépendance. Il est clair ici que nous sommes dans la pensée de Kim, qui présente l'émergence, et par là la survenance, comme il la conçoit. Cela ne veut pas non plus dire que toute cette présentation et cette classification est à rejeter, mais il est important de garder cela à l'esprit lorsque nous tenterons de tirer des conséquences plus générales de ces notions.

Cette remarque étant faite, nous pouvons déceler dans cette présentation qu'il sera question de relations entre différentes choses – des faits, des événements, des objets –, qui plus est, de relations de dépendance. Nous allons voir à présent dans quel sens Kim entend cette dépendance ainsi que son corollaire, la détermination – qui selon Kim

²⁹ KIM, J., « Concepts of Supervenience » in *Philosophy and Phenomenological Research*, Vol. 45, N°2 (Dec. 1984), p. 154. Dans un souci de fidélité aux auteurs, nous avons décidé de laisser les extraits dans leur langue originale.

doit également faire partie de la relation présente à la base de l'émergence. Kim va présenter trois grandes catégories de survenance : la faible, la forte et la globale. Après cette présentation, il se centrera sur une en particulier, et nous tenterons de comprendre pourquoi et quelles conséquences cela implique.

Centrons-nous tout d'abord, en suivant l'ordre proposé par Kim, sur la survenance faible. Cette qualification est bien évidemment du fait de Kim lui-même, qui considère cette version comme faible. Se basant sur la lecture d'autres auteurs, comme par exemple Richard M. Hare ou Donald Davidson, Kim présente la survenance telle qu'elle est présente dans la littérature philosophique et scientifique. Voyons ce qu'il en retire. Dans la définition qu'il propose, A et B sont des familles non vides de propriétés :

« *A weakly supervenes on B if and only if necessarily for any x and y if x and y share all properties in B then x and y share all properties in A – that is, indiscernibility with respect to B entails indiscernibility with respect to A.* »³⁰

Kim nous propose donc cette définition à la suite de ce qu'il comprend de la notion de survenance présentée dans la littérature philosophique. Dans cette définition, il est question d'indiscernabilité. Si deux entités, deux objets, ou quoi que ce soit, partagent exactement les mêmes propriétés dans l'ensemble de base (B), ils partageront également, et ce nécessairement, les mêmes propriétés dans l'ensemble survenant (A). Selon Kim, la conséquence directe de cette survenance est que toute différence dans A doit être justifiée par une différence dans B³¹. Cependant, il considère que cette définition n'est pas assez forte. En effet, il souhaiterait, dans la vision qu'il a de la survenance et de la notion de détermination qu'il lui veut liée, que le fait de poser une propriété dans l'ensemble de base engendre inéluctablement la position de la propriété émergente. En effet, selon lui la survenance telle qu'elle est proposée – faiblement – laisse des zones floues dans l'ensemble survenant. Il serait possible qu'une entité possède des propriétés en B mais que cela n'engendre pas nécessairement la possession des propriétés en A. Cela dépendrait de l'existence d'autres mondes possibles, et évidemment du fait que dans cette définition, la base ne détermine pas l'existence du survenant. Kim nous propose donc une autre définition pouvant répondre à ce manque :

³⁰ *Ibidem*, p. 158. L'auteur souligne.

³¹ *Ibidem*, p. 158.

« *A strongly supervenes on B just in case, necessarily, for each x and each property F in A, if x has F, then there is a property G in B such that x has G, and necessarily if any y has G, it has F.* »³²

L'ajout de la seconde occurrence du terme 'nécessairement' permet à Kim de considérer cette définition comme étant suffisamment forte pour contenir en elle la détermination et la dépendance. En effet, nous voyons ici que la possession d'une propriété G dans un ensemble de base entraînera nécessairement, donc déterminera l'existence et la possession de la propriété F dans l'ensemble survenant. Avec cette définition, Kim possède sa relation suffisamment forte pour assurer la dépendance du survenant sur sa base. Posséder G entraînera uniquement la possession de F et rien d'autre. On ne pourra posséder l'un sans l'autre.

Dans la première définition, celle de la survenance faible, la nécessité n'allait que dans un sens, dans le sens de la dépendance – F dépendait de G – mais la version forte de la définition ajoute la nécessité ascendante, celle de la détermination – G détermine F. Il est important de noter ici que détermination ne signifie pas prédictibilité. Cette dernière recouvre le fait que si l'on connaît la base, l'on va pouvoir prédire dans tous les cas ce qui va émerger. Prédictibilité implique donc détermination, mais la réciproque n'est pas vraie. Dans la détermination, il est question du fait que l'existence de la base implique nécessairement l'existence de l'élément survenant, que fixer la base fixe également l'élément survenant. Mais il n'est pas pour autant possible de prédire ladite propriété survenante et ses caractéristiques depuis la connaissance de la base et de son existence. Nous reviendrons sur cette notion de prédictibilité plus loin.

Un autre point qui retient notre attention est l'usage du terme 'nécessairement' et son implication à différents niveaux de la définition de la survenance. Nous venons de voir que l'ajout de la seconde occurrence de ce terme rend la survenance plus forte, et donc plus proche de ce que Kim comprend de cette notion et de sa présence dans la doctrine émergentiste. Il fait un commentaire assez court sur le type de nécessité auquel nous avons affaire. Il spécifie tout d'abord que préciser ce type de nécessité ne peut se faire que si l'on connaît plus de choses sur la relation de survenance en question. En

32 *Ibidem*, p. 165.

effet, selon Kim, la nécessité ne sera pas la même si l'on est dans le cas de la survenance de caractéristiques morales sur des propriétés naturelles, s'il s'agit de survenance psychophysique ou bien de survenance méréologique – cas où les propriétés du tout surviennent sur les propriétés des parties. En fonction de ces cas, la nécessité peut prendre différentes formes, dont deux principales : la forme de nécessité métaphysique, aussi appelée logique, ou bien la forme de nécessité nomologique, physique. Kim n'explique pas clairement la différence entre les deux, il spécifie simplement que dans le cas d'une survenance des propriétés morales sur les propriétés naturelles, les deux occurrences de la nécessité peuvent toutes les deux être interprétées soit comme étant des nécessités logiques, métaphysiques. Il poursuit :

« For psychophysical supervenience it is possible to interpret the first occurrence as metaphysical necessity and the second as nomological necessity, it is also possible to interpret both as metaphysical, or both as nomological. In the case of mereological supervenience the most plausible construal may be that the first occurrence signifies metaphysical necessity and the second nomological or physical necessity. »³³

Pour comprendre cela, nous allons nous pencher uniquement sur le cas de la survenance méréologique – c'est la seule qui nous présente clairement les deux types de nécessités, mais en plus c'est le type de survenance dont il pourra être question par la suite, dans la défense de l'émergence par Hendry. Dans ce cas donc, Kim nous dit que la première occurrence, celle qui assure la dépendance du survenant à sa base – ici, les propriétés des parties constitutives –, est un type de nécessité métaphysique. Pour la seconde occurrence, celle qui assure la détermination du survenant par sa base, il serait question d'une nécessité nomologique, ou physique.

La survenance est nécessaire à l'émergence, cependant elle ne lui est pas suffisante. En effet, selon les émergentistes, la survenance peut aboutir à l'existence de deux types de propriétés. Le premier, et celui bien entendu qui nous occupe, est la propriété émergente, dépendante de la base sur laquelle elle survient, mais non-prédictible à partir cette dernière. Le deuxième recouvre les propriétés résultantes. Ces

33 *Ibidem*, p. 166.

dernières surviennent sur une base, tout comme les propriétés émergentes, mais là où apparaît la réelle différence, c'est que les propriétés résultantes sont calculables et prédictibles à partir de leur base, là où les émergents ne le sont pas. En effet, la caractéristique de nouveauté qui fonde l'émergence sous-entend une imprédictibilité. Ce qui est neuf surprend par son existence. C'est ce qu'en dit Kim, tentant de comprendre au mieux les émergentistes : « an emergent property is new because it is unpredictable »³⁴.

A la suite de cette distinction entre émergent et résultant, une précision doit être apportée à propos de la prédictibilité. Affirmer qu'une propriété n'est purement et simplement pas prédictible n'est pas vrai, et même contradictoire avec la notion de survenance, qui fonde l'émergence. En effet, la survenance sous-entend que si l'on possède les mêmes propriétés de base qui ont déjà vu naître une certaine propriété émergente, il en résulte nécessairement que cette même propriété va émerger. Pour Kim, il faut donc distinguer la prédictibilité inductive de la prédictibilité théorique. La première dépend de l'expérience et de la récurrence. Si, à chaque fois que nous avons une certaine base M, est instanciée une propriété émergent E, nous pouvons prédire à force d'expérience de récurrence observée, que M instanciera E. Nous pouvons induire l'émergence d'une propriété.

« More generally, on the basis of such empirical data we may have a well-confirmed "emergence law" to the effect that whenever a system instantiates basal condition M it instantiates an emergent, E »³⁵

L'autre type de prédictibilité, la théorique, est celle qui caractérise les propriétés résultantes. L'idée est la suivante : si nous connaissons l'entière des propriétés de base, nous pouvons calculer et prédire la propriété résultante. Kim souligne que la complexité des calculs ne changent rien au fait qu'une propriété soit prédictible. Se pose ici une différence ontologique radicale entre des propriétés émergentes et résultantes. En effet, la connaissance de l'entière des propriétés de base et le calcul à partir de celles-ci pourraient prendre des années, voire des siècles, et être d'une infinie complexité, il

34 KIM, J., « Making Sense of Emergence » in *Philosophical Studies*, N°95 (1999), p. 8.

35 *Ibidem*, p. 8.

n'en reste pas moins qu'une propriété résultante sera calculable. L'émergence n'est donc pas le résultat d'un manque de connaissances ou de moyens, comme peuvent le sous-entendre certains détracteurs – dont ne fait pas partie Kim sur ce point. Selon eux, les propriétés que l'on pourrait considérer comme émergentes sont en fait d'une grande complexité, rien de plus. Avec suffisamment de temps et de moyens, nous pourrions arriver à tout calculer, et de ce fait, à tout prédire.

Comme nous venons de le souligner, Kim, bien que réfutant la possibilité de l'émergence, ne se retrouve pas dans cette critique. Désireux de comprendre au mieux la théorie de l'émergence, il ne s'arrête pas à ce stade. En effet, comme nous l'avions signalé plus haut, son travail porte sur le sens même de l'idée d'émergence, il va donc l'analyser et la décortiquer, et là où pourraient apparaître des incohérences qui feraient s'écrouler cet édifice, ça ne peut être qu'au cœur même des idées fondant l'émergence. Réfuter cette dernière en la considérant comme une simple explication *ad hoc*, en attendant que nos connaissances se perfectionnent, ce n'est pas rendre justice à cette notion qui possède une importance grandissante dans les milieux scientifique et philosophique.

Justement, c'est au cœur de la notion même de survenance, fondatrice de l'émergence, que Kim perçoit des failles. La première est une question simple, à laquelle ne répondent pourtant pas les émergentistes : pourquoi, et comment, certaines propriétés survenantes sont émergentes, alors que d'autres ne sont que résultantes ? Qu'est-ce qui fait que, sur la même base, des propriétés apparaissent authentiquement nouvelles et imprédictibles, alors que l'existence d'autres peut être anticipée et expliquée ? Cela doit dépendre purement et simplement de la nature de la propriété, rien de plus. L'absence de réponse et d'explication claire de cette distinction la rend quelque peu bancale. Mais une autre faille, bien plus importante, vient ébranler cet édifice. Selon Kim, la survenance ne peut être considérée comme une relation naturelle homogène³⁶. Elle est évoquée par bon nombre de théories, parfois bien différentes. Voilà pourquoi Kim considère la survenance plutôt comme une corrélation entre des propriétés, qui doit être expliquée par une relation plus profonde et plus forte, comme pourrait l'être la causalité par exemple. La survenance, pour être réellement informatrice sur la relation qui existe entre la base et le niveau supérieur, doit elle-même être expliquée. Cela

36 KIM, J., « Emergence : Core ideas and issues » in *Synthese*, N°151 (2006), p. 555.

pourrait, par exemple, nous permettre de répondre à la première question, à savoir la différence entre un émergent et un résultant. Cependant, l'émergence dans sa constitution ne nous permet pas de déterminer cette relation plus profonde. En effet :

« So the demands of emergentism make the supervenience relation involved in emergence necessarily unexplainable; we cannot know what kind of dependence grounds and explains the supervenience relation involved in emergence. »³⁷

Voici donc une limite, interne à l'émergence, qui découle de l'analyse précise et consciencieuse de Kim.

Cela peut nous aider à conclure cette première partie sur la survenance. Cette dernière, tout d'abord, représente la forme de dépendance minimale nécessaire à l'émergence – on pourrait accepter une relation plus forte – mais pas suffisante, puisqu'elle peut aboutir à des propriétés non émergentes, dites résultantes, et de plus, elle est admise par de nombreuses autres théories, différentes de l'émergentisme. En second lieu, même si cette survenance était suffisante à déterminer l'émergence, elle n'est elle-même pas assez définie pour être consistante.

« The upshot is that the supervenience condition on emergence simply amounts to the assertion that there is an in-principle unexplainable covariation between the putatively emergent properties and their base properties. »³⁸

Définir l'émergence par la survenance n'est donc, bien évidemment, pas suffisant. Il est clair qu'il faudra en plus y adjoindre l'irréductibilité, mais la survenance en tant que telle n'est pas un concept déterminant, en premier lieu car il n'est pas assez déterminé. Voici donc, selon Kim, un premier nuage dans le ciel de l'émergence.

Maintenant que nous avons présenté l'élément qui assure la continuité entre l'émergent et sa base, nous allons présenter les éléments de discontinuité, qui prennent la forme de l'irréductibilité et de la causalité descendante. Nous allons débiter par la première, constituant fondamental de l'émergence.

37 *Ibidem*, p. 556. L'auteur souligne.

38 *Ibidem*, p. 556. L'auteur souligne.

III. L'irréductibilité

Pour les émergentistes, et nous l'avons déjà abordé plus haut, une propriété émergente doit répondre à deux critères centraux : la dépendance et la nouveauté – ou continuité et discontinuité. Le concept de survenance nous a permis de répondre à l'exigence de dépendance, même s'il était insuffisamment déterminé. La nouveauté sera grandement défendue par la causalité descendante et les pouvoirs causaux que devront manifester les émergents. Cependant, un autre concept nous permet de prendre distance de la base d'émergence : l'irréductibilité. En effet, même si le phénomène émergent dépend irrémédiablement de sa base, il ne peut y être réduit, sinon il ne serait rien de neuf ni de différent de cette même base. L'émergentisme, soutenant l'irréductibilité, s'oppose radicalement au réductionnisme :

« Le réductionnisme affirme, et l'émergentisme rejette, la déductibilité de toutes les propriétés d'un tout à partir des propriétés du niveau de base – les propriétés et les relations de ses composants. »³⁹

Irréductibilité signifie donc non-déductibilité, pour l'émergentisme. Afin de bien percevoir tout ce que pourrait impliquer cette deuxième composante de l'émergence qu'est l'irréductibilité, tentons d'abord d'en saisir le versant positif, à savoir la réductibilité, ou plus généralement, la réduction. En effet, comme nous l'avons signalé dans l'introduction, le concept d'irréductibilité, étant négatif, nous informe sur ce que l'émergence n'est pas plutôt que sur ce qu'elle est. Une propriété émergente n'est donc pas réductible, mais qu'est-ce que cela signifie ?

En rejetant la réduction, l'émergentisme rejette surtout, comme nous venons de le voir dans la citation ci-dessus, la déductibilité d'une propriété d'un tout à partir de celles du niveau de base. Mais qu'entend-on pas cette déduction ? Kim, se faisant lecteur des émergentistes britanniques, associe la notion de déductibilité avec celles de prédictibilité et d'explicabilité. Voici comment ces deux concepts sont définis :

³⁹ *Ibidem*, p. 12.

« *La prédictibilité.* L'occurrence de M – le fait que M soit instancié à un moment donné – peut être prédite à partir de l'occurrence de $N_1, \dots, N_n$; l'information complète concernant le cas où $N_1, \dots, N_n$ sont instanciées dans un système suffit pour prédire si le système instancie M.

L'explicabilité. La raison pour laquelle un système instancie M peut être expliquée, comprise, et rendue intelligible à partir du fait qu'il instancie $N_1, \dots, N_n$. »⁴⁰

Une loi ou un phénomène émergent ne peut donc, selon les critères de l'émergentisme britannique, être ni prédit ni expliqué par sa base d'émergence.

Pour assurer la cohérence du critère d'irréductibilité présent dans l'émergence, il semble utile de présenter un modèle de réduction précis qui inclut la prédictibilité et l'explicabilité. De fait, nous avons précisé de nombreuses fois que, l'irréductibilité étant une notion négative, il est nécessaire de développer clairement le concept même de réduction afin de comprendre au mieux ce que refuse l'émergentisme. Cela, Kim l'a bien compris, et s'attelle donc à chercher un modèle de réduction pertinent dans le domaine qui nous occupe.

a) La réduction de Nagel

Kim se penche tout d'abord sur un modèle très présent en philosophie contemporaine : la réduction de Nagel. Cette réduction se fait entre deux théories :

« La réduction d'une théorie (dite "théorie secondaire") à une autre (dite "théorie primaire") s'opère ici à l'aune des deux conditions suivantes : (1) les concepts de la théorie secondaire doivent être "connectés" – ou plus généralement "connectables" – aux concepts de la théorie primaire [*condition de connectabilité*] et (2) les lois de la théorie secondaire doivent être déduites – ou au moins déductibles en principe – à partir des lois de la théorie primaire, conjointement aux connexions conceptuelles établies en (1) [*condition de déductibilité*]. »⁴¹

Il est ici question de déductibilité, ce modèle pourrait donc convenir à l'entreprise qui

40 *Ibidem*, pp. 9-10. Le traducteur souligne.

41 SARTENAER, O., *op.cit*, pp. 119-120. L'auteur souligne.

nous occupe. En effet, si ce modèle accepte la déductibilité, pourraient suivre la prédictibilité et l'explicabilité. Cependant, Kim considère ce modèle trop faible philosophiquement. Pour lui, la déductibilité en question s'établit conjointement aux 'lois-ponts', à des lois de connexion entre les théories primaire et secondaire. Il s'agit, selon Kim, de prémisses qui vont permettre la dérivation de la réduction. Ce qui pose problème ici, c'est que ces prémisses sont, selon Kim, inexplicables⁴². Il semble donc rejoindre les émergentistes en considérant l'usage de ces prémisses comme une pétition de principe⁴³. La déductibilité ne peut donc se faire qu'à partir de ces lois-ponts, malheureusement inexplicables et par conséquent non-valides.

Un point intéressant à souligner est que cette réduction de Nagel porte exclusivement sur le domaine épistémologique, inter-théorique. Il est en effet question de réduire une discipline, un modèle explicatif à un autre, et non des propriétés en tant que telles, rien d'ontologique :

« Enfin, comme l'appellation même de la réduction nagélienne le suggère, ce sont des *théories* qui sont réduites – et ce sont dans ce contexte des *lois* et plus généralement des *énoncés* qui sont déduits – non des *propriétés* naturelles en tant que telles. »⁴⁴

Nous pouvons ici être interpellés par le fait que, dans toute la critique qui amène Kim à rejeter ce modèle de réduction, il n'est nullement mentionné la nature théorique de celui-ci. Nous avons pourtant avancé plus haut que Kim semblait se pencher sur l'émergence ontologique, en questionnant l'apparition de propriétés en elles-mêmes, plutôt que sur les langages et les disciplines décrivant celles-ci. La lecture des articles de Kim ne nous permet pas d'expliquer l'oubli, volontaire ou non, de la nature de la réduction nagélienne. Cependant, nous pouvons nous pencher sur le caractère purement théorique de la réduction de Nagel pour tenter de répondre à cette interrogation. En effet, nous pourrions retourner la question en nous demandant pourquoi Nagel ne considère que le point de vue épistémologique de la science. L'auteur ne se positionne pas clairement sur ce choix, mais nous pouvons sentir dans son argumentation son

⁴² KIM, J., Chapitre 1, *op.cit.*, p. 13.

⁴³ *Ibidem*, p. 14.

⁴⁴ SARTENAER, O., *op.cit.*, p. 121. L'auteur souligne.

rapport à l'ontologie. Voici un extrait dans lequel Nagel évoque la nature des atomes d'oxygène et d'hydrogène :

« [...] when we are said to improve or enlarge our knowledge concerning the "nature of H and O", what we are doing in effect is replacing one theory about H and O with another theory ; and the fact that H and O combine to form water can be deduced from the second theory does not contradict the fact that the statement cannot be deduced from the initial set of premises. »⁴⁵

Nous pouvons comprendre de cet extrait qu'on ne peut parler d'ontologie sans parler d'épistémologie pour Nagel. Quand il est question d'acquérir de la connaissance à propos de la nature d'un élément quelconque, Nagel considère qu'il s'agit en fait d'un changement de paradigme théorique. Notre modèle se modifie, voire se transforme en un tout autre. C'est comme si l'élément auquel la théorie se rapportait importait peu, ou du moins n'était pas le point central. Les théories semblent avoir une existence distincte les unes des autres, cela permettant qu'elles s'opposent sans se contredire. Les deux théories à propos de l'eau et de l'anticipation de sa formation par la combinaison d'atomes d'oxygène et d'hydrogène ont toutes deux été considérées comme vraies mais à des moments différents⁴⁶. Cela ne veut pas dire que la nature des ces éléments a changé, mais bien que nos théories à leur propos se sont modifiées. Et c'est ce qui semble être le plus important pour Nagel, comme si nous n'avions dans tous les cas pas d'accès possible à la nature en tant que telle, donc à l'ontologie et que par conséquent nous devions rester centrés sur les théories, elles seules étant à notre portée. Il y aurait donc chez Nagel une prise de position de ne pas interroger les relations ontologiques puisque nous ne pourrions y avoir accès. Basée sur ce présupposé, la réduction inter-théorique qu'il développe aura un grand retentissement en philosophie des sciences. Interroger et interpréter la réduction nagélienne de cette manière peut nous permettre de comprendre pourquoi Kim s'y intéresse sans s'inquiéter de sa teneur uniquement théorique.

45 NAGEL, E., *The structure of Science. Problems in the Logic of Scientific Explanation*, Londres, Routledge & Kegan Paul Ltd, 1961, p. 372.

46 Ceci peut être mis en lien avec les théories de la connaissance développées entre autre par Karl Popper (*La logique de la découverte scientifique*, 1934) et Imre Lakatos (*Preuves et réfutations*, 1984).

Ce que nous pouvons affirmer, c'est que, même si les analyses de Kim sur l'émergence semblent porter plutôt sur le versant ontologique de l'émergence, il est bien question avec lui d'interroger cette émergence en tant qu'idée, en tant que concept tant scientifique que philosophique. Ses critiques doivent donc pouvoir s'appliquer autant à l'interprétation ontologique qu'épistémologique.

b) La réduction fonctionnelle

Ayant donc cerné les limites de ce modèle de réduction, Kim va en proposer un autre qui pourra répondre plus, selon lui, à la question de l'explicabilité et de la prédictibilité. Pour rappel, une propriété qui sera dite réductible devra donc être explicable et prédictible à partir de la base à laquelle elle sera réduite. Le modèle qu'il va proposer est celui de la réduction fonctionnelle. Il va donc être question de réduire fonctionnellement une propriété à sa base. Pour cela, Kim précise qu'il va falloir donner à la propriété qui nous intéresse « une interprétation fonctionnelle – c'est-à-dire en la construisant selon le rôle causal qu'elle doit jouer »⁴⁷. Dans la réduction fonctionnelle, il sera donc question de relations causales – un socle solide absent, selon Kim, de la réduction nagélienne. Afin de comprendre ce que cela signifie, prenons un exemple dans lequel Kim donne une définition fonctionnelle d'une propriété macrostructurelle, la douleur :

« *Éprouver de la douleur* =_{def} être dans un état qui est typiquement causé par un traumatisme et par une lésion tissulaire et qui cause typiquement un comportement d'évitement. »⁴⁸

Nous pouvons voir que, dans cette définition, l'attention est portée non seulement sur ce que cause la douleur, l'action qui découle de son existence, mais également ce par quoi elle est causée, ce qui cause son existence. Kim affirme que « cette définition relie conceptuellement la douleur aux propriétés physiques et comportementales »⁴⁹. L'exemple de la douleur revient régulièrement dans les textes de Kim, étant donné que

47 KIM, J., Chapitre 2, *op.cit.*, p. 39.

48 KIM, J., Chapitre 1, *op.cit.*, p. 14. Le traducteur souligne.

49 *Ibidem*, p. 14.

ce dernier interroge l'émergence en lien avec la discipline dans laquelle elle est la plus questionnée actuellement, à savoir la philosophie de l'esprit. Etablir une telle définition équivaut à la première étape de la réduction fonctionnelle, qui en comportera trois. Cette première étape est appelée par Kim la fonctionnalisation de la propriété. Nous allons suivre ici pas à pas l'argumentation et les étapes présentes dans le texte original afin de cerner au mieux cette réduction fonctionnelle qui, rappelons-le, nous servira de base de compréhension pour l'émergence en exprimant ce à quoi cette dernière s'oppose.

Nous allons tout d'abord circonscrire le terrain que nous allons occuper. Ce dernier se compose d'une propriété E et d'un domaine de propriétés B, servant ici de base de réduction – mais il pourra également comporter les conditions de base des propriétés émergentes⁵⁰. Voici donc les trois étapes de la réduction fonctionnelle :

« Étape 1 : *Fonctionnalisation de E*

E doit être construit ou reconstruit comme une propriété définie par ses relations causales-nomiques avec les autres propriétés, en particulier celles de la base de réduction B. »⁵¹

Nous retrouvons dans cette première étape ce qui était présent dans la définition de la douleur. En effet, il est question de relier causalement une propriété à d'autres, sur d'autres niveaux – en gardant tout de même en tête que le niveau qui nous intéresse le plus est celui de la base, mais cela n'est pas exclusif des autres propriétés. A la suite de cette première étape, Kim propose la définition fonctionnelle d'une propriété :

« *Avoir E =_{def} Avoir une certaine propriété P dans B telle que (1) C₁, ..., C_n cause l'instanciation de P et que (2) P cause l'instanciation de F₁, ..., F_n.* »⁵²

Cette définition est une généralisation de celle de la douleur que nous avons vue plus haut – avoir E correspondant à éprouver de la douleur, P à l'état particulier, C₁, ..., C_n étant le traumatisme et la lésion tissulaire, et F₁, ..., F_n correspondant au comportement

50 KIM, J., Chapitre 2, *op.cit.*, p. 40.

51 *Ibidem*, p. 40.

52 *Ibidem*, p. 41.

d'évitement. Dans ce cadre-ci, avoir une propriété E revient à avoir une propriété ainsi que ce qui la cause et ce qu'elle cause. Passons à l'étape suivante, mais pour cela signifions d'abord que peut être appelé réalisateur de E toute propriété P dans B qui souscrit aux conditions (1) et (2)⁵³ :

« Étape 2 : *Recherche des réalisateurs de E dans B*

Si la réduction ou l'explication réductrice d'une instance particulière de E dans un système donné est requise, nous devons trouver la propriété particulière réalisant P en vertu de laquelle E est instancié dans ce système à cette occasion ; de même pour les classes du système appartenant aux mêmes types d'espèce ou de structure. »⁵⁴

Cette étape, cruciale pour toute tentative de réduction, n'en est pas moins difficile à réaliser correctement. En effet, nous devons pouvoir

« décider quelle part de ce que nous connaissons (ou croyons) à propos des implications causales-nomiques de E doit être considérée comme *définissant* E, ou *étant constitutive* de E, et quelle part sera laissée de côté. »⁵⁵

Cela implique une analyse poussée des propriétés qui nous intéressent, mais également de notre attitude vis-à-vis de celles-ci. Kim ne néglige pas, en développant ce type de réduction, le caractère pragmatique non négligeable présent dans toute entreprise scientifique et philosophique. Ce que l'on va considérer comme étant constitutif d'une propriété va également dépendre, en plus ou moins grande partie, de la visée dans laquelle nous réalisons cette entreprise. Tout le monde n'arrivera pas forcément à la même conclusion, mais cela est le cas, comme nous venons de le signaler, pour toute recherche. Il faut donc en être conscient le plus souvent possible et mener cette recherche en conséquence. Penchons-nous à présent sur la dernière étape de cette réduction fonctionnelle :

53 *Ibidem*, p. 41.

54 *Ibidem*, p. 42.

55 *Ibidem*, p. 41. L'auteur souligne.

« Étape 3 : *Recherche d'une théorie (au niveau de B)*

Rechercher une théorie (au niveau de B) qui explique comment les réalisateurs de E accomplissent la tâche causale constitutive de E (soit le rôle causal spécifié dans l'étape 1). Une telle théorie peut également expliquer d'autres relations causales-nomiques significatives dans lesquelles E joue un rôle. »⁵⁶

Cette dernière étape clôture la réduction en cherchant une théorie au niveau de base qui explique la réalisation de la propriété en question⁵⁷. Un point intéressant à soulever est que nous pouvons remarquer qu'il s'agit d'une réduction à la fois ontologique et épistémologique. De fait, il s'agit tout d'abord d'une propriété qui est définie fonctionnellement, analysée puis réduite à une ou des propriétés inférieures, mais également qu'il est question de chercher une théorie permettant d'expliquer la réalisation de ladite propriété à partir de sa base. L'entreprise est d'abord ontologique, puisqu'il est bien question de propriétés et non de lois ou de disciplines. Cela étant, Kim n'oublie pas le fait qu'on ne peut parler d'ontologie qu'avec des théories et qu'il est donc nécessaire de se tourner vers l'épistémologie afin d'expliquer au mieux le phénomène ontologique.

L'analyse précise de ce type de réduction nous permet de voir qu'il est très différent du type nagélien, et ce sur un point fondamental : les lois de correspondance, ou lois-ponts – point central de la critique de Kim. Ici, le lien entre les propriétés de base et les autres est un lien de causalité parfaitement explicable. Ce modèle est donc cohérent selon Kim, mais peut-il remplir la fonction d'antagoniste de l'émergence ? Cette réduction inclut-elle prédictibilité et explicabilité ? C'est ce que nous allons questionner dès à présent.

Kim commence par se pencher sur l'explicabilité. Il est question ici de se demander, à la suite de la fonctionnalisation et de la réduction d'une propriété, pourquoi cette dernière est instanciée et si nous pouvons l'expliquer grâce à la réduction. Ce modèle permet-il de répondre à cette interrogation ? Oui, selon Kim, et cela grâce aux

⁵⁶ *Ibidem*, p. 42.

⁵⁷ Nous considérons que ces trois étapes définissent et rendent cohérente la réduction fonctionnelle. Kim prend cependant la peine de décrypter la valeur réellement réductrice de ce modèle, mais nous ne nous attarderons pas plus sur ce point pour des raisons de concision et de sujet – celui qui nous occupe ici restant l'émergence, et non la réduction fonctionnelle en tant que telle. Pour plus d'informations, voir KIM, J., Chapitre 2, *op.cit.*, pp. 47-51.

réalisateurs de la propriété. En effet, l'identification de ces réalisateurs et le fait qu'il existe des théories de même niveau qui expliquent le fonctionnement de ceux-ci permettent d'expliquer l'existence de la propriété en question⁵⁸. Le fait d'avoir défini une propriété par son rôle causal et ses relations avec d'autres propriétés a permis de déterminer les agents qui rendaient possible l'instanciation de cette propriété – dans l'exemple qui nous a occupé, la propriété E.

La seconde question porte sur la prédictibilité. En plus de pouvoir expliquer l'instanciation de la propriété, pourrait-on la prédire ? La prédiction en jeu ici est bien évidemment la prédiction théorique et non inductive, puisque, comme nous l'avons vu plus haut, même des propriétés émergentes sont prédictibles inductivement étant donné qu'elles dépendent de leur base – dépendance assurée par la survenance – et que nous pouvons donc, à la suite d'observations empiriques et de répétitions, prédire l'apparition de propriétés déjà observées et apparues en la présence des mêmes conditions d'émergence. Selon Kim, il est possible de prédire l'instanciation de la propriété E car, grâce à sa définition, nous pouvons identifier les réalisateurs de la propriété P à partir de la connaissance des relations causales dans le domaine de base⁵⁹ et donc déduire l'apparition de P, et par extension, celle de E. La fonctionnalisation en tant que telle permet cette prédictibilité :

« À l'évidence, ce sont les liaisons conceptuelles engendrées par la fonctionnalisation des propriétés supérieures qui rendent possible le mouvement ascendant depuis la base de réduction jusqu'au propriétés supérieures. »⁶⁰

Kim compare une fois de plus cette réduction fonctionnelle avec la réduction de Nagel, et en tire comme conclusion que la seconde, avec ses lois de correspondance, ou lois-ponts, ne permet qu'une prédiction inductive, là où la première permet cette prédiction théorique. Le fait que la réduction nagélienne soit encore si présente dans le monde scientifique contemporain explique, selon Kim, le fait que l'on ait tant de mal à imaginer d'autres dispositifs physiques manifestant une conscience phénoménale⁶¹. Kim

58 KIM, J., Chapitre 2, *op.cit.*, p. 44-45.

59 *Ibidem*, p. 46.

60 *Ibidem*, p. 46.

61 *Ibidem*, p. 46.

avait posé ce problème plus haut dans son texte, ce dernier étant toujours parcouru du fil rouge de la philosophie de l'esprit. Selon lui, les théories réductionnistes tentant de comprendre le fonctionnement de la réduction de l'esprit au corps, et par réductions successives, à un dispositif physique, ne possèdent actuellement que les « lois de correspondance brutes pour relier les propriétés phénoménales aux propriétés physiques »⁶². Or, comme nous l'avons vu plus haut, ces lois de correspondance restent inexpliquées et ne permettraient donc pas de cerner distinctement les propriétés physiques responsables de l'apparition de la conscience. Voilà pourquoi, selon lui, on ne peut envisager d'autres formes de dispositifs : la réduction n'est pas complète, donc pas instructive.

La réduction fonctionnelle est donc, pour Kim, le modèle parfait sur lequel doit se baser et auquel doit s'opposer l'émergence pour gagner en stabilité et en compréhensibilité. Ce type de réduction contient à la fois l'explicabilité et la prédictibilité, deux critères précis que l'émergentisme rejette. Voici donc l'antagoniste parfait, permettant à l'émergence de se développer, toujours en négatif cependant.

À partir d'ici, nous pouvons mieux comprendre la position de Kim quant aux rapports entre le corps et l'esprit. C'est en effet à cette vision de la réduction que Kim pense lorsqu'il affirme que les états mentaux intentionnels peuvent être réduits à leurs réalisateurs neuronaux. Dans cette catégorie d'états mentaux intentionnels, il place les croyances et les désirs par exemple. Cela étant, il considère que tous les phénomènes mentaux ne sont pas réductibles fonctionnellement. Les émotions sont de ce type. Dans ce cas-là, Kim va se rapprocher d'un dualisme en affirmant que ces états ne sont pas réductibles mais également qu'ils n'ont pas d'actions propres dans le monde, ce sont des épiphénomènes. Ces états mentaux sont d'une autre nature, ils ne sont pas réductibles au monde physique et n'ont aucune influence sur celui-ci. Nous pourrions donc résumer la position de Kim en philosophie de l'esprit comme étant un réductionnisme fonctionnaliste. Nous savons qu'il n'est pas émergentiste dans le cadre de la philosophie de l'esprit, mais sa critique de l'émergence portait sur le concept en lui-même et elle n'est donc pas encore clôturée.

Maintenant que nous avons tenté de comprendre les relations ascendantes qui peuvent exister entre les phénomènes émergents et leur base, nous allons nous pencher

62 *Ibidem*, p. 46.

sur le versant descendant, et sur une relation en particulier, qui fera couler beaucoup d'encre, à savoir la causalité descendante.

IV. La causalité descendante

La caractéristique que nous allons aborder à présent – la causalité descendante – est fondamentale pour l'émergentisme, selon Kim. Cette affirmation part d'une nécessité : les phénomènes émergents doivent avoir une action dans le monde. Cela se traduit, pour certains philosophes, par un certain nombre de pouvoirs causaux singuliers⁶³. Cette caractéristique est cruciale si les phénomènes émergents veulent pouvoir se différencier des épiphénomènes. Il s'agit, pour ces derniers, de phénomènes se surajoutant à d'autres sans exercer d'influence sur ceux-ci. Ils pourraient donc, selon les émergentistes britanniques, être supprimés sans que cela ne change quoi que ce soit. Les phénomènes émergents ne sont justement pas des phénomènes annexes, ils doivent donc exercer sur la réalité de réels pouvoirs. À la suite de la survenance et de l'irréductibilité, la causalité descendante est également un critère nécessaire à l'émergentisme. Cette causalité descendante aurait une importance encore plus grande en philosophie de l'esprit :

« La causalité descendante est d'une importance capitale pour les émergentistes. Ils veulent en effet affirmer que l'émergence de la conscience et de la pensée rationnelle a introduit, au niveau physique, une différence fondamentale dans le monde. C'est grâce à nos pouvoirs mentaux émergents que nous avons construit des cités et des ponts, envoyé des sondes spatiales sur Jupiter et sur Saturne, détruit des forêts humides et troué la couche d'ozone. »⁶⁴

La causalité descendante, comme le second terme le sous-entend, implique une hiérarchie de niveaux, un monde stratifié. Nous reviendrons plus précisément sur ce point plus tard, cependant nous pouvons déjà affirmer que, pour que cette causalité ait

63 Kim, reprenant les idées avancées par S. Shoemaker, affirme que « certains philosophes identifient les propriétés à des faisceaux de pouvoirs causaux » in KIM, J., Chapitre 1, *op.cit*, pp24-25. Il se base également sur le fameux dicton d'Alexander, selon lequel être réel revient à avoir des pouvoirs causaux, voir *Mind in a physical world*, Cambridge, MIT Press, 1998, p. 119.

64 KIM, J., Chapitre 1, *op.cit*, p. 26.

lieu, tout comme pour que l'émergence elle-même ait lieu, il est nécessaire qu'il existe au moins deux niveaux dans le monde : une base et un niveau supérieur.

« L'idée même de causalité descendante implique la verticalité, c'est-à-dire la possibilité d'une direction 'ascendante' et d'une direction 'descendante'. Cela suggère à son tour une hiérarchie ordonnée de domaines, qui donne un sens au fait de dire que quelque chose est situé à une position 'supérieure' ou 'inférieure', où se trouve à la 'même' position, par rapport à une autre élément de cette hiérarchie. »⁶⁵

Le phénomène émergent se situe au second niveau, ou en tous cas à un niveau supérieur, et, dans la doctrine émergentiste, devrait pouvoir avoir des effets causaux sur le niveau de base. Nous pouvons comprendre aisément qu'en plus d'être nécessaire pour l'émergentisme, ce type de modèle avec niveaux est également vital pour le réductionnisme, selon lequel des propriétés supérieures sont réduites à des propriétés inférieures. L'idée de supériorité, dans ce type de modèle, est accompagnée de celle de complexité : plus une entité appartient à un niveau élevé, plus elle est complexe et construite⁶⁶.

Une autre notion intervient de façon non-négligeable dans cette hiérarchie de niveaux : le temps. En effet, selon Kim, les premiers émergentistes pensaient que cette structure du monde avait évolué dans le temps, qu'au début il n'existait que les entités appartenant au niveau le plus inférieur, puis au fur et à mesure les entités et les niveaux plus complexes apparaissent : les atomes, les molécules, les organismes, ...⁶⁷. La réflexion portait sur un développement diachronique, au fil du temps. Cependant, l'intérêt contemporain porte plus sur une visée synchronique, il est plus question de savoir « comment les choses et les phénomènes de niveaux différents apparaissent ensemble dans une coupe temporelle du monde »⁶⁸.

Cette distinction dans la façon d'interpréter le modèle stratifié nous permet de présenter une autre distinction dans le modèle émergentisme. La première que nous

65 KIM, J., Chapitre 2, *op.cit*, p. 53.

66 *Ibidem*, p. 54.

67 *Ibidem*, p. 54.

68 *Ibidem*, p. 54.

avions abordée était une question de sujet : l'émergence ontologique portait sur les entités et les propriétés en tant que telles, tandis que l'émergence épistémologique sur les doctrines et les théories qui les expliquent. La seconde distinction porte justement sur le temps. L'émergence, l'apparition de phénomènes émergents peut également se faire de deux façons différentes : l'une diachronique et l'autre synchronique. C'est le même principe que pour le monde stratifié : d'un côté les propriétés apparaissent, et agissent, via la causalité descendante, durant un certain laps de temps, et de l'autre côté, il est question de simultanéité, plus ou moins stricte. Cette distinction aura une importance tout au long de notre travail.

Afin de comprendre au mieux la causalité descendante, attardons-nous sur le fait que le modèle stratifié implique trois catégories de causalité : descendante, ascendante et de même niveau.

« La causalité de même niveau, comme l'expression le suggère, implique des relations causales entre deux propriétés de même niveau – y compris dans les cas où l'instanciation d'une propriété émergente cause l'instanciation d'une autre propriété émergente. La causalité descendante a lieu quand une propriété de niveau supérieur, qui peut être une propriété émergente, cause l'instanciation d'une propriété de niveau inférieur ; de même la causalité ascendante implique la causation d'une propriété d'un niveau supérieur par une propriété d'un niveau inférieur. »⁶⁹

Une question peut se poser ici : la survenance est-elle un cas de causalité ascendante ? Pour rappel, la survenance était l'idée selon laquelle une propriété de niveau supérieur survenait sur une propriété ou un ensemble de propriétés de niveaux inférieurs, c'est-à-dire que si l'on possède ces propriétés de base, nous avons nécessairement les propriétés émergentes. Cela pourrait donc correspondre à une causalité ascendante, si nous considérons que la propriété émergente est causée par sa base. Cependant, nous avons vu plus haut que Kim regrettait que la survenance ne soit pas suffisamment déterminée, et doive rester inexpliquée, selon la doctrine émergentiste. Cela pourrait donc signifier que survenance et causalité ascendante ne sont pas assimilables. Mais Kim ne prend pas

69 *Ibidem*, p. 58.

la peine de réellement confronter ces deux notions, nous ne pouvons donc, en restant dans la lecture qu'il fait de l'émergence, que rester dans le flou de la survenance.

L'émergentisme nécessite que les propriétés émergentes aient des pouvoirs causaux propres, et qu'elles puissent, grâce à cela, avoir une influence sur le monde. Mais pourquoi est-ce que cela implique nécessairement la causalité descendante ? La causalité de même niveau ne suffirait-elle pas comme pouvoir causal singulier ? Peut-être, mais Kim souligne que cette causalité de même niveau présuppose la causalité descendante. Voici comment il l'explique :

« Supposons que M cause M*, M et M* étant tous deux au niveau L. Cependant, M* lui-même surgit d'un ensemble de propriétés M⁻ au niveau L-1. Si nous nous demandons alors comment M* parvient à être instancié à cette occasion, nous en venons à nouveau à la conclusion que M a causé l'instanciation de M* à cette occasion *en causant* l'instanciation de M, sa condition de base. Mais la causation de M⁻ par M est descendante. Ce qui parachève l'argumentation. »⁷⁰



Pour comprendre au mieux cette démonstration, nous devons préciser que cette dernière cache un principe général :

« Pour causer l'instanciation de n'importe quelle propriété (hormis celles du niveau de base ultime), vous devez causer les conditions de base à partir desquelles elle surgit (qu'elle soit une propriété émergente ou une propriété résultante). »⁷¹

Nous pouvons comprendre, grâce à ce principe implicite, pourquoi la causalité de même niveau présuppose irrémédiablement la causalité descendante. De plus, cela pourrait

⁷⁰ *Ibidem*, p. 60.

⁷¹ *Ibidem*, p. 60.

nous permettre de répondre en partie à une question que nous nous étions posée plus haut, sur le lien entre causalité ascendante et survenance. En effet, nous pouvons voir ici qu'il s'agit effectivement de deux concepts différents puisque, pour causer un phénomène, il faut en fait causer sa base de survenance. Cette dernière est donc une relation fondamentale, mais qui reste inexpliquée, et qui, selon Kim lisant les émergentistes, doit le rester. La survenance est à envisager comme une détermination ascendante, et non comme une causalité.

A la suite de cette présentation générale, Kim expose le fait selon lequel la causalité descendante dérange de nombreux penseurs, qui la jugent incohérente et paradoxale⁷². Il signale que cette attitude possède des fondements plus que valables et que la causalité descendante peut avoir des propriétés contre-intuitives, mais pour comprendre tout cela, il est nécessaire de distinguer deux types de causalité descendante, l'une plus forte que l'autre.

Le premier type de causalité descendante ne pose pas de problème, il s'agit du type non-réflexif, « dans lequel un événement impliquant un tout cause des événements impliquant des entités du niveau inférieur qui ne figurent pas parmi ses constituants. »⁷³. Pour expliquer ce type de causalité descendante, Kim avait pris plus haut dans son texte un exemple trivial : un vase d'une masse de un kilogramme chute et perturbe de ce fait des micromolécules d'air, et ce de façon significative. Il s'agit dans cet exemple d'une action causale exercée par le vase comme un tout, sur des entités appartenant à un niveau inférieur. Kim signale qu'on ne peut considérer que ce sont en réalité les composants microscopiques du vase qui ont une action causale sur les entités de l'air – il s'agirait alors d'une causalité de même niveau. En effet, ce ne peut être le cas car aucune des entités composant le vase ne possède une masse de un kilogramme⁷⁴, ce qui est une caractéristique nécessaire pour causer la conséquence que l'on observe. Kim est conscient du fait que cet exemple pourrait être rejeté par les émergentistes, puisqu'ils considèrent que la masse n'est pas une propriété émergente mais bien résultante. Il est tout à fait d'accord avec cela, mais il tentait ici de souligner que l'idée même de causalité descendante n'est pas si incohérente que certains penseurs voudraient le laisser croire.

⁷² *Ibidem*, p. 62.

⁷³ *Ibidem*, p. 65.

⁷⁴ *Ibidem*, p. 63.

Un autre type, par contre, de causalité descendante pose plus de problèmes, et ce y compris à Kim lui-même. Il s'agit de la causalité descendante dite réflexive, donc qui agit sur les composants internes au tout :

« une certaine activité, ou un certain événement, impliquant un tout T est une cause (ou a une influence causale sur) des événements mettant en jeu ses propres microconstituants. »⁷⁵

C'est bien de ce type de causalité descendante dont il sera question avec l'émergence. L'exemple du premier type de causalité, reprenant la chute du vase, nous mettait déjà sur la piste, mais Kim, reprenant le philosophe Sperry, établit en plus un lien étroit entre cette causalité descendante réflexive et la détermination ascendante – action qui rappelons-le, est assurée par la survenance. Il explicite tout cela à partir d'une généralisation dans laquelle un tout T possède une propriété M, que ce tout T est constitué de parties $a_1, \dots, a_n$, et qu'il existe des propriétés $P_1, \dots, P_n$ respectivement aux parties, ainsi qu'une relation R valant pour les a_i . Grâce à cet exemple, nous allons définir :

« 1. *La causalité descendante*. Le fait que T possède la propriété M cause le fait qu'un certain a_j possède P_j . Mais :

2. *La détermination ascendante*. Le fait que chaque a_i possède P_i et que R vaut pour les a_i détermine le fait que T possède M – autrement dit, le fait que T possède M dépend entièrement du fait (ou est entièrement constitué par le fait) que les a_i possèdent, respectivement, les P_i et sont reliés par R. »⁷⁶

Nous pouvons voir ici en quoi cette causalité descendante réflexive pose problème : il semble y avoir une circularité causale irrémédiable. Cela est accepté et regretté par Kim. Cependant, quelques lignes plus loin, il présente l'idée que la causalité descendante présente dans l'émergence ne doit pas être assimilée à la version réflexive⁷⁷. Cette réflexion, très succincte, n'est pas réellement argumentée. Qui plus est, Kim revient

⁷⁵ *Ibidem*, p. 64.

⁷⁶ *Ibidem*, p. 66. Le traducteur souligne.

⁷⁷ *Ibidem*, p. 71.

légèrement plus bas, quand il applique la causalité descendante au cas de la causalité du mental vers le physique, avec cette même version réflexive. Tout ceci étant relativement obscur, nous avons jugé nécessaire de le citer mais pas de nous y attarder plus avant.

Ce qui peut nous intéresser par contre, c'est le retour de la distinction entre le synchronique et le diachronique. Selon Kim, la version synchronique de la causalité descendante – réflexive, de nouveau – pose réellement problème, et d'ailleurs un simple problème logique : comment comprendre qu'une propriété émergeant sur une base ait la capacité de transformer cette base dont elle dépend, et ce immédiatement ? Si elle survient sur une base précise, comportant des propriétés précises permettant son apparition, et que, via la causalité descendante réflexive synchronique, elle agisse causalement sur ces mêmes propriétés permettant son apparition, ne met-elle pas sa propre existence en jeu ? Ce manque de cohérence pousse Kim à refuser définitivement cette version.

La version diachronique, quant à elle, semble laisser plus d'espoir. Cependant, cette dernière semble tout de même laisser Kim dubitatif :

« Si un émergent M émerge de la condition de base P, pourquoi P ne peut-il pas destituer M en tant que cause de n'importe quel effet putatif de M ? Pourquoi P ne peut-il expliquer à lui seul les raisons pour lesquelles un quelconque effet allégué de M a eu lieu ? »⁷⁸

À la suite de ces questions, Kim tente tant bien que mal de restaurer le rôle causal nécessaire de M, mais semble buter sur la faille selon lui inhérente de l'émergence. Il en viendra à conclure que :

« Si les propriétés émergentes existent, elles sont causalement, et par là même explicativement, inertes et par conséquent largement inutiles pour les théories causales et explicatives. »⁷⁹

⁷⁸ *Ibidem*, p. 72.

⁷⁹ *Ibidem*, p. 73.

Voilà pourquoi, selon lui, la causalité descendante est le réel problème de l'émergence – en plus de la survenance et de l'irréductibilité, déjà bancales. Ces trois notions sont constitutives et essentielles à l'émergence, mais leur faiblesse théorique et leurs incohérences internes font dire à Kim que l'émergence, bien que novatrice et pleine de promesses, ne peut avoir la place qu'elle prétend occuper.

Maintenant que nous avons pu présenter chaque élément constitutif de la notion d'émergence, nous pouvons les représenter dans un schéma (fig. 1) et cerner au mieux les incohérences soulevées par Kim :

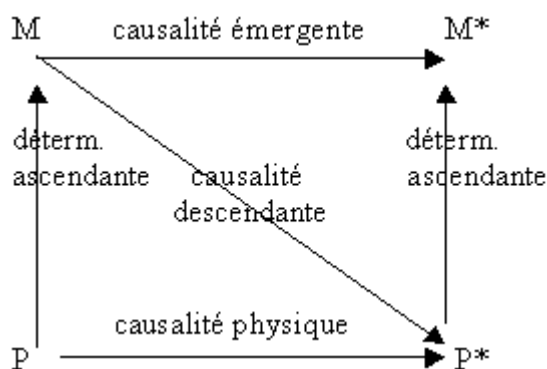


Fig. 1 : schéma reprenant les concepts de l'émergence

Ce schéma représente deux niveaux, l'un physique et l'autre mental. La flèche partant de l'élément physique P vers l'élément mental M représente la survenance, la forme de détermination ascendante. Nous voyons également qu'il y a une forme de causalité par niveau et que la causalité descendante fait le lien entre ces niveaux. Là où apparaît l'incohérence c'est à l'abord de l'élément P*. En effet, ce dernier est soumis à une surdétermination causale. Nous pouvons voir qu'il est causé par l'élément M via la causalité descendante – nécessaire à l'émergence, l'élément M devant avoir une influence causale dans le monde pour ne pas être qu'un épiphénomène – et également par l'élément P, selon le principe de clôture causale du monde physique.

Il y a donc ici une contradiction, puisque les quatre thèses présentées plus haut – survenance, causalité descendante, exclusion de la surdétermination causale et clôture causale du monde physique – ne peuvent être remplies simultanément. Pour pouvoir

défendre l'émergence, il faut abandonner une des ces quatre prémisses. Kim considère qu'il n'est possible d'abandonner ni la survenance ni la causalité descendante car ces deux prémisses forment la spécificité et l'identité de l'émergence. Abandonner une des deux reviendrait à proposer une nouvelle forme de relation inter-niveaux. Les deux autres prémisses ne peuvent être rejetées car elles sont constitutives de toute réflexion portant sur la causalité en sciences, selon Kim. Pour lui, elles sont nécessaires et évidentes, le problème ne peut venir d'elles. Nous verrons que Hendry ne sera pas forcément d'accord avec cela, ou du moins avec la formulation de ces prémisses.

Bilan

Nous nous sommes attelés, durant cette partie, à comprendre au mieux le travail de Kim sur l'émergence – travail qui, rappelons-le, a été suffisamment pertinent pour marquer profondément tout le questionnement autour de l'émergentisme. Sa critique a eu beaucoup d'impact sur le concept d'émergence et pousse toute personne – philosophe ou scientifique – souhaitant défendre l'émergentisme à renforcer sa défense et à répondre à l'argument de Kim.

Nous avons pu voir, au fil de son analyse critique, tout ce qu'il décelait comme failles, rendant le concept même d'émergence bancal voire incohérent. Cela le pousse à refuser l'existence de l'émergence comme relation naturelle permettant d'expliquer des phénomènes existant – comme les rapports corps/esprit par exemple. Certains éléments de l'émergence, comme la survenance ou la causalité descendante, présentent des faiblesses internes, mais le réel problème est bien l'incohérence générale des quatre thèses initiales.

Cette analyse va nous permettre, dans la suite du travail, de nous pencher sur la vision et le travail d'un autre penseur et chercheur contemporain, Robin F. Hendry, sur l'émergence et de confronter ces deux positions. Hendry a questionné l'émergence dans un tout autre domaine, celui de la chimie quantique, et semble soutenir la thèse d'une émergence synchronique à ce niveau. Nous verrons comment il se situe par rapport aux critiques de Kim, comment il y répond et comment il fait tenir sa théorie. Tout cela sera présenté dans la seconde partie de notre travail.

Deuxième partie : R. F. Hendry et la défense de l'émergence

Nous allons à présent nous pencher sur un autre auteur contemporain, Robin Findley Hendry, philosophe des sciences et de la chimie en particulier, qui s'intéresse également à l'émergence et nous présente une toute autre vision que Kim à ce propos. Nous avons vu que la critique de Kim porte sur le principe même d'émergence, et que son incohérence en tant que concept pousse Kim à la rejeter en tant que telle, et non uniquement dans un domaine en particulier. Hendry, pour sa part, va se centrer sur le domaine particulier de la chimie quantique⁸⁰ – et de la question de son rapport à la physique quantique – pour questionner le concept d'émergence. Le transfert de cette question dans un domaine particulier pourrait amener des difficultés de compréhension, mais nous allons tenter de cerner au mieux l'argumentation de Hendry. Ce dernier est au fait de la critique de Kim, il va donc nous apporter une argumentation et une prise de position par rapport à ce dernier afin de ne pas tomber sous sa critique. Nous verrons à la fin de cette deuxième et lors de la troisième partie si cette résistance tient la route.

Pour l'instant, nous allons suivre la pensée de Hendry, tenter d'entrer au mieux dans celle-ci afin d'en cerner les nuances. La critique de Kim étant assez radicale, un argument qui prétend y répondre, éléments scientifiques à la clef, vaut la peine que l'on se penche sérieusement dessus. Hendry n'est bien entendu pas le seul à tenter de répondre à Kim, mais ce qui attire notre attention ici est tout d'abord le domaine abordé, la chimie semblant être la grande oubliée de la philosophie des sciences, ainsi que la volonté claire de Hendry de rester au plus proche de cette science et des méthodes scientifiques en général. L'article que nous allons suivre s'intitule *Ontological reduction and molecular structure*⁸¹ et a été publié en 2010. Notre texte suivra de près l'argumentation de Hendry afin de pouvoir en comprendre tous les méandres.

Pour présenter brièvement cet article, nous pouvons dire que Hendry nous présente un argument en négatif en faveur de l'émergence. En effet, il va d'abord tenter de comprendre la réduction – épistémologique puis ontologique – de la chimie quantique à la physique quantique, puis, aboutissant à des impasses, il va se pencher sur

80 Voir annexe 1 pour plus d'informations concernant la chimie et la physique quantiques.

81 HENDRY, R. F., « Ontological reduction and molecular structure » in *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, N°41 (2010), pp.183-191.

l'émergence en tant que telle. Il va donc présenter au fur et à mesure les défauts des différentes positions et nous dire qu'au milieu de toutes celles-là, l'émergence ontologique en chimie quantique ne semble pas être la plus incohérente.

I. Position du problème et impasse

L'article de Hendry commence avec une présentation brève de la chimie quantique et de son rapport étroit à la physique quantique. Nous ne ferons pas ici d'explications poussées sur ces domaines, mais nous utiliserons cependant des concepts propres à ceux-ci – se référer à l'annexe 1 pour plus d'informations. Nous pouvons déjà suivre Hendry quand il affirme que les théories en physique et en chimie quantiques entretiennent un rapport étroit. Pour généraliser, nous pouvons dire que la physique quantique se centre sur l'échelle atomique et que la chimie a pour domaine d'application le niveau moléculaire. Les molécules étant composées d'atomes, on peut supposer que la structure atomique expliquerait la structure moléculaire, cette dernière possédant une place fondamentale dans les théories chimiques. C'est l'idée qui sous-tend celle de réduction de la chimie quantique à la physique quantique, selon Hendry :

« Clearly this interaction is the source of the widespread view that chemistry is reducible to physics : molecular structure is so central to chemical explanation that to explain molecular structure is pretty much to explain the whole of chemistry. »⁸²

S'il nous était donc possible d'expliquer les structures des molécules à partir des structures et de la dynamique des atomes qui les composent, grâce aux théories de la physique quantique, nous pourrions donc considérer que la chimie quantique dans son ensemble – puisque apparemment énormément de principes chimiques dépendent de la structure des molécules – pourrait être réduite, explicable par la physique. Il s'agit ici bien évidemment de réduction épistémologique : les théories chimiques seraient réductibles aux théories physiques. Concrètement, dans ce cas-ci, cela signifie que :

82 *Ibidem*, p. 183.

« Classical intertheoretic reduction would require the derivation of the properties of atoms and molecules from their Schrödinger equations. »⁸³

Hendry part donc de ce principe : si la chimie quantique est réductible épistémologiquement à la physique quantique, les propriétés des molécules et des atomes devraient être déductibles des équations de Schrödinger propres à ces atomes et molécules. Cependant, ces équations ne sont solubles analytiquement que pour l'atome le plus simple, celui d'hydrogène. Dès que nous passons à une complexité supérieure, à l'atome d'hélium qui suit directement celui d'hydrogène dans le tableau périodique, cette résolution n'est plus possible. Les scientifiques utilisent alors pour l'hélium, les autres atomes et les molécules, des méthodes et des modèles d'approximation. Il ne s'agit plus des équations pures, mais d'équations approximées, plus ou moins proches des originales, mais plus simples à résoudre.

Selon Hendry, ces approximations ne sont pas réalisées de façon anodine, mais à partir d'hypothèses provenant de la chimie elle-même – nous développerons cela plus loin. Cela pose problème pour Hendry, et même fait s'écrouler tout l'édifice de la réduction épistémologique de la chimie quantique à la physique quantique :

« In short, quantum chemistry turns out not to meet the strict demands of classical reductionism, because its models bear only loose relationship to exact atomic and molecular Schrödinger equations, and its explanations seem to rely on just the sort of chemical informations that, in a classical reduction, ought to be derived. »⁸⁴

L'usage d'approximations et le fait qu'elles soient construites avec l'apport de la chimie – et donc pas uniquement à partir de la physique – rend l'hypothèse de la réduction épistémologique de la chimie quantique à la physique quantique irrecevable pour Hendry.

Cette conclusion est admise autant par les réductionnistes que les non-réductionnistes. Les deux parties constatent qu'en effet, la réduction épistémologique ne fonctionne pas. Cependant, ils la justifieront de façon différente. Pour les

⁸³ *Ibidem*, p. 183.

⁸⁴ *Ibidem*, p. 183.

réductionnistes, cet échec peut d'un côté être surmonté, en attendant des physiciens qu'ils améliorent leurs outils et leurs théories. Cela pourra prendre du temps mais c'est envisageable. D'un autre côté, certains réductionnistes voient dans cet échec le constat du fait que certains concepts et théories chimiques ne correspondent à rien de réel – puisque ne peuvent être réduits à la physique – et doivent donc être révisés ou éliminés. Les non-réductionnistes pensent au contraire qu'il y a là une preuve, ou du moins un indice de résistance. De plus, ils voient les réponses apportées par les réductionnistes comme faisant partie de la démesure de la physique, qui s'est toujours considérée comme la science fondamentale, à la base de tout ce qui existe, mais cette vision découlant souvent du fait qu'elle s'est développée à l'écart des autres sciences, ne voyant donc pas les apports que celles-ci pouvaient avoir.

Ce constat commun défendu de façon opposée mène à une impasse pour Hendry. Si nous restons sur ce plan, sur ce constat, nous ne pourrions faire avancer le débat. Il va donc faire basculer la discussion, mais avant cela, il fait quelques remarques sur cette opposition, malgré l'accord commun.

Il souligne tout d'abord l'importance de la distinction entre épistémologie et ontologie – qu'il nomme également métaphysique. En effet, comme nous l'avons vu dans les réponses que les réductionnistes avancent au problème de l'échec de la réduction inter-théorique, cet échec n'est pas nécessairement dépendant de l'ontologie. Il peut en être un signe, comme nous l'avons vu avec la voie utilisée par certains affirmant que les concepts chimiques non-réductibles ne correspondent à rien de réel, mais il peut également avoir lieu pour des raisons purement épistémologiques. Par exemple par l'usage même des approximations et de l'appareil mathématique pas encore assez puissant pour réduire entièrement la chimie quantique. Dans l'attente de développements plus poussés de ces modèles, les approximations jouent un rôle crucial dans la pratique de la mécanique quantique :

« Reductionists see the situation as follows : the exact equations are insoluble, but the semi-empirical models are approximations to rigorous treatments, standing in for them in explanations of special-science phenomena. Hence the explanatory link

between physics and the special-science phenomena can be forged indirectly – call this the 'proxy defence' of reductionism. »⁸⁵

Bien qu'il ne puisse y avoir de réduction épistémologique pure actuellement, les approximations restent fidèles aux modèles initiaux, donc leur usage permet de maintenir un lien entre les sciences appelées ici spéciales – chimie, biologie, neurosciences, ... – et la physique. Ce lien, bien que plus faible que celui existant – peut-être – entre les théories des sciences spéciales et la mécanique quantique dans le cadre de la réduction, permet néanmoins de maintenir la possibilité de cette réduction. Hendry appelle l'usage et la justification de ces approximations "proxy defence", pour signifier que c'est une façon, via ces approximations, de défendre le réductionnisme. Il ajoute cependant que :

« This defence, however, relies on the assumption that any explanatorily relevant features of the semi-empirical proxies are shared by exact solutions to the rigorous equations. The truth of this assumption needs to be demonstrated case by case. »⁸⁶

Cette précision lui paraît cruciale. En effet, pour être une bonne approximation, il faut certes rendre le calcul plus simple, mais surtout rester le plus proche possible du calcul initial et donc partager les mêmes conclusions, aboutir aux mêmes explications du phénomène observé et calculé. Nous verrons plus loin à quel point cela a son importance.

L'impasse dans laquelle nous sommes menés par la différence de justification de l'échec de la réduction inter-théorique prend une ampleur d'autant plus grande si nous adoptons le point de vue du réalisme. En effet, d'un point de vue réaliste, les explications, théories et autres éléments épistémologiques nous informent de la réalité, ont un rapport étroit avec celle-ci. Dans cette perspective, l'échec sur lequel nous nous penchons a un impact d'autant plus grand.

85 *Ibidem*, p. 184.

86 *Ibidem*, p. 184.

« On the one hand, the realist reductionist should be pressed – why does it not matter that chemistry resists intertheoretic reduction ? [...] On the other hand, the realist non-reductionist should regard the reductionist's concession of the failure of intertheoretic reduction on the grounds of intractable mathematics or conceptual mismatch as a pyrrhic victory, and articulate a more robustly ontological non-reductionism. »⁸⁷

Cet échec ne peut donc rester tel quel. Pour les réductionnistes, cela doit les pousser soit à développer au maximum leurs outils mathématiques, soit à accepter qu'il y a une rupture dans la nature elle-même qui empêcherait la réduction elle-même. Pour les non-réductionnistes, ils doivent développer un modèle encore plus robuste qui justifie cette non-réduction. Dans ce cas-là, il s'agit de passer dans le domaine de l'ontologie, de comprendre ce que cet échec signifie, ce qui résiste. C'est le chemin que décide de suivre Hendry.

II. Passage vers l'ontologie

Hendry va donc suivre le même chemin que les réalistes : constatant que la réduction épistémologique aboutit à une impasse, il va se tourner vers l'ontologie, vers ce que ces théories sont censées expliciter, le niveau de l'être et non plus celui de l'explication. Voici comment il justifie ce passage :

« If the reduction debate is to develop beyond the impasse over intertheoretic reduction, it must turn to the ontological relationships between the entities, processes and laws studied by different sciences, which are fallibly and provisionally described by their theories. »⁸⁸

Plusieurs choses peuvent attirer notre attention dans cette citation. La première tout d'abord est que le passage vers l'ontologie est nécessaire si l'on veut dépasser la stérilité du débat concernant la réduction épistémologique. Le deuxième point, et non des moindres, est que dans ce passage à l'ontologie, il dit se centrer sur les entités, les

⁸⁷ *Ibidem*, p. 184.

⁸⁸ *Ibidem*, p. 184.

processus, mais également les lois. Ces dernières sont donc de l'ordre de l'ontologie selon Hendry. Cette affirmation présentée de façon assez anodine comporte de nombreux sous-entendus importants. En effet, il n'est pas ici question pour Hendry de considérer les lois comme des régularités observées dans la nature, des façons d'expliquer la réalité – sinon elles se situeraient du côté de l'épistémologie – mais bien comme possédant une existence réelle et propre. Cette position n'est pas dût tout évidente en philosophie des sciences, et fait toujours couler beaucoup d'encre. Hendry ne se justifie pas ici outre mesure sur la place qu'il accorde aux lois, et cela ne sera jamais très clair tout au long de cet article. Cependant, nous prendrons le temps, dans le troisième chapitre, d'analyser plus précisément ce qui peut se cacher derrière cette affirmation et les conséquences que cela peut avoir sur l'argumentaire général de Hendry.

Un point également important présent en filigrane de cette citation est précisément le passage de l'épistémologie à l'ontologie. Celui-ci se fait sans réelle justification non plus. Dans l'ordre de son article, on peut comprendre qu'il considère être arrivé au bout de l'épistémologie en tombant dans cette impasse, mais qu'il ne désire pas clore le débat et se penche donc sur le monde ontologique. Cependant, ce virage apparaît à la suite de la présentation des positions réalistes – autant réductionnistes que non-réductionnistes. Nous pourrions donc comprendre qu'il s'inscrit dans cette vision et considère que l'épistémologie, même si elle n'est pas l'image parfaite de la réalité, entretient tout de même un lien étroit avec celle-ci. C'est justement ce qu'il semble soutenir, quand il affirme que les théories décrivent cette réalité, bien que provisoirement et de façon faillible. Encore une fois, cette position n'est pas forcément admise par tous, et comporte de nombreux présupposés qui sont d'une grande importance en philosophie des sciences. Nous reviendrons également là-dessus, sur la non-justification apparente de Hendry de choisir ce chemin et sur ses conséquences inévitables sur toute l'argumentation.

Dans ce passage à l'ontologie, Hendry continue de s'intéresser à la réduction et essaie à présent de comprendre comment pourrait se justifier la réduction ontologique de la chimie quantique à la physique quantique. Il va donc être ici question des rapports qui peuvent exister entre les entités, les processus ou les lois. Il nous précise bien ici que ce qui va importer dans la question de la réduction ontologique est la présence ou non de

critères de cette réduction en question, et non les rapports qui peuvent exister entre les théories elles-mêmes. Il ne sera question que d'ontologie, autant qu'il soit possible d'en parler.

Hendry va donc nous présenter une définition de ce qu'il entend par réduction ontologique. Dans cette définition, Hendry considère cette réduction comme étant la plus forte relation de dépendance qui puisse exister entre deux entités, en opposition à sa version la plus faible, qu'il nomme dépendance existentielle faible. Commençons par nous pencher sur cette dernière :

« Weak existential dependance (x could not exist without y) is close to one end of the spectrum [of relations] because a version of physicalism according to which everything (concrete) is weakly existentially dependent on the physical can be accepted even by those who think that the ontology of science is far from unified. »⁸⁹

Cette définition nous donne également encore une fois des informations importantes sur la vision sous-jacente qu'a Hendry de la métaphysique. Il est question ici de physicalisme, doctrine selon laquelle tout est constitué, ultimement, d'éléments physiques. En présentant ici une forme de ce physicalisme, la dépendance existentielle faible, et en affirmant que c'est la version la plus faible des relations de dépendance, Hendry se positionne et refuse par là de penser une indépendance radicale au monde physique.

Cela s'inscrit évidemment dans ce que l'on a pu apprendre de l'émergence de façon générale : elle possède deux grands principes, celui de dépendance et celui de nouveauté. Même si nous ne sommes pas encore dans la partie dans laquelle Hendry considère l'émergence en tant que telle, nous pouvons constater qu'il laisse la porte ouverte à cette dernière, tout comme au réductionnisme, en présentant la dépendance propre au physicalisme. Même s'il est évident qu'étant donné le sujet de cet article – réduction et émergence – Hendry ne pense pas l'indépendance radicale, il n'en fait même pas mention. Il ne sera donc à aucun moment question d'un fossé ontologique, d'une indépendance totale de la chimie quantique envers la physique quantique.

⁸⁹ *Ibidem*, p. 184.

Une autre question métaphysique soulevée par cette citation, et qui reviendra à certains endroits de l'article, est la question d'une ontologie des sciences non-unifiée – ou du moins loin de l'être entièrement. Cette question est évidemment en lien avec ce que l'on vient de présenter. Une ontologie entièrement unifiée présenterait le monde comme étant entièrement et uniquement constitué d'éléments physiques. En affirmant que cette forme de physicalisme serait acceptée par tous, y compris par ceux qui pensent que cette même ontologie de la science est loin d'être unifiée, renforce l'importance du physicalisme. Il s'agit ici d'une dépendance faible, représentée simplement par l'idée qu'une entité *x* dépend existentiellement de façon faible d'une autre entité *y* si *x* ne peut exister sans *y*. Voici donc la version la plus faible.

Hendry nous présente, à la suite de cette relation, la définition de la réduction ontologique, située à l'opposée du spectre des relations. Nous avons la version la plus faible, la réduction ontologique sera la plus forte :

« Reducibility is at the strong end of the spectrum because it is the limiting case that denies the distinct existence of what is dependent – the reductionist slogan is that *x* is reducible to *y* just in case *x* is 'nothing but' its reduction base, *y*. »⁹⁰

La dépendance présente ici est en effet nettement plus forte que la précédente, tellement forte que les entités, propriétés ou lois en question ne font plus qu'une, *x* n'étant alors rien de plus que sa base *y*. Cette formulation peut laisser perplexe. Que signifie en effet n'être rien de plus que quelque chose d'autre ? Pour clarifier cela, Hendry au dicton d'Alexander – philosophe des sciences du début du XX^{ème} siècle –, une affirmation faisant consensus dans ce cas-ci :

« Alexander's dictum is the principle [...] according to which being real requires having causal powers. »⁹¹

Pour être réel et avoir une existence propre, il faut donc, selon ce principe, avoir des pouvoirs causaux singuliers et donc irréductibles, cela signifie avoir une influence

⁹⁰ *Ibidem.*, p184.

⁹¹ *Ibidem*, p. 184.

causale dans le monde. Dans ce sens, quand dans la définition de la réduction ontologique, il est question de n'être rien de plus que la base de réduction signifie que les pouvoirs causaux de l'entité ou de la propriété – ce qu'elle fait dans le monde – sont les mêmes que ceux de sa base. L'entité n'apporte rien de plus dans le monde que ne le fait déjà l'entité de base, et n'a donc par là pas d'existence propre, elle est entièrement réductible.

À partir de là, voici comment Hendry va résumer les positions du réductionnisme et de l'émergentisme :

« The ontological reductionist thinks that special-science properties are no more than their physical bases because the causal powers they confer are a subset of those conferred by their physical bases ; the emergentist sees them as distinct and non-reducible just because the causal powers they confer are *not* exhausted by those conferred by their physical bases. »⁹²

Nous pouvons constater qu'il n'est question ici que de propriétés, pas d'entités ni de lois. Une fois de plus, Hendry ne justifie pas ce choix, qu'il va pourtant tenir jusqu'à la fin de l'article. Nous verrons dans la troisième partie que cela peut s'inscrire dans la métaphysique sous-jacente à son argumentation qu'il n'entend pas développer ici.

Hendry va alors entrer dans le vif du sujet de l'émergence en se centrant sur ces propriétés ne faisant pas partie d'un sous-ensemble des propriétés des bases physiques. La question est de savoir comment ces propriétés peuvent agir dans le monde d'une façon qui n'est pas recouverte par les propriétés de base, et qui ne sont pourtant pas anodines. Nous avons vu que Hendry suit Alexander et garde l'idée que pour être réel, il faut posséder des pouvoirs causaux propres. Dans ce sens, il veut clairement dissocier l'émergentisme de l'épiphénoménisme. Une propriété n'est qu'un épiphénomène si elle n'a aucune influence sur la propriété à laquelle elle se surajoute, sur laquelle elle survient⁹³. Pour éviter cet épiphénoménisme, les émergentistes ont pensé une relation causale pouvant s'exercer du haut vers le bas : la causalité descendante.

92 *Ibidem*, p. 185.

93 Voir Chapitre 1, section sur la survenance.

Dans la présentation qu'il fait de la causalité descendante, Hendry suit justement un des émergentistes britanniques, C. D. Broad. Ce dernier oppose émergence et mécanisme pur, hypothèse selon laquelle tout est constitué de particules fondamentales d'un seul type et selon laquelle une seule loi physique, celle agissant à ce niveau fondamental, détermine tous les comportements possibles des entités aux niveaux supérieurs, donc de tous les objets matériels⁹⁴. Broad utilise comme exemple, pour contrer cette vision, la respiration qui est un mouvement qui n'est pas déterminé par les interactions entre les particules qui composent les poumons, selon lui. À partir de là, Hendry entre dans le monde de la mécanique quantique et y applique les critères de Broad à ce niveau particulier.

« Broad's account of the disagreement between pure mechanism and emergentism is easily formulated within quantum mechanics, in which motions are governed by Hamiltonian operators determined by the forces acting within a system. »⁹⁵

Hendry affirme ici que ce qui gouverne les mouvements à ce niveau quantique, les opérateurs hamiltoniens sont déterminés par les forces agissant dans un système. À partir de ce constat, il analyse ce que cela signifie pour le mécanisme pur de Broad. Le mécanisme pur attend qu'il n'apparaisse qu'un seul type de forces dans les opérateurs hamiltoniens, ces forces pouvant s'additionner afin d'aboutir à un opérateur hamiltonien résultant. Ce type de forces est unique car il est le seul qui agisse au niveau des éléments physiques, constituant le reste du monde. Dans le cas de l'émergence, il ne sera pas question d'opérateur résultant, mais plutôt d'opérateur configurationnel. Cela sous-entend qu'il existe différents types de forces, qui doivent donc pouvoir s'agencer les unes aux autres et ce de façon configurationnelle. Ce passage, assez technique, est en fait utilisé par Hendry afin d'aboutir à son critère d'interprétation de la causalité descendante :

« Since the Hamiltonian of a system determines the precise nature of the physical law that governs its behaviour, to say that some system exhibits downward causation is to make a *counternomic claim* about it – that its behaviour would be

94 HENDRY, R. F., *op.cit.*, p185.

95 *Ibidem*, p. 185.

different were it determined only by the more basic laws governing the stuff of which it is made. »⁹⁶

Voilà pour Hendry comment pourrait se présenter et se justifier la causalité descendante. Hendry propose donc un critère antinomique – allant à l'encontre des lois – dans le même ordre d'idée que le contre-factuel. Il s'agit ici d'affirmer qu'il y a de la causalité descendante à partir du moment où un système se comporterait différemment de la façon dont il se comporte actuellement si il n'était déterminé que par les lois du niveau inférieur. Il y a donc une confrontation entre ce qui est observé et ce qui est attendu sur base de notre connaissance des lois. Ce qui est émergent est donc un comportement, une façon d'agir et par là des nouvelles actions dans le monde. C'est ce critère qui va être déterminant dans la suite de l'article et de l'argumentaire de Hendry.

Pour comprendre au mieux les positions émergente et réductionniste, Hendry revient sur l'exemple qui lui a permis de définir ce critère :

« The emergentist and the reductionist can agree that an unified framework of physical law (quantum mechanics) governs how forces act, but disagree on the extent to which the range of forces invoked in quantum-mechanical explanations is unified from a dynamical point of view, that is, on how many independent kinds of Hamiltonian operate in the world. »⁹⁷

Nous retrouvons dans cette citation le physicalisme admis autant par le réductionnisme que par l'émergentisme, avec l'idée d'un accord sur un cadre unifié de lois physiques. La base reste la même, le monde est composé d'éléments physiques gouvernés par des lois propres à ce monde. Là où les avis divergent, c'est donc sur l'unité non plus du cadre mais des lois elles-mêmes. L'émergentiste pense qu'il pourrait y avoir des lois de différentes natures, ce qui expliquerait que le comportement de certains systèmes ne soit pas déterminé par des opérateurs hamiltoniens résultants mais configurationnels.

L'accord précédemment cité est important pour Hendry, car émergentisme et réductionnisme restent proches :

96 *Ibidem*, p185.

97 *Ibidem*, p. 185.

« Note that the truth of emergentism would be no barrier to genuine quantum-mechanical explanations of chemical structure and bonding. The difference between the emergentist and the reductive physicalist concerns only the form of those explanations [...] »⁹⁸

La physique quantique peut donc toujours expliquer les relations chimiques, mais d'une façon différente qu'elle ne le fait dans le réductionnisme. Dans l'exemple cité, il est en effet encore question d'opérateurs hamiltoniens pour déterminer les mouvements, mais la nature de ces opérateurs varie en fonction du modèle de justification – hamiltoniens résultants ou configurationnels. Cela peut sembler anodin, mais cette nuance fait toute la réalité et la spécificité de l'émergence.

Tout ceci peut nous permettre de mieux saisir le concept d'émergence. Cet exemple en particulier nous montre qu'il ne peut exister qu'une légère différence entre les visions émergentiste et réductionniste, bien qu'au niveau ontologique cela ait une importance fondamentale.

Liée à cela, une autre chose peut également attirer notre attention. Nous voyons ici revenir de façon subtile tout le vocabulaire de l'épistémologie, comme le terme d'explications par exemple. Hendry nous assure pourtant qu'il est passé du côté de l'ontologie. A-t-il subitement changé de cap ? Nous pensons plutôt que l'insertion de ce type de vocabulaire souligne un sentiment qui nous accompagnait depuis le début de l'article : Hendry est réaliste – ou du moins il agit comme tel. Il désire se centrer sur l'ontologie, et constate que l'on ne peut le faire sans passer par le monde de la modélisation qui soutient l'explication. Pour cela, il doit accepter que ces mêmes explications ont un lien avec le réel qu'elles sont censées décrire, sinon tout discours sur l'ontologie serait mort-né. Il ne considère pas que le monde de l'être en tant que tel soit inaccessible à notre savoir, puisqu'il s'y infiltre pour en tirer le maximum d'informations. Hendry, bien que s'étant arrêté au début de son article sur le réalisme et les différentes situations qu'il impliquait, ne s'est jamais positionné lui-même. Cela peut aisément se comprendre, car entrer dans ce thème et la justification nécessaire qui en suivrait – puisque, rappelons-le, le réalisme n'est pas accepté par tous – lui aurait fait

98 *Ibidem*, p. 185.

perdre beaucoup de temps et de force, très utiles pour la suite. Nous aurions donc pu ne pas relever du tout cette question, mais nous souhaitons mettre en lumière ce qui plane sur tout discours scientifique, et encore plus lourdement sur tout discours philosophique parlant de sciences. Nous pouvons ici, avec Hendry, considérer que nous parlons du réel, que ce discours porte sur ce qui est.

À la suite de cette remarque, nous retournons dans l'article de Hendry, qui va de nouveau s'intéresser au réductionnisme ontologique et à sa réponse à l'échec du réductionnisme épistémologique.

III. Le réductionnisme ontologique et le problème de la symétrie

Après être entré dans le monde de l'ontologie et avoir présenté ce que sont l'émergence et la réduction dans ce contexte, Hendry revient sur l'échec constaté de la réduction inter-théorique et sur les réponses que peut y apporter sa version ontologique. Cet échec est dû, entre autres, au fait que les approximations utilisées pour les calculs plus complexes font intervenir des éléments de niveaux supérieurs. Hendry revient sur cet échec et l'explique :

« Although molecular structures cannot be derived directly from exact molecular Schrödinger equations, quantum-mechanical explanations employ models in which molecules are assumed to have them. »⁹⁹

Voici donc un cas dans lequel des données d'un niveau supérieur – ici la structure géométrique d'une molécule – sont incluses dans des calculs de niveaux inférieurs, de mécanique quantique. Nous avons pu voir au début de l'article que, si la chimie quantique était réductible épistémologiquement à la physique quantique, nous devrions pouvoir déterminer, par exemple, la structure de la molécule à partir de l'équation de Schrödinger associée aux atomes la composant. Cependant, cela n'est pas réalisable analytiquement. Quand nous prenons connaissance de ces structures géométriques en question, nous ne sommes donc pas dans le domaine de la physique quantique, mais bien à un niveau supérieur. Il y a donc un ajout, un apport de données extérieures au

99 *Ibidem*, p. 185.

domaine du calcul. La structure d'une molécule n'appartient pas à ce domaine de calcul, pourtant :

« Molecular structures are justified as the starting point of approximate solutions to the exact Schrödinger equation in a way that does sound as if it will allow a proxy defence [...] »¹⁰⁰

Ces structures sont non seulement extérieures à ce domaine, mais en plus elles constituent le point de départ des approximations utilisées en mécanique quantique. En d'autres mots, la structure moléculaire ne peut être déduite qu'à partir de données provenant d'un niveau supérieur au niveau physique et, en même temps, entre dans la résolution des approximations de l'équation de Schrödinger qui, elles, se situent au niveau physique.

Afin de rendre cela plus clair et plus proche du monde scientifique, Hendry va prendre un exemple précis, l'approximation de Born-Oppenheimer. L'utilisation de cette approximation part d'un constat : l'équation coulombienne de Schrödinger¹⁰¹ est insoluble analytiquement pour des atomes plus complexes que celui d'hydrogène et, par conséquent, pour des molécules. L'utilisation d'une hypothèse simplificatrice est alors nécessaire. Cette hypothèse, l'approximation de Born-Oppenheimer, fonctionne comme suit : il s'agit de découpler le mouvement des électrons de celui des noyaux, beaucoup plus lents¹⁰². Elle va donc s'appliquer en deux temps : on résout d'abord l'équation de Schrödinger pour les électrons, en supposant donc les noyaux fixes, puis on résout celle des noyaux. Supposer les noyaux comme étant fixes dans l'espace signifie leur attribuer une géométrie d'équilibre, connaissable empiriquement. Cette géométrie d'équilibre est déterminée à partir de données chimiques, donc d'un niveau supérieur au niveau physique, pour s'appliquer et tirer des conséquences au niveau physique.

Les réductionnistes sont conscients de cet ajout « à la main » d'informations extérieures. Ils tendent néanmoins de défendre ce réductionnisme, et ce de trois façons, que nous avons déjà pu rencontrer brièvement plus haut. La première est de considérer

¹⁰⁰ *Ibidem*, pp. 185-186.

¹⁰¹ Équation de Schrödinger permettant de calculer les niveaux d'énergie de particules chargées interagissant avec la force électrostatique, ou force de Coulomb. Pour plus d'informations, voir annexe 1.

¹⁰² LEFORESTIER, C., *Introduction à la chimie quantique*, Paris, Ed. Dunod, 2014, p. 267.

les approximations et les modèles semi-empiriques comme étant suffisamment proches des calculs rigoureux – comme nous l'avons vu, cela nécessite que les approximations et les calculs exacts partagent les mêmes conclusions. La deuxième est d'attendre de nouveaux développements théoriques qui permettront de défendre la réduction ontologique. La dernière étant celle qui nous a amenée ici, à savoir de se retrancher vers la réduction ontologique, acceptant les limites mathématiques. Hendry va se pencher sur chacune de ces solutions et affirmer qu'aucune d'elles ne tient la route.

Pour la première réponse, il faut déterminer si les approximations sont suffisamment proches des calculs exacts. Pour cela, Hendry garde comme exemple l'approximation de Born-Oppenheimer. Cette dernière est souvent utilisée car considérer les noyaux des molécules comme étant fixes ne fait qu'une faible différence pour le calcul de l'énergie. Cependant, la différence devient énorme quand on se penche sur les propriétés de symétrie. Nous allons suivre ici très précisément l'argument de Hendry. Ce dernier affirme que, bien que l'on ne puisse résoudre analytiquement les équations de Schrödinger pour les molécules possédant plusieurs atomes, on peut en apprendre beaucoup sur les éventuelles solutions de ces équations en se penchant sur la nature des forces qui apparaissent dans ces molécules¹⁰³. Il existe quatre forces dans la nature, selon les scientifiques : la gravitation, les forces nucléaires forte et faible et la force électromagnétique (force de Coulomb). Selon Hendry, seule la dernière est intéressante dans le calcul des états gouvernant la structure moléculaire¹⁰⁴. La résolution des équations de Schrödinger exactes en fonction de la force électromagnétique devrait être symétriquement sphérique pour n'importe quel atome. Cependant, les molécules poli-atomiques ne peuvent être symétriquement sphériques car les symétries internes, inférieures, sont importantes pour expliquer leur comportement¹⁰⁵. Hendry prend l'exemple de la molécule de chlorure d'hydrogène (HCl) qui possède un caractère acide qui s'explique par la distribution asymétrique des charges électriques. Encore une fois, nous constatons que le comportement d'une molécule ne peut être déduit de la résolution exacte des équations – même celles ne prenant en compte qu'une seule force fondamentale.

103 HENDRY, R. F., *op.cit.*, p. 186.

104 *Ibidem*, p. 186.

105 *Ibidem*, p. 186.

Par contre, la résolution de l'approximation de Born-Oppenheimer nous offre une toute autre interprétation, y compris de la distribution de charges :

« In the Born-Oppenheimer approximation, the spherical symmetry that is expected of exact solutions to the full Schrödinger equation is simply replaced by a less symmetrical structure that is compatible with the asymmetrical charge distribution. »¹⁰⁶

Il y a dans cette citation ce qui va pousser Hendry à rejeter la première réponse apportée à l'échec de la réduction épistémologique. On ne peut considérer que ces approximations sont suffisamment proches des équations exactes puisque nous voyons ici qu'elles ne partagent pas les mêmes conclusions. Ceci est crucial car les conclusions ne sont pas que différentes, elles sont opposées. Pour la même molécule, la résolution amènera tantôt à une symétrie de la distribution des charges, tantôt à une dissymétrie, et par là à toutes les propriétés chimiques qui en dépendent. De plus, l'approximation dans ce cas-ci nous donne des informations plus proches de ce que l'on peut observer que l'équation exacte. Il y a donc clairement ici l'impossibilité de défendre la réduction inter-théorique de la chimie quantique à la physique quantique.

La deuxième réponse porte sur l'attente de nouveaux développements théoriques. Hendry considère cette possibilité comme étant peu prometteuse. Une nouvelle théorie devrait comporter deux éléments majeurs :

« The wait is for new kinds of molecular model meeting two conditions : they should have the right symmetry properties to explain the structure and bonding of molecules, and also be defensible as approximations to exact quantum mechanics in a way that allows a new version of the proxy defense. »¹⁰⁷

Hendry, se basant sur les travaux de Woolley et Sutcliffe, affirme que les deux conditions ne peuvent être remplies simultanément. Pour pouvoir rester proche des équations exactes et en même temps présenter les caractéristiques de symétrie qui sont

106 *Ibidem*, p. 186.

107 *Ibidem*, p. 186.

observables, il faut ajouter un terme dans l'équation coulombienne de Schrödinger, un terme qui permet de briser la symétrie. C'est ici qu'arrive le problème :

« The particular form of the symmetry-breaking addition must be justified however, and it is quite mysterious how that could work if all one has in the environment are more molecules described by Coulombic Hamiltonians. »¹⁰⁸

Il est donc peu probable de trouver un élément justifiable permettant d'amener l'asymétrie dans les équations de certaines molécules. La grande difficulté est la justification nécessaire à l'ajout d'un élément brisant la symétrie présente dans l'équation exacte. Si la justification n'est pas assez claire ou puissante, il ne s'agirait que d'un élément *ad hoc*, ajouté sans explication pour coller à la réalité observée.

Cette deuxième réponse ne peut cependant être totalement réfutée, puisqu'il s'agit de l'attente d'éléments futurs et que l'on ne peut avoir d'emprise totale sur l'avenir. Hendry reste donc assez prudent en qualifiant cette solution de peu probable. Il considère que dans l'état actuel des choses, on ne peut vraiment espérer atteindre ces nouveaux développements théoriques ; il laisse cependant un élément d'incertitude propre aux déclarations portant sur le futur.

Vient alors la troisième réponse apportée par les réductionnistes. Il s'agit de se retrancher vers la réduction ontologique en attendant un remplaçant à la mécanique quantique qui permettrait de combler les blancs laissés par cette dernière. L'idée principale de cette solution est que la théorie actuelle ne permet pas de rendre compte de la réduction ontologique qu'il considère comme effective, et il semble donc justifié d'attendre un remplacement complet de cette théorie – et plus d'attendre simplement des améliorations de celle-ci.

Pour répondre à ceci, Hendry va se pencher sur la réduction ontologique supposée par ses défenseurs. Selon ces derniers, les arguments présentés plus haut ne concernent que des théories, et cela n'a pas d'influence sur le niveau ontologique. Hendry n'est pas de cet avis et pour justifier cela, il va reprendre le cas de la symétrie des molécules. Il garde également en tête ce qu'il avait présenté plus haut, à savoir que pour être réel, il faut avoir des pouvoirs causaux propres, et donc non-réductibles. Ce

108 *Ibidem*, p. 186.

problème de la symétrie, qui peut n'être compris que comme un problème épistémologique, a une influence sur l'ontologie selon Hendry :

« [...] if the acidic behaviour of the hydrogen chloride molecule is conferred by its asymmetry, and the asymmetry is not conferred by the molecule's physical basis according to physical laws, then surely there is a *prima facie* argument that ontological reduction fails. »¹⁰⁹

Il n'est plus ici question de la non-réduction d'une théorie à une autre. En effet, le caractère acide ici décrit a une influence sur le monde et sur ce que peut faire ou non la molécule. Ses propriétés possèdent donc une réalité propre, si l'on suit le dicton d'Alexander. Il y a ici un lien entre l'épistémologie et l'ontologie, la structure moléculaire ayant une influence sur les propriétés des molécules et donc leurs actions¹¹⁰.

À la suite de l'affirmation de l'existence réelle et indépendante des propriétés des molécules, Hendry renforce son argument. Expliquer cette brisure de symétrie en désirant rester dans le cadre de la mécanique quantique revient à accepter l'effectivité de la causalité descendante :

« On any conservative amendment to quantum mechanics, the explanation of why molecules exhibit the lower symmetries they do would appear to be holistic, explaining the molecule's broken symmetry on the basis of its being a subsystem of a supersystem (molecule plus environment). This supersystem has the power to break the symmetry of the states of *its* subsystems without acquiring that power from its subsystems in any obvious way. This looks like downward causation. »¹¹¹

Selon Hendry, l'asymétrie n'est donc pas explicable par la composition de la molécule, mais par une action provenant d'un niveau supérieur, du niveau holistique. La molécule en question forme un super-système avec son environnement, et ce serait ce super-système qui agirait sur une de ses composantes, à savoir la molécule en elle-même, et qui en briserait la symétrie – normalement attendue en fonction de la composition de la

¹⁰⁹ *Ibidem*, p. 187.

¹¹⁰ Nous reviendrons sur les notions de propriétés, de lois et d'actions dans le troisième chapitre.

¹¹¹ HENDRY, R. F., *op.cit.*, p187.

molécule elle-même. Il s'agit ici clairement d'un cas de causalité descendante, et même de causalité descendante réflexive – nous reviendrons sur ce terme plus loin dans le chapitre, mais nous pouvons déjà comprendre qu'il s'agit de l'action d'une entité sur une de ses propres composantes.

Si l'on veut rester dans le cadre de la mécanique quantique, nous devons donc accepter l'émergence et la causalité descendante. Mais comme nous l'avons vu plus haut, certains attendent le développement d'une nouvelle théorie pour remplacer la mécanique quantique, justifier la réduction et par conséquent rejeter en bloc la causalité descendante, et avec elle, l'émergence. Nous ne pouvons pas dire grand chose d'une théorie future, mais Hendry se risque tout de même à affirmer qu'inductivement, nous devrions rejeter la possibilité que le successeur de la mécanique quantique exclue la causalité descendante car la mécanique quantique elle-même ne le peut pas. Cela peut sembler un peu faible comme argument, mais Hendry poursuit :

« This is not just a contentious appeal to the results of the foregoing symmetry argument – it may well be that quantum-mechanical entanglement should be interpreted more generally as indicating a failure of ontological reducibility. »¹¹²

L'argument de la symétrie incluait nécessairement la causalité descendante dans la mécanique quantique, si nous suivons Hendry jusqu'au bout. Mais ce n'est pas la seule thèse qui rejette la réduction. La difficulté dans laquelle se trouve la mécanique quantique quand il s'agit d'y réduire épistémologiquement la chimie quantique doit peut-être être vue comme le signe de l'échec de son homologue ontologique. Nous pouvons retrouver ici un signe du réalisme de Hendry.

Le problème de la symétrie apporte une autre critique à la réduction ontologique, et cela passe par la thèse qui sous-tend cette dernière : la clôture causale de la physique, aussi appelée complétude de la physique. Il s'agit d'une hypothèse selon laquelle tout effet physique ne peut être causé uniquement par des causes non-physiques. Il doit exister au moins une cause physique pour chaque effet physique. Cela sous-entend une forme de complétude au sens propre de la physique. Voici pourquoi Hendry se penche sur cette thèse :

¹¹² *Ibidem*, p. 187.

« If the ontological reducibility of chemistry is not a default position that can be established by appeal to intuition, then its most important element, the causal completeness of physics, must be a substantive thesis requiring empirical support. »¹¹³

Hendry exige donc de la complétude causale qu'elle puisse être soutenue par des preuves empiriques, vu son importance dans la réduction ontologique. C'est en effet un des arguments primordiaux utilisés pour rejeter la causalité descendante – comme nous avons pu le voir avec Kim¹¹⁴. Des éléments non-physiques – chimiques par exemple – ne peuvent être la cause unique d'effets physiques. Hendry considère que le problème de la symétrie élimine la plupart des preuves empiriques qui auraient pu soutenir la complétude causale. Pour cela, il se base sur les travaux de David Papineau, qui présente deux conditions qui sous-tendent la clôture causale : l'argument de la physiologie et celui des forces fondamentales. Seule la dernière est pertinente dans le cas de la réduction de la chimie quantique, nous indique Hendry. Selon cet argument, toutes les forces apparentes peuvent être comprises comme des extrapolations de forces basiques plus simples, ayant pour caractéristiques de conserver l'énergie totale. Nous devons cette affirmation, selon Papineau repris par Hendry, à un scientifique du XIX^{ème} siècle, Hermann von Helmholtz, qui généralise une autre réduction pour arriver à ce constat :

« [...] in order for the principle of the conservation of energy to hold, non-conservative, dissipative forces like friction must be reducible to conservative forces, which is ensured if dissipative forces all arise from a few basic forces. The reducibility of *all* special forces is, he argues, a natural generalization of this reduction. »¹¹⁵

Cette justification de ce principe naît donc dans une partie de la physique, la thermodynamique et à une époque bien particulière. Hendry va montrer par la suite que

113 *Ibidem*, p. 187.

114 Voir chapitre 2.

115 HENDRY, R. F., *op.cit.*, p187.

cela n'assure en rien la légitimité de la généralisation qui amène au principe de complétude de la physique. Il souligne tout d'abord qu'on ne sait pas de quelles sciences spéciales il est question dans cette généralisation. De plus, les connaissances de l'époque étaient fort peu développées à propos des structures moléculaires, donc de ce qui soutient le plus la réduction actuellement. Cette défense semble donc fragile, anachronique et trop faible pour appuyer et servir de base à la réduction ontologique de la chimie quantique. De plus, cela présuppose que l'on puisse réduire toutes les forces à ces forces basiques, et reviendrait à attendre la présence d'opérateurs hamiltoniens résultants. Or, comme nous l'avons vu et comme le problème de la symétrie le laisse supposer, il apparaît régulièrement des opérateurs configurationnels.

Voici un point crucial dans l'argumentation de Hendry. Comme nous l'avons vu, il se doit de se positionner par rapport à Kim pour défendre sa vision de l'émergence. Kim arguait que pour cela, il faut abandonner une de ses quatre prémisses : la survenance, la causalité descendante, l'exclusion de la surdétermination et la clôture causale. Hendry choisit ici sa solution : abandonner la clôture causale du monde physique. Il considère donc qu'il n'est pas justifié de penser que tout effet physique ne puisse avoir que des causes physiques et suppose que d'autres causes sont envisageables – il suppose par là, évidemment, la causalité descendante. De plus, il présente un argument faisant tourner à l'absurde la possibilité de la clôture causale :

« [...] the completeness of physics is a metaphysical principle, an important point to note since completeness is a necessary premise in any physicalist argument for the causal exclusion of the non-physical. »¹¹⁶

Il s'agit donc d'un argument métaphysique qui institue le rejet de toute cause non-physique. Cela finit d'asseoir la critique qu'il établit de cette complétude de la physique.

Nous pouvons voir que Hendry défend ardemment la causalité descendante, et avec elle, l'émergence. Mais il veut surtout signifier par là que l'émergence n'est pas une possibilité aussi farfelue que certains aiment à le croire. Il souhaite la mettre au moins sur le même pied d'égalité que la réduction, mais il pourrait bien exprimer plus. En effet, l'émergence semble être la seule hypothèse qui puisse soutenir les constats

116 *Ibidem*, p. 188.

observés, comme la brisure de symétrie. Au-delà de cela, Hendry la présente comme étant la théorie la plus prometteuse dans l'explication des liens qui peuvent exister entre physique et chimie quantiques :

« In short, the overall philosophical package of emergentism gives the more unified explanation of the interaction between physical and chemical theories, and also that between physical and chemical properties. »¹¹⁷

Voici donc la conclusion de Hendry : non seulement l'émergentisme n'est pas une hypothèse ridicule, mais il semble en plus être la plus sérieuse et solide.

En se basant sur des éléments scientifiques et en rejetant la clôture causale pour ne pas tomber sous la critique de Kim, Hendry nous présente une défense rigoureuse et hardie de l'émergentisme. Il est cependant conscient qu'il reste certaines attaques auxquelles il n'a pas encore répondu.

IV. Comprendre l'émergence

Nous avons déjà abordé la réponse que Hendry apporte à la critique de Kim, toutefois elle n'était présente dans le texte qu'à demi-mots. Il va ici se confronter à trois critiques fréquemment faites à l'encontre de l'émergence, dont celle de Kim à propos de la causalité descendante. La première porte sur le fait que l'émergence violerait des lois de la physique. La deuxième est celle de Kim sur la causalité descendante et la dernière concerne le fameux dicton d'Alexander déjà abordé et l'identité des propriétés qu'il implique.

Commençons par cette supposée violation de lois de la physique. Hendry concède que l'émergentisme soit incompatible avec ce qu'il nomme l'universalité de la physique :

« [the idea] that physical principles completely determine the behaviour of the systems to which they apply. »¹¹⁸

¹¹⁷ *Ibidem*, pp. 187-188.

¹¹⁸ *Ibidem*, p. 188.

Se présente ici une transposition du thème de la clôture causale dans le monde de la mécanique quantique. En effet, Hendry ne se risque pas à chercher de la causalité pure dans l'univers quantique, cette dernière étant une relation très particulière et très forte, souvent liée à la notion de déterminisme. La physique quantique s'est constituée comme discipline sans se baser spécifiquement sur cette notion de causalité. Cela peut s'expliquer de diverses manières, mais dans tous les cas cette notion est tenue à l'écart des théories quantiques. Par prudence, Hendry transfère donc le langage de la causalité dans celui des lois. Nous verrons dans le troisième chapitre le rapport qu'il dessine entre la causalité et les lois, et le lien qui peut exister, plus ou moins fort, entre les deux.

Envisageant les lois de la physique de cette manière, il est évident que l'émergence les viole et s'oppose à cette universalité. Cependant, Hendry présente une alternative, moins stricte que l'universalité ici décrite. Il la nomme ubiquité : selon ce principe, les mouvements des systèmes sont contraints par les principes physiques, mais non déterminés par ceux-ci. Cette ubiquité est la réponse que Hendry apporte à son rejet de la clôture causale de la physique, après déplacement dans le domaine des lois. Hendry considère que certains principes physiques – comme la seconde loi de la thermodynamique – sont déjà compris de cette façon, plus libre que la détermination pure. Cette seconde loi, par exemple, institue l'irréversibilité des phénomènes physiques et la tendance à l'entropie. Nous pouvons comprendre ici qu'il s'agit en effet plus d'une astreinte que d'une détermination. Ce principe ne détermine pas entièrement le comportement du système, mais le contraint dans un certain chemin.

L'ubiquité étant moins forte que l'universalité, ceux qui acceptaient la seconde accepteront sans problème la première. La différence entre les deux est assez subtile, et certains les confondent aisément. Mais une fois que l'ubiquité est bien définie, on peut voir que l'émergence s'accorde bien avec elle. Dans ce cas, il n'est plus question de violer des lois de la physique, puisque ces dernières ne déterminent plus, mais contraignent les comportements des systèmes en question. De plus, selon Hendry, l'application simple de la physique quantique aux liaisons chimiques ne requiert que l'ubiquité et n'exclut donc pas la causalité descendante¹¹⁹. Voici un problème résolu pour Hendry.

119 HENDRY, R. F., *op.cit.*, p. 188.

La deuxième attaque fait référence à l'argument de Kim. Il ne s'agit pas de s'attaquer à ce dernier en tant que tel, puisque nous avons vu qu'en abandonnant la clôture causale, Hendry évitait de tomber sous sa critique. Il sera ici question d'analyser ce que Kim dit de la causalité descendante et en quoi il la considère comme étant incohérente. Cela a une importance cruciale car pour Kim l'émergence tire son intérêt et sa distinction des autres formes de matérialisme justement de la causalité descendante. Kim s'interroge sur la cohérence du fait que des propriétés puissent avoir une influence causale sur les niveaux à partir desquels elles émergent¹²⁰.

Dans sa critique, Kim différencie quatre types de causalité descendante, en fonction de leur domaine d'application et de la temporalité. Suivant le premier critère, la causalité descendante peut agir soit sur des événements et des éléments extérieurs à la totalité qui présente cette causalité descendante – il s'agit de la version non-réflexive, soit sur les éléments constituant cette totalité – c'est la version réflexive. Dans les deux cas, il est bien question d'avoir une influence causale sur des éléments de niveaux inférieurs, mais ils sont tantôt externes, tantôt internes à l'entité exerçant ces pouvoirs causaux. Le deuxième critère porte sur la temporalité, le laps de temps séparant la cause de son effet. Dans un cas, le diachronique, il existe un temps plus ou moins grand entre la cause et son effet, tandis que dans l'autre, le synchronique, les deux ont lieu simultanément. Dans le second cas, un peu contre-intuitif, la propriété émergente agit sur sa base dès qu'elle émerge. Son apparition même a des conséquences sur les éléments qui permettent cette apparition. Dans cette catégorisation de la causalité descendante, Kim ne va retenir qu'une d'entre elle :

« Kim argues that only one category, synchronic reflexive downward causation, is interesting. Non-reflexive downward causation, Kim argues, is 'mundane' [...] Diachronic downward causation is similarly ubiquitous and uninteresting. »¹²¹

Seule la catégorie réflexive synchronique va donc trouver grâce à ses yeux, les autres possibilités étant banales et inintéressantes. Pour le cas de la causalité descendante non-réflexive, il prend l'exemple d'un vase qui chute et, par ce fait, a une influence sur les molécules d'air qui l'entourent. Il présente la version diachronique à partir du cas où, si

¹²⁰ *Ibidem*, p. 188.

¹²¹ *Ibidem*, p. 189.

je me meus, mes organes internes suivront le mouvement et seront au final transposés d'un endroit à un autre sous l'action de mon corps comme totalité. Il signifie clairement, en utilisant ces exemples, que ces cas de causalité descendante se rencontrent tous les jours et par conséquent ne sont certainement pas ceux dont parlent les émergentistes dans leurs théories. En effet, et c'est un point crucial de l'émergentisme, ce dernier, pour garder sa pertinence, ne doit pas devenir la norme, il ne doit pas être systématique. Les premiers émergentistes soutiennent également cette idée : l'émergence reste un cas particulier de relation entre des entités appartenant à des niveaux différents. Il n'est pas question de qualifier tout événement d'émergent.

Kim rejette donc les trois autres possibilités de causalité descendante et va se centrer sur la version réflexive synchronique, le cas où une propriété, une entité a une influence causale simultanée sur les éléments qui la composent. Il s'agit donc de la seule catégorie intéressante, mais c'est aussi la seule qui est vide, selon Kim. En effet, il pense qu'il ne peut exister de relation causale de ce type. Il affirme cela en se basant sur un principe, celui d'actualité du pouvoir causal. Selon ce principe, un objet doit, pour pouvoir exercer un pouvoir causal, posséder à ce moment-là la propriété qui lui confère ce pouvoir¹²².

« The causal-power actuality property, Kim argues, renders it incoherent to suppose that a higher-level property could be part of the process that brings about its realization base. »¹²³

Pour Kim, il y a quelque chose d'incohérent et de circulaire dans la causalité descendante synchronique réflexive, et cela est mis en lumière par le fait qu'elle transgresse ce principe d'actualité. Un objet ne peut avoir la propriété d'agir sur ce qui lui confère cette propriété.

En réponse à cela, Hendry ne va pas aller à l'encontre de ce principe d'actualité. Il pense qu'il est intéressant et n'est pas à remettre en cause. Mais Hendry va critiquer la catégorisation de la causalité descendante réalisée par Kim, et surtout son rejet rapide et assez peu justifié des trois autres formes. Cette critique porte sur le fait que la

122 *Ibidem*, p. 189.

123 *Ibidem*, p. 189.

catégorisation ne prend pas en compte les lois qui confèrent ces propriétés descendantes, ainsi que les structures de ces lois. Avant d'aller plus loin, nous souhaiterions signifier que nous nous pencherons sur cette question des lois et de leurs structures dans le troisième chapitre, car cela recouvre la métaphysique des lois sous-jacente à cet article et à toute l'argumentation de Hendry.

Ce manque d'intérêt de Kim pour les lois en question fait dire à Hendry qu'il élimine trop rapidement les autres formes de causalité descendante, et que les qualifier de banales n'est pas forcément justifié. Pour expliquer cela, Hendry reprend l'exemple du vase qui chute et de son action sur les molécules qui l'entourent et sur celles qui le composent. La chute du vase est due à sa masse, et cette dernière est entièrement déductible de l'étude des éléments qui composent le vase. Il y a donc une grande différence entre cet exemple et le cas des molécules, dont les propriétés dépendent de leurs structures et que celles-ci ne sont justement pas déterminées par les éléments constituant la molécule.

Hendry semble préciser ici que l'exemple du vase est un mauvais exemple et ne permet pas de saisir les nuances qui peuvent exister dans la chimie quantique. Cependant, on ne voit pas vraiment en quoi il répond à la catégorisation de Kim. Il enchaîne en effet directement avec le fait qu'il considère qu'il n'y a rien de circulaire et d'opposé au principe défendu par Kim avec une causalité descendante réflexive synchronique dans le cas d'une molécule :

« Nor is there anything spooky or circular about the molecule's acquiring its structure or the causal powers it confers – the powers are fully determined by the structure, and so the molecule acquires them exactly when it acquires the structure. Hence there is no obvious violation of Kim's causal-power actuality principle, it is just that the structure it has is not determined by deeper laws, namely the quantum mechanics of systems of charged masses interacting electrostatically. »¹²⁴

En effet, Hendry ne cherche pas à prouver que les autres formes de causalité descendante ont leur importance. Il signifie qu'une attention pourrait leur être apportée et que Kim les élimine trop rapidement, mais il ne le fera pas dans cet article.

124 *Ibidem*, p. 189.

Il nous dit ici que l'argument de Kim à l'encontre de la causalité descendante réflexive synchronique était trop général. Hendry trouve en effet un contre-exemple en chimie quantique. Dans ce domaine, certaines propriétés des molécules découlent de la structure moléculaire – par exemple le caractère acide du chlorure d'hydrogène explicable par l'asymétrie de cette molécule. Le problème de la symétrie que nous avons abordé plus haut est interprété par les émergentistes comme le signe que cette structure moléculaire n'est pas conférée par les lois qui gouvernent les entités inférieures qui constituent la molécule. À partir de là et selon le critère antinomique de causalité descendante présenté par Hendry – à savoir que le comportement de la molécule lié à sa structure aurait été différent si celle-ci avait été déterminée par les lois de base –, se trouve ici un cas de causalité descendante ne contrevenant pas au principe défendu par Kim. Il n'y a pas ici de circularité puisque la molécule acquiert ses propriétés au moment exact où elle acquiert sa structure, donc immédiatement. L'acquisition de cette structure et les propriétés qui en découlent ont une influence synchronique sur les composantes de la molécule car, et c'est ici qu'intervient le critère antinomique de Hendry, les atomes et les éléments physiques composant la molécule vont agir différemment que si ils n'étaient déterminés que par les lois physiques. Dans le cas du chlorure d'hydrogène et de son caractère acide, c'est affirmer que les atomes de chlore et d'hydrogène se comportent différemment que si ils étaient déterminés par les lois de la physique, donc si ils étaient isolés et ne formaient pas cette molécule. Nous analyserons dans la troisième partie la cohérence scientifique de cet argument, mais le voici présenté théoriquement.

À cette deuxième attaque envers l'émergence, et ici précisément envers la cohérence de la causalité descendante, Hendry répond en prenant un contre-exemple précis dans le monde de la chimie quantique. L'attaque de Kim portait sur le concept même de causalité descendante, et tentait d'en montrer l'incohérence à partir d'exemples généraux. Cependant, ces derniers étaient trop globaux, ils ne recouvraient pas toutes les possibilités de causalité descendante. C'est en cela que le nouveau critère antinomique apporté par Hendry et son application dans le cadre des structures moléculaires passent au travers des mailles du filet.

La troisième et dernière critique qui peut être faite à l'encontre de l'émergence est liée à un élément auquel Hendry a précédemment fait référence, à savoir le dicton

d'Alexander. Rappelons rapidement en quoi consiste ce dernier : une propriété d'un objet est considérée comme ayant une existence réelle à partir du moment où elle confère des pouvoirs causaux singuliers, c'est-à-dire différents de ceux que pourraient déjà posséder l'objet. Là où apparaît la critique, c'est que ce dicton sur lequel se repose Hendry pourrait sembler ne pas être compatible avec le critère antinomique de causalité descendante qu'il propose. En effet :

« Alexander's dictum might be interpreted as requiring that the identity of a property is determined by the causal powers it bestows. Hence a property's causal powers are metaphysically necessary to it. But as formulated, the counternomic criterion for downward causation requires comparisons that assume that a property's identity is independant of the causal powers it bestows. »¹²⁵

On peut voir dans le dicton d'Alexandre une demande de l'effectivité de la propriété, et donc des pouvoirs causaux qu'elle exerce, pour pouvoir assurer son existence. Une propriété existe réellement si elle a un pouvoir causal effectif et singulier, il doit pouvoir être observable pour juger de la réalité de la propriété. Le critère antinomique de la causalité descendante que présente Hendry pourrait sembler en contradiction avec cette demande. En effet, ce critère partage la même caractéristique qu'un discours contre-factuel : ils sont de l'ordre du conditionnel. Il n'y a rien d'actuel et d'effectif dans ces discours, il s'agit de se demander ce que seraient les conclusions si la situation était différente – ou dans ce cas-ci si d'autres lois entraient en action. Nous avons une demande d'effectivité du côté d'Alexander et un discours au conditionnel du côté de Hendry.

Hendry présente deux réponses à cette tension : la première concerne l'interprétation du dicton et la seconde celle du critère antinomique. Pour la première réponse, il considère que l'on peut interpréter le dicton d'Alexander de deux façons différentes, l'une plus forte que l'autre. Pour affirmer cela, il se base sur des textes de Kim citant différemment ce dicton. Retournons dans le texte original d'Alexander :

125 *Ibidem*, pp. 189-190.

« [something that] has nothing to do, no purpose to serve [...] might as well, and undoubtedly would in time, be abolished. »¹²⁶

Nous pouvons lire ici une version en négatif du fameux dicton : quelque chose qui ne fait rien dans le monde – autrement dit, qui n'a pas de pouvoir causal – sera au final supprimé. Selon Hendry, cette version autorise une interprétation plus faible, moins contraignante du dicton : ne disparaîtra pas ce qui a un but à servir, ce qui a une action dans le monde. À partir de là, Kim fera une interprétation beaucoup plus stricte de ce dicton, considérant que priver quelque chose de pouvoirs causaux revient à le priver de son existence¹²⁷.

Il est effectivement difficile de combiner cette interprétation avec le critère antinomique que présente Hendry. Ce dernier va donc proposer une autre vision du dicton, qui va éliminer le caractère d'identité attribué par l'interprétation forte. Pour cela, Hendry part dans l'univers des mondes possibles :

« [...] for every possible world at which a property exists, there is some causal power that is conferred by possession of that property. This allows that the causal powers conferred by a property vary across the different possible worlds at which it exists. Hence this version of the principle involves no causal criterion for property identity [...] »¹²⁸

Dans cette interprétation, l'identité de la propriété n'est pas liée aux pouvoirs causaux précis qu'elle confère. En effet, une même propriété, dans différents mondes, peut conférer différents pouvoirs causaux en fonction du monde dans lequel elle apparaît. Étant donné que dans ce cas-ci, l'identité de la propriété n'est pas scellée par les pouvoirs causaux, cela peut s'accorder avec le critère antinomique de Hendry. Un discours au conditionnel peut en effet être construit sur les pouvoirs causaux que peut conférer une propriété puisque ceux-ci peuvent être différents pour une même propriété. Il s'agit donc, avec cette interprétation plus faible, de laisser une place à l'indépendance de la propriété.

126 ALEXANDER, S., *op.cit.*, p. 8.

127 KIM, J., *Physicalism, or something near enough*, Cambridge, MIT Press, 2005, p. 159.

128 HENDRY, R. F., *op.cit.*, p. 190.

La seconde réponse apportée par Hendry intervient dans le cas où l'on serait déjà entièrement convaincu par la nécessité métaphysique du lien entre la propriété et les pouvoirs causaux qui lui sont liés dans notre monde. Dans ce cas-là, Hendry va proposer une autre interprétation du critère antinomique de la causalité descendante qui serait alors en accord avec cette nécessité métaphysique. Au lieu de se demander si le comportement de l'entité aurait été différent dans notre monde si il avait été déterminé par d'autres lois – à savoir, dans le cas de la chimie quantique, par des lois de la physique –, il sera question de savoir comment une entité similaire se comporterait, quelles propriétés elle posséderait et quels pouvoirs causaux en découleraient dans un autre monde dans lequel elle serait gouvernée par des lois différentes – celles qui seraient d'application dans le cas d'un réductionnisme.

En effet, ce qui pose problème, c'est d'imaginer que les lois qui agissent dans notre monde ne sont pas nécessaires et que l'on pourrait en imaginer d'autres. Avec cette solution, on garde l'idée de nécessité, et la comparaison se fait avec un autre monde dans lequel les lois différentes sont tout aussi nécessaires.

« In that case the counternomic criterion for downward causation could be reformulated so as to involve a comparison between the causal powers conferred by a candidate emergent property in the actual world, and those conferred by a similar property in a world governed by unified laws of nature as envisaged by the reductive physicalist. »¹²⁹

Hendry tient beaucoup à son critère antinomique, et ce léger changement permet de le maintenir en cohérence avec des métaphysiques plus strictes. De plus, il considère que le discours antinomique et contre-factuel est une part importante de la science chimique.

En effet, Hendry prend l'exemple du point d'ébullition de l'eau, qui est anormalement élevé par rapport aux points d'ébullition des autres molécules analogues, telles que H_2S , H_2Se et H_2Te . Pour expliquer cela, les chimistes font référence aux ponts d'hydrogène présents dans la molécule de H_2O . Ceux-ci renforcent les liens entre les molécules et rendent par là plus complexe leur séparation. Il faudra donc apporter plus

129 *Ibidem*, p. 190.

d'énergie, une température plus élevée pour les séparer et que le passage à l'état gazeux s'opère. Pour Hendry, cette justification est basée sur un discours antinomique :

« The anomalousness of water's boiling point, the demand for explanation, and the explanatory salience of the hydrogen bonding all arise from a comparison between water's actual boiling point and what its (or its counterpart's) boiling point would be without hydrogen bonding, that is, were its molecules to interact only via the weaker attractive forces, which dominate in the case of H_2S , H_2Se , and H_2Te . »¹³⁰

C'est sur ce retour au monde chimique que Hendry clôt son article et avec lui son argumentation. Il désire sans doute montrer par là qu'il veut rester proche de la science et de la chimie telles qu'elles se pratiquent et se pensent, proposer un discours à leur propos sans les surplomber.

Ce que Hendry a voulu faire tout au long de son article, c'est montrer que la théorie de l'émergence en chimie quantique était valable scientifiquement, tout autant que la théorie de la réduction ontologique¹³¹. On peut cependant percevoir, tout au long de l'article, une nette préférence personnelle pour la théorie de l'émergence. En effet, l'énergie qu'il met à proposer de nouvelles interprétations de différents concepts afin de répondre à la critique de Kim ainsi qu'aux objections faites couramment à l'encontre de l'émergence, couplée au rejet de la réduction ontologique semble nous montrer que Hendry croit profondément en la possibilité de l'émergence et cette dernière ne peut être qu'incompatible avec une réduction ontologique pure de la chimie quantique à la physique quantique.

Bilan

Dans cette partie, nous avons proposé une réponse à la critique de Kim envers l'émergence en la personne de Robin F. Hendry. Ce dernier nous a emmené dans le monde de la chimie quantique, souvent oublié des philosophes des sciences et en tout

¹³⁰ *Ibidem*, p. 190.

¹³¹ *Ibidem*, p. 190.

cas par Kim lui-même qui n'y a pas vu une limite à son argument. L'auteur mettra un point d'honneur à rester proche de ce monde scientifique.

Nous avons suivi de près l'article de Hendry et c'est pour cela que nous débutons tous deux par le constat que la réduction épistémologique de la chimie quantique à la physique quantique est un échec et que les différentes interprétations de celui-ci mènent à une impasse. Hendry a alors jugé nécessaire de se tourner vers le monde de l'ontologie et de voir si la réduction y avait plus de succès. Intervient alors le problème de la symétrie et le critère antinomique pour la causalité descendante. Avec ce dernier apparaît la réponse majeure que Hendry adresse à l'argument de Kim : il défend la causalité descendante au prix d'une nouvelle interprétation de la clôture causale du monde physique. La formulation initiale de cette dernière par Kim ne lui semble pas nécessaire, et il va proposer une alternative moins rigoureuse, l'ubiquité de la physique. C'est là le cœur de son argumentation et le critère antinomique autant que l'ubiquité vont nécessiter du temps et de l'implication afin de les rendre les plus compréhensibles possibles. Son article se finira sur des réponses apportées aux critiques habituellement faites à l'encontre de l'émergentisme.

Maintenant que les deux positions opposées ont été présentées, nous allons voir si Hendry répond effectivement à Kim, si son argument tient la route, autant au niveau scientifique que philosophique, et les présupposés qui y sont impliqués. À partir de là, nous ouvrirons le champ de pensée avec des remarques plus générales sur la philosophie des sciences.

Troisième partie : analyse et critique

Nous venons de présenter deux interprétations différentes de l'émergence ainsi que les conséquences qu'elles impliquent. Jaegwon Kim, tout d'abord, a conclu à l'incohérence du concept d'émergence. Rappelons rapidement que, selon lui, survenance, clôture causale, causalité descendante et exclusion de la surdétermination causale sont des prémisses nécessaires au concept d'émergence – ou interne à la physique, comme la clôture causale – mais incompatibles entre elles. Étant donné qu'on ne peut abandonner aucune d'entre elles, il en conclut que l'émergence n'est pas défendable car elle est incohérente. La deuxième partie de ce travail reprenait la position de R. F. Hendry qui, se penchant sur le domaine particulier qu'est la chimie quantique, défend la possibilité de l'émergence. Pour cela, il propose une nouvelle interprétation de la clôture causale et de la causalité descendante afin d'éviter l'accusation d'incompatibilité.

Nous allons à présent analyser la réponse qu'apporte Hendry à la position de Kim afin de voir si ce qu'il propose réussit à échapper à la critique et à constituer une véritable forme d'émergence. Pour cela, nous allons revenir sur le concept de clôture causale, concept central à la fois chez Kim et chez Hendry, puisque ce dernier va proposer une autre interprétation, compatible cette fois-ci avec la causalité descendante. Nous avons signalé dans la première partie de ce travail que ce concept de clôture causale revient régulièrement dans la littérature mais rarement sous la même forme. Pour comprendre cette diversité et ce qu'elle implique, nous allons nous pencher sur un texte de E. J. Lowe¹³² centré sur la clôture causale et les différentes formes qu'elle a pu prendre.

Notre analyse se poursuivra en interrogeant plus généralement l'argument de Hendry. Nous avons vu que ce dernier interprète l'impossibilité de la réduction théorique de la chimie quantique à la physique quantique comme un signe de résistance ontologique. Nous tenterons de voir si ce passage de l'un à l'autre est acceptable et s'il peut constituer le cœur de son argument. À partir de là, nous nous pencherons sur le côté scientifique, cher à Hendry, en analysant son argument de ce point de vue. Cela

¹³² LOWE, E. J., « Causal closure principles and emergentism » in *Philosophy*, N°75 (4-2000), pp. 571-585.

revient à dire que nous allons faire une petite incursion en chimie quantique et, par là, que nous allons tenter de comprendre si, selon son argument, les atomes se comportent effectivement différemment au sein de la molécule, quand ils sont soumis à la causalité descendante que s'ils ne l'étaient pas – argument antinomique développé par Hendry. Nous nous pencherons également sur l'approximation de Born-Oppenheimer dans cet argument précis, et nous ouvrirons grâce à cela le débat sur des réflexions plus globales à propos de l'usage des approximations et des idéalizations en chimie quantique et en sciences en général, ainsi que sur les différences qui peuvent exister entre ces deux concepts.

Nous poursuivrons la réflexion en quittant le domaine scientifique et en entrant dans la métaphysique présente dans l'argument de Hendry. Il s'agira de revenir sur l'importance des lois et sur leur place dans l'émergence selon Hendry. Nous nous pencherons sur l'interprétation que fait Hendry des lois et de leur nécessité. Pour cela, nous allons développer l'attitude qu'il adopte, à savoir un contextualisme dispositionnel. Cela nous permettra de comprendre ce qui est proprement émergent dans la théorie que défend Hendry.

Pour finir, nous nous pencherons sur des critiques faites à l'encontre du travail et de l'argument de Hendry à propos de l'émergence. Cela nous permettra de questionner les rapports très importants entre l'épistémologie et l'ontologie dans le travail de Hendry. À partir de là, nous pourrons alors jeter un regard différent sur toute son entreprise, ce qui nous permettra d'en cerner les présupposés et d'ouvrir à des questions plus générales.

I. Réponse de Hendry à Kim : la clôture causale et la causalité descendante

Notre analyse de l'argument de Hendry commence par l'étude de son rapport à celui de Kim et de la réponse qu'il peut fournir à celui-ci. Nous allons débiter par le concept de clôture causale présent à la fois chez Kim et chez Hendry. Nous analyserons les différentes versions qu'ils en donnent et celles également présentes dans la littérature. Par la suite, c'est la causalité descendante qui retiendra notre attention. Bien que nous ayons déjà analysé l'interprétation nouvelle qu'en fait Hendry, nous la

mettrons ici en lien avec les autres prémisses posées par Kim afin de juger si l'argument de Hendry répond effectivement à celui de Kim.

Tout d'abord, reprenons la définition que Kim donne de la clôture causale : c'est l'idée selon laquelle « any physical event that has a cause at time t has a physical cause at t »¹³³. Kim en donne une explication plus claire : si nous retraçons l'ascendance causale d'un événement physique – si nous remontons de cause en cause –, nous ne devrions jamais être forcés de sortir du domaine physique¹³⁴. C'est donc avec cette interprétation de la clôture causale que Kim argumente l'incohérence de l'émergence. Il considère que si nous acceptons la causalité descendante, c'est-à-dire que des événements de niveaux inférieurs puissent être causés par des événements de niveaux supérieurs – chimique causant du physique par exemple – et que nous acceptons la clôture causale telle qu'il nous la présente, nous arriverions inévitablement à un cas de surdétermination causale, ce qui n'est pas acceptable scientifiquement. Si nous reprenons le schéma représentant cette situation (fig. 1), cela signifie que P^* est surdéterminé causalement – il est déterminé de façon suffisante à la fois par P et par M .

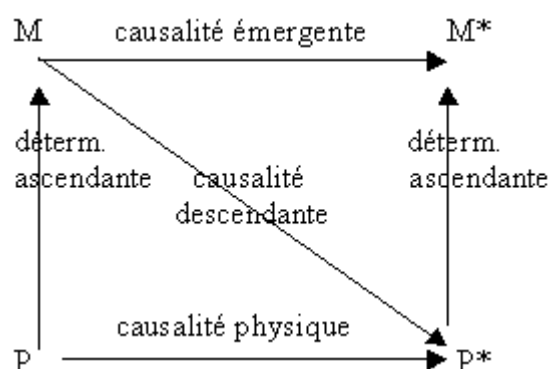


Figure 1 : schéma de l'émergence selon Kim

La clôture causale est le concept qui permet de justifier la causalité physique symbolisée par une flèche entre P et P^* . Selon Kim, ce type de causalité a toujours lieu au niveau physique. C'est ce que signifie la phrase « si un événement physique a une cause en t , il a une cause physique en t ».

133 KIM, J., « The Myth of Nonreductive Materialism », *op.cit.*, p. 43.

134 *Ibidem*, p. 43.

Il est intéressant de noter que derrière cette interprétation de la clôture causale se cache l'idée, non explicitée dans la définition donnée par Kim, que cette cause physique est suffisante. C'est en effet cette suffisance sous-entendue qui va permettre à Kim d'affirmer que la causalité descendante viendra rajouter une autre cause suffisante et par là surdéterminer causalement l'événement P*. Cette notion de suffisance est cruciale puisque sans elle, si la cause physique n'était que partielle, il n'y aurait pas nécessairement de surdétermination causale. Nous reviendrons sur ce point par la suite.

Nous pouvons tout de même noter un autre point intéressant, à savoir que Kim semble comprendre la clôture causale comme ne pouvant être reniée par aucun physicaliste. Cela pourrait être compris comme une règle nécessaire, acceptée de tous. Pourtant c'est loin d'être le cas et les différentes versions que l'on verra de ce concept le confirment. Kim a une attitude un peu ambivalente par rapport à l'importance de cette clôture causale. D'un côté, il semble, comme nous venons de le voir, l'envisager comme étant nécessaire, acceptée de tous et non-négociable. D'un autre côté, il est très prudent dans le vocabulaire qu'il utilise lorsqu'il parle de cette clôture causale et de son importance. En effet, il présente la clôture causale comme étant « an assumption that *I believe* any physicalist would grant »¹³⁵. Cette croyance vient du fait que si l'on refusait la clôture causale telle qu'il la présente, cela reviendrait à accepter l'idée – qualifiée de cartésienne par Kim – qu'un événement physique pourrait avoir uniquement des causes non-physiques et à partir de là, il conclut qu'il pourrait n'y avoir en principe aucune théorie physique complète et auto-suffisante dans le domaine physique¹³⁶. Cela a pour conséquence, selon Kim, que notre physique devrait se référer essentiellement à des agents causaux non-physiques et cette image serait, selon Kim, inacceptable pour la plupart des physicalistes¹³⁷. L'importance de cette clôture causale naît donc du fait que Kim pense que les physicalistes ne seraient pas prêts à accepter un monde sans celle-ci. Il n'explique pas plus précisément ce rejet qu'il suppose chez les physicalistes, cela pourrait donc constituer une base de critique à l'encontre de la place qu'il donne à la clôture causale, et surtout à l'absence de discussion qui semble évidente lorsqu'il présente ce concept.

¹³⁵ *Ibidem*, p. 43. Nous soulignons.

¹³⁶ *Ibidem*, p. 43.

¹³⁷ *Ibidem*, pp. 43-44.

Cependant, la critique de Hendry ne portera pas sur ce manque d'argumentation. Il va plutôt en effet nous proposer une autre interprétation de la clôture causale, sans remettre en cause son importance. Retournons dans l'article de Hendry *Ontological reduction and molecular structure*. Dans cet article, Hendry base son analyse sur une autre définition de la clôture causale, attribuée à David Papineau : « physical effects are brought about solely by physical causes via physical laws »¹³⁸. Cette version est différente de celle de Kim dans le sens où elle fait intervenir les lois physiques, loi qui joueront un grand rôle dans l'argument de Hendry. Cette définition intervient dans la partie où Hendry présente la position de Kim, il ne fait donc pas référence à la véritable définition défendue par ce dernier.

De fait, Hendry ne portera pas sa critique directement sur la notion de clôture causale – ou complétude du monde physique, autre dénomination qu'il utilise – mais sur celle d'universalité des lois physiques. Le lien entre ces deux notions n'est pas clair, puisque Hendry semble les considérer comme étant équivalentes – il parle de l'une et de l'autre indifféremment – mais, quand il les définit, elles n'ont pas l'air de recouvrir la même réalité. Nous avons vu la définition de la clôture causale, penchons-nous maintenant sur celle de l'universalité des lois :

« [The principle] that physical principles completely determine the behaviour of the systems to which they apply. »¹³⁹

Cette définition est si différente de celle de la clôture causale proposée plus haut que l'on a du mal à imaginer que Hendry les considère comme n'étant qu'un seul et même concept. Il est en effet question ici de principes physiques déterminant le comportement d'un système et plus d'effets physiques causés par d'autres événements physiques. Les formulations sont donc bien distinctes.

Cependant, la différence pourrait être due à la transposition d'un même concept d'un domaine à un autre. En effet, Kim, tout comme Papineau, inscrivent leurs réflexions dans le monde de la philosophie de l'esprit. Ils utilisent donc un vocabulaire classique. Hendry, quant à lui, est centré sur le domaine quantique. Nous avons déjà

138 HENDRY, R. F., *Ontological reduction and molecular structure*, op.cit., p. 185, depuis PAPINEAU, D., *Thinking about consciousness*, Oxford, Clarendon Press, 2002, pp. 233-234.

139 *Ibidem*, p. 188.

abordé l'idée qu'il restait très prudent dans l'usage des termes se rapportant aux causes et à la causalité. En effet, Hendry est conscient de la difficulté de retrouver une notion comme celle de causalité dans le domaine de la mécanique quantique. Il ne prend donc pas le risque de reprendre le vocabulaire classique, afin d'éviter toute confusion et erreur. On peut donc comprendre que la clôture causale devient, dans le monde quantique, selon Hendry, la notion d'universalité des lois physiques. On ne parle plus de causes et d'effets mais de déterminisme et de lois.

La critique de Hendry va donc porter sur cette notion d'universalité, qu'il considère trop forte. Il va alors proposer une autre notion, répondant aux mêmes demandes tout en étant moins contraignante : l'ubiquité de la physique. Voici comment il définit cette notion :

« Under the ubiquity of physics, physical principles constrain the motions of particular systems though they may not fully determine them. »¹⁴⁰

Cette ubiquité est donc moins stricte que l'universalité des lois physiques. Hendry précise tout de même que si ces principes physiques agissent seuls, ils déterminent effectivement le comportement des systèmes auxquels ils s'appliquent. La différence apparaît quand ils se combinent à d'autres principes, qui auraient alors également un rôle à jouer dans cette détermination.

Cette interprétation plus faible est assez proche d'une autre version, développée par E. J. Lowe. Ce dernier, dans son article *Causal closure principles and emergentism*, fait un tour d'horizon des différentes formulations de ce principe de clôture causale. Lowe inscrit également sa recherche dans le cadre de la philosophie de l'esprit, comme Kim et Papineau. Nous verrons donc revenir les termes de cause et d'effet. Justement, les deux premières définitions sur lesquelles il se penche ont été formulées par Papineau. Ces versions sont différentes de celle reprise par Hendry, cela confirme que même chez un seul auteur, ce concept peut prendre diverses formes. Ces deux formulations de la complétude de la physique – selon le terme utilisé par Papineau lui-même – affirment que tous les effets physiques ont des causes physiques, suffisantes

140 *Ibidem*, p. 188.

dans la première version et complètes dans la seconde¹⁴¹. Papineau précise que le terme ‘complètes’ présent dans la seconde version est à comprendre dans le sens où ces causes suffisent à elles seules, via les lois physiques, à déterminer les possibilités - « to fix the chances » dans le texte original – de ces effets¹⁴².

Lowe présentera au total sept version différentes de ce concept, reprises de la littérature philosophique. Il part du constat que l’argument de la clôture causale est régulièrement utilisé dans le but de rejeter la possibilité d’une causalité psychique sur le physique. Il va tenter de prouver dans son article que ce n’est pas si évident. La diversité des formes que prend le principe de clôture causale indique le fait, non négligeable au vue de l’occurrence de cet argument, qu’il n’existe pas d’accord sur une forme officielle, reconnue par la plupart des penseurs qui l’utilisent. Lowe va donc faire le pari, relativement proche de celui de Hendry, de développer une forme compatible avec une causalité du psychique vers le physique. Cependant, sa méthode sera différente.

Il repart d’une formulation qui, à première vue, permettrait aux physicalistes de rejeter la causalité du psychique sur le physiques :

« At every time at which any physical event has a cause, it has a sufficient physical cause. »¹⁴³

Lowe spécifie qu’il comprend par cause physique suffisante un ensemble non-vide d’événements physiques, chacun d’eux étant une cause de l’événement donné et qui tous, conjointement, rendent nécessaire l’apparition de l’événement donné¹⁴⁴. Nous pouvons remarquer que cette formulation du concept de clôture causale est pratiquement identique à celle proposée par Kim puisqu’elle fait également intervenir une composante temporelle. Lowe, comme Kim, affirme que l’on ne peut envisager une cause non-physique agissant au même moment sans violer le principe d’exclusion de la surdétermination causale. Cependant, il considère que cette conclusion néglige la possibilité d’une causalité simultanée¹⁴⁵. Afin de comprendre au mieux cette possibilité, considérons un événement physique P se produisant à un temps t_2 et la cause physique

141 LOWE, E. J., *op.cit.*, p. 573.

142 PAPINEAU, D., *Philosophical Naturalism*, Oxford, Ed. Blackwell, 1993, p. 22.

143 LOWE, E. J., *op.cit.*, p. 576.

144 *Ibidem*, p. 575.

145 *Ibidem*, p. 576.

suffisante – ici, l'ensemble de causes P_{11} et P_{12} – supposée de P existant en t_1 . Cette cause physique suffisante cause P en partie en causant M , un événement mental existant également au temps t_1 (fig. 2).

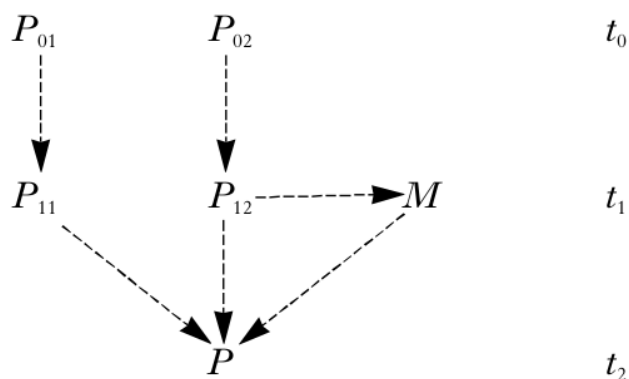


Figure 2

Lowe considère que ce cas ne tombe pas sous la critique de la surdétermination causale car P ne serait pas apparu s'il n'y avait eu que P_{11} et P_{12} et pas M et inversement. Les événements physiques et mentaux sont donc complémentaires, tous nécessaires mais aucun suffisants seuls. C'est ce que l'auteur comprend par causalité simultanée. On ne peut supprimer aucune des trois causes – deux physiques et une mentale – sans supprimer également l'effet physique P . Selon Lowe, ce cas de causalité simultanée n'est pas exclu par la version de la clôture causale présentée plus haut.

Lowe semble donc répondre à la critique de Kim – sans le citer – en ne proposant pas une nouvelle interprétation de la clôture causale, mais en trouvant une faille, un cas limite dans celle déjà proposée. C'est très proche de ce que propose Hendry, puisque dans le principe d'ubiquité de la physique développée par ce dernier, les principes physiques suffiraient seuls à déterminer le comportement des systèmes auxquels ils s'appliquent, s'ils n'étaient pas combinés à d'autres. Ces deux arguments ont mis en lumière une faille dans la critique de Kim à l'encontre de l'émergence. De plus, leur proximité renforce la réponse de Hendry à Kim puisque, même s'ils sont développés dans des contextes distincts, ils aboutissent aux mêmes conclusions. Cela montre que la faille réside bien dans la formulation du concept de clôture causale

utilisée par Kim et qu'il n'est pas nécessaire de vouloir aller à l'encontre de l'argumentation adoptée par celui-ci pour la déceler.

Nous pouvons voir qu'avec ce concept d'ubiquité des lois physiques, Hendry répond déjà à la critique de Kim. Cependant, il va également proposer une nouvelle interprétation d'une autre prémisse de l'émergence : la causalité descendante. Nous avons vu dans le chapitre précédent qu'il développait une vision antinomique de la causalité descendante – les atomes se seraient comportés différemment s'ils n'étaient soumis qu'aux lois de la physique. Ces deux réinterprétations se complètent parfaitement. L'ubiquité laisse la place à la causalité descendante et cette dernière est formulée de manière telle à sous-entendre l'ubiquité. Les lois de la physique ne déterminent pas seules le comportement des systèmes auxquels elles s'appliquent.

Bien que les nouveaux critères développés par Hendry ne soient pas limités à la chimie quantique, il a eu la possibilité de les déployer à partir de ce domaine. Ce dernier semble, qui plus est, être un terrain propice à l'exemplification de ces critères. Nous pourrions, à partir de là, postuler l'hypothèse que la critique initiale de Kim est trop générale et qu'en analysant la chimie quantique, Hendry a pu y trouver des cas-limites et, sur base de ceux-ci, développer des concepts plus généraux. Ce qui est en tout cas certain, c'est que Kim n'adresse à aucun moment sa critique contre l'émergence au domaine de la chimie. Comme le rappelle Hendry, Kim considère que la chimie est tout à fait réductible à la physique. Il ne pense donc pas à interroger la possibilité même d'une émergence dans ce domaine. Sa réflexion étant née dans le domaine de la philosophie de l'esprit, nous pourrions considérer qu'il reste limité dans sa critique. Bien que cette dernière se veuille générale, portant sur le concept d'émergence, le point de départ de Kim pourrait empêcher la considération de certains éléments et, de ce fait, passer à une généralisation biaisée. Il s'agit bien sûr ici de suppositions mais elles pourraient expliquer le fait que la critique de Kim semble ne pas s'appliquer à l'émergence en chimie quantique. En se centrant sur ce domaine, Hendry a formulé de nouveaux critères, relativement proches de ceux initialement défendus par Kim, qui permettent de penser l'émergence comme effective.

Avec ces nouveaux concepts d'ubiquité et de causalité descendante antinomique, Hendry réussit à échapper à la critique de Kim et par là à proposer un cadre pour penser l'émergence sans tomber dans l'incohérence – jugée inévitable par Kim. D'un point de

vue théorique, on peut donc affirmer que Hendry propose une véritable alternative métaphysiquement possible à Kim, alternative qui défend la possibilité de l'émergence. Tentons maintenant de voir si cette réponse tient également la route d'un point de vue scientifique.

II. Analyse de la partie scientifique de l'argument de Hendry

Nous allons ici nous pencher sur les arguments scientifiques que Hendry développe dans son article. Nous venons de conclure que son argumentation répondait effectivement à Kim d'un point de vue théorique. L'intérêt à présent est porté sur les exemples pratiques, scientifiques qui constituent cet argument afin de voir si, sur ce plan-là également, il peut être considéré comme valable.

L'argumentation de Hendry à propos de la causalité descendante repose principalement sur l'usage de l'approximation de Born-Oppenheimer et les conséquences que cela implique. Nous avons analysé ce cas dans la deuxième partie de ce travail, mais rappelons ici de quoi il est question. Hendry part du constat que l'on ne peut déterminer la structure d'une molécule à partir de la résolution des équations de Schrödinger des atomes qui la constitue. Il considère cela comme un constat de l'échec de la réduction épistémologique de la chimie quantique à la physique quantique, puisque l'on ne peut ni expliquer ni déterminer un phénomène chimique à partir de ces composants physiques.

De plus, dans un autre contexte, il constate l'utilisation d'une approximation de l'équation de Schrödinger afin de calculer les niveaux d'énergie dans une molécule. Il s'agit de l'approximation de Born-Oppenheimer qui, comme nous l'avons vu, bien que ne faisant qu'une faible différence au niveau énergétique par rapport à l'équation exacte, fait une différence énorme au niveau structurel. Hendry affirme, à la suite de cela, que si l'on résolvait l'équation coulombienne exacte de Schrödinger, nous n'aboutirions qu'à des structures moléculaires symétriques. Autrement dit, si l'on n'utilisait pas l'approximation de Born-Oppenheimer, si l'on ne fixait pas les noyaux dans une géométrie d'équilibre, nous ne pourrions expliquer les propriétés chimiques que nous observons pourtant avec l'expérience.

Nous pouvons ici nous arrêter quelque peu et faire une remarque sur le concept d'approximation. En effet, ce dernier est à distinguer de l'idéalisation. Il s'agit de deux procédés utilisés en sciences afin d'approcher une solution ou un système trop compliqué, voire impossible à atteindre ou à résoudre directement. Cependant, là où se joue la différence entre ces deux concepts, c'est au niveau de la référence au système initial à décrire. Nous allons suivre ici J.D. Norton et son article *Approximation and Idealization : Why the difference matters* :

« [...] approximations merely describe a target system inexactly. They are propositional. Idealizations refer to new systems, some of whose properties approximate some of those of the target system. »¹⁴⁶

L'idéalisation, en se référant à un nouveau système, amènera également une nouvelle sémantique, un nouveau vocabulaire propre à ce système, ce dernier pouvant être réel ou fictif, la seule nécessité étant qu'il partage des propriétés similaires avec le système initial. Norton considère que les vrais cas d'idéalisation sont assez rares en sciences.

Cependant, il considère qu'un lien existe entre approximation et idéalisation. Il prend l'exemple de l'analyse de la chute d'un corps, ayant une masse d'une unité. Quand les forces de frottement sont très faibles, la vitesse de chute du corps à un temps donné est presque égale à g , l'accélération due à la gravité, multipliée par ce temps. Les considérer comme égales revient à faire une approximation de la solution réelle, il s'agit donc d'une description inexacte de la situation. Norton considère que l'on peut transformer cette approximation en idéalisation en se référant à un système fictif dans lequel un objet d'une même masse tombe selon la même gravité dans le vide. Dans ce système idéalisé, la chute du corps sera exactement décrite par la formule $v(t)=g.t$, et cette propriété constitue une description inexacte du système initial¹⁴⁷.

Avec Born-Oppenheimer, nous sommes bien dans le cas d'une approximation. En effet, il s'agit de décrire inexactement le système initial en considérant que les noyaux sont fixes. Il n'y a pas de référence à un autre système dans lequel ces noyaux sont effectivement fixes. La frontière entre les deux concepts est très ténue mais elle

146 NORTON, J.D., « Approximation and Idealization ; Why the difference matters » in *Philosophy of Science*, Vol. 79, N°2 (avril 2012), p. 207.

147 *Ibidem*, p. 210.

n'en est pas moins présente. Nous pouvons comprendre, avec l'exemple donné par Norton et le cas de l'approximation de Born-Oppenheimer, que les approximations soient beaucoup plus courantes en sciences que les idéalisation. En effet, ces dernières impliquent la création d'un scénario et l'utilisation d'une sémantique différente, ce qui complique leur utilisation. Étant une approximation et non une idéalisation, l'approximation de Born-Oppenheimer n'est donc en quelque sorte qu'une erreur de calcul – admise et voulue puisque plus facile à résoudre que le calcul initial, rappelons-le.

Cependant, en l'utilisant comme exemple de causalité descendante, et par là comme défense d'une émergence ontologique, Hendry semble plutôt l'envisager comme une forme d'idéalisation, dans le sens où avec elle apparaît toute une nouvelle sémantique, voire un nouveau système. En effet, le fait que l'approximation de Born-Oppenheimer soit le signe d'une causalité descendante pourrait impliquer que nous sommes face à un nouveau système qui partage certaines caractéristiques avec le système initial, mais en présente également d'autres – considérées comme erronées par rapport au système de base mais pouvant, comme désire le montrer Hendry, dévoiler une explication possible de la réalité observée. L'interprétation que fait Hendry de cette approximation n'en change pas la nature scientifique et mathématique – elle reste une approximation. Mais nous pouvons voir grâce à cette distinction que cette interprétation erronée, au sens de Lowe, d'une erreur admise – approximation et idéalisation étant toutes deux des erreurs admises – va permettre à Hendry de défendre sa vision de l'émergence ontologique. Son argumentation perd alors de sa force, du point de vue de Lowe. En effet, on ne peut supposer, même si Lowe ne le dit pas explicitement dans son analyse, que l'on ne peut tirer les mêmes conclusions d'une approximation et d'une idéalisation. Voici une première critique qui peut être faite à l'encontre du travail de Hendry.

Après cette remarque, nous pouvons revenir à l'approximation de Born-Oppenheimer en tant que telle, qui constitue le cœur de l'argument de Hendry. En effet, à partir de celle-ci, il va passer du constat d'une émergence épistémologique – nécessité de chercher de l'information au niveau chimique pour expliquer ce que le niveau physique ne peut expliquer – à la supposition d'une émergence ontologique. Nous avons déjà abordé ce passage d'un domaine à l'autre dans le chapitre précédent. Ce qui va

nous intéresser ici est plutôt l'affirmation de Hendry selon laquelle les solutions exactes de l'équation coulombienne de Schrödinger devraient être symétriquement sphériques¹⁴⁸. Cette affirmation constitue en effet un point crucial de son argumentation. Montrer que la résolution exacte amène à une situation différente que celle que nous observons dans l'expérience – qui elle peut être expliquée par une approximation de la résolution exacte – a des conséquences massives. La première de ces conséquences étant, bien entendu, l'utilisation de ce fait comme preuve de l'échec de la réduction de la chimie quantique à la physique quantique. À partir de cet échec, Hendry va, comme nous l'avons vu, chercher un scénario possible qui pourrait répondre à l'impasse dans laquelle l'échec initial nous a mené – ce scénario étant celui de l'émergence.

Cette affirmation concernant la solution inévitablement symétrique de l'équation exacte provoque de nombreux débats dans le monde scientifique et philosophique. Elle n'est donc pas acceptée par tous. Cela peut se comprendre par le fait que, comme nous l'avons précisé plus haut, le réductionnisme est la position dominante dans les réflexions à propos des rapports entre chimie et physique. Il est donc compréhensible que beaucoup de chercheurs tentent de résoudre le problème soulevé par l'approximation de Born-Oppenheimer. Prenons l'exemple d'un article récent, *Extracting elements of molecular structure from the all-particle wave function*¹⁴⁹. Dans cet article, les auteurs cherchent à extraire des informations sur la structure moléculaire en se passant de l'approximation de Born-Oppenheimer, c'est-à-dire en prenant en compte toutes les particules constituant la molécule, y compris les noyaux. Il s'agit donc de ne pas fixer ceux-ci dans une géométrie d'équilibre déterminée à partir d'informations du niveau chimique. Cet article étant très technique, nous n'entrerons pas dans les détails de l'argumentation de ses auteurs. Nous pouvons cependant dire qu'ils se penchent sur différents systèmes possédant de multiples particules – de trois à cinq composants – et qu'ils tentent d'extraire des motifs uni- et bidimensionnel de la structure moléculaire classique à partir des fonctions d'onde *toute-particule*¹⁵⁰. Qu'ils aboutissent ou non à des résultats concluants, il est important de noter que des recherches se font dans ce sens.

148 HENDRY, R.F., *Ontological reduction and molecular structure*, op.cit., p186.

149 MÁTYUS, E., HUTTER, J., MÜLLER-HEROLD, U., REIHER, M., « Extracting elements of molecular structure from the all-particle wave function » in *The Journal of Chemical Physics*, N°135 (2011), 204302, pp. 1-12.

150 *Ibidem*, p. 2.

Le débat perdure d'ailleurs, puisque des défenseurs de l'approximation de Born-Oppenheimer – comme Wolley et Sutcliffe¹⁵¹ par exemple – continuent de s'opposer à ces tentatives. Dans leur article, ils défendent l'idée que si l'on résout l'équation de Schrödinger sans présumer de l'asymétrie – sans aller chercher de l'information au niveau chimique – on n'obtient effectivement que des solutions symétriques. L'approximation de Born-Oppenheimer apporte donc des informations utiles et non-négligeables.

Nous voyons ici qu'il existe diverses positions par rapport à l'importance de cette approximation, en accord ou non avec celle développée par Hendry lui-même dans son argument. Ce dernier est donc contestable, en fonction de la qualité des informations que l'on pourrait effectivement tirer des équations exactes et des fonctions d'onde *toute-particule*. Le débat reste ouvert mais cela nous montre, une fois de plus, que Hendry se situe au plus près des pratiques et des interrogations de la chimie quantique.

Comme nous l'avions déjà signalé dans le chapitre précédent, l'usage de cette approximation, parce qu'elle semble apporter des informations supplémentaires, ne peut être expliquée par un manque d'outils ou de connaissances mathématiques. C'est en effet une des réponses apportées par les réductionnistes au fait que la chimie quantique ne puisse se réduire à la physique quantique. Dans leur argument, nos connaissances mathématiques sont trop faibles actuellement pour pouvoir déduire la structure moléculaire à partir des équations exactes de Schrödinger, alors nous devons passer par des approximations, qui partagent les mêmes propriétés fondamentales avec les équations exactes. Ce dernier point est rejeté par Hendry, justement par son argument de l'approximation de Born-Oppenheimer qui donne plus d'informations que l'équation qu'elle approxime. Qui plus est, des avancées mathématiques ne permettraient pas, selon Hendry, de pouvoir connaître ces informations grâce aux équations exactes – et par là, grâce à la physique quantique seule. En effet, ces informations ne sont accessibles qu'au niveau supérieur, au niveau chimique. Voici comment Hendry résume sa position :

151 SUTCLIFFE, B.T., WOLLEY, R.G., « Molecular structure calculations without clamping the nuclei » in *Physical Chemistry Chemical Physics*, N°7 (2005), pp. 3665-3676.

« Molecular structures cannot be recovered from the Coulomb Schrödinger equations, but not because of any mathematical intractability. The problem is that they are not there to begin with. »¹⁵²

Une plus grande connaissance mathématique ne permettrait pas d'en connaître d'avantage uniquement à partir des équations de Schrödinger, les résoudre plus précisément ne seraient pas utiles pour pouvoir déduire la structure moléculaire puisque cette dernière n'est pas présente dès le départ.

C'est bien ce que défend Hendry : la structure moléculaire est émergente. Cela signifie qu'elle dépend de sa base d'émergence – les atomes, au niveau ontologique, et leurs équations de Schrödinger, au niveau épistémologique – mais qu'elle en est radicalement distincte et neuve. Elle ne peut être déduite de l'analyse de ses composants, elle n'est pas non plus déterminée par ceux-ci. Pour le cas particulier du chlorure d'hydrogène (HCl) pris en exemple par Hendry, cela revient à dire que, via la causalité descendante, la structure moléculaire asymétrique engendrant un caractère acide change les propriétés des atomes d'hydrogène et de chlore. En effet, placé dans de l'eau, cette molécule va se séparer d'une partie de l'atome d'hydrogène – l'ion hydronium (H^+) – ce que ne peut faire l'hydrogène seul. Cet atome aurait donc agit différemment s'il était soumis aux seules lois de la physique. Voici ce qui clôt notre analyse des éléments et exemples scientifiques de l'argument de Hendry. Nous allons à présent nous pencher sur son côté métaphysique, ou du moins sur ce qui se cache, métaphysiquement, derrière cet argument.

III. Métaphysique des lois chez Hendry

Les lois ont une grande importance dans l'argument de Hendry. Nous avons vu dans la partie précédente qu'il utilisait à dessein le vocabulaire propre à ce domaine – lois, déterminer, gouverner – au lieu de mots tels que causalité, causer ou effets. Nous avons conclu que c'était la conséquence d'un acte de prudence, étant donnée la spécificité du domaine dans lequel son argument s'inscrit. Se penchant sur la chimie et la physique quantiques, disciplines traversées par un autre type de déterminisme, plus

152 HENDRY, R.F., *Ontological reduction and molecular structure*, op.cit., p186.

probabiliste que la physique classique, Hendry n'a pas pris le risque de garder le même vocabulaire, afin d'éviter toute mécompréhension. Il va donc parler de lois et de comportements propres à un système.

Bien que souhaitant éviter les conséquences de l'utilisation d'un vocabulaire précis, Hendry s'embarque également, avec celui des lois, dans un domaine bien spécifique, non sans difficultés d'usage. L'importance et la nécessité des lois, de la physique ou des autres sciences, ne sont pas considérées également par tous les scientifiques et philosophes. Afin de comprendre cela au mieux, nous allons suivre un autre article de Hendry, écrit en collaboration avec Darrell P. Rowbottom, *Dispositional essentialism and the necessity of laws*¹⁵³, dans lequel ils analysent différentes visions de la nécessité des lois et, ce qui nous intéressera le plus, parmi lesquelles se trouve celle que Hendry défend. Cela va fortement nous intéresser puisque l'un de ses arguments principaux, la causalité descendante, est interprétée d'une façon antinomique. Les auteurs n'ont donc pas peur de proposer un concept allant, par nature, à l'encontre des lois. Cela peut déjà nous aiguiller sur leur position à propos de la nécessité des lois de la nature.

Dans cet article, Hendry et Rowbottom commencent par nous présenter deux positions courantes dans le débat portant sur cette nécessité des lois : l'essentialisme dispositionnel et le quidditisme. La première position, l'essentialisme dispositionnel, consiste à affirmer que les lois de la nature sont logiquement contingentes mais métaphysiquement nécessaires, et ce parce que l'essence de ces lois est dispositionnelle. Une loi est, par définition, ce qui justifie que la possession d'une propriété confère certaines dispositions à une entité – elle est donc le rapport entre cette propriété et les dispositions qui en découlent. Par disposition, nous entendons :

« Ce qu'est une disposition, c'est ce qu'elle fait, la façon dont elle se manifeste. [...] Puisque leur essence consiste à faire quelque chose, on peut également caractériser les dispositions comme des *propriétés causales* : leur essence consiste à engendrer certains effets. »¹⁵⁴

153 HENDRY, R.F., ROWBOTTOM, D.P., « Dispositional essentialism and the necessity of laws » in *Analysis*, Vol. 69, N°4 (octobre 2009), pp. 668-677.

154 ESFELD, M., *Physique et métaphysique. Une introduction à la philosophie de la nature*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2012, p. 22.

Par exemple, le fait que le sel se dissout dans l'eau est une loi car le sel a toujours la disposition de se dissoudre dans l'eau – dans des conditions normales de pression et de température. La nécessité métaphysique qui en découle est que l'eau dissout toujours le sel dans tous les mondes possibles. Un autre exemple peut être pris avec la charge et la masse d'une particule. Ces dernières sont des dispositions dans le sens où leur être ou essence consiste dans le fait qu'une particule possédant ces propriétés accélère d'autres particules ou résiste à l'accélération¹⁵⁵. La particule, possédant une disposition, fait donc quelque chose dans le monde, une action sur d'autres particules. Cette affirmation a une conséquence non-négligeable : l'essence des dispositions, et par là des lois qui les impliquent, est proprement relationnelle. Il s'agit, par les dispositions, d'avoir une action sur une autre particule ou entité du monde.

C'est ce à quoi les défenseurs du quidditisme – comme David M. Armstrong –, s'opposent. Pour eux, une propriété n'est pas ce qu'elle est en fonction des dispositions qu'elle confère mais en fonction de sa quiddité, c'est-à-dire l'ensemble des caractéristiques qu'elle possède qui ne sont pas réductibles aux rôles causaux qu'elle peut conférer. Ces rôles causaux peuvent donc différer d'un monde à l'autre, mais la propriété restera la même. Suivons ici l'exemple donné par les auteurs :

« Quidditism allows that the causal roles of two properties like charge and mass can be swapped, so that 'mass' in some other possible world behaves just like charge does in the actual world. »¹⁵⁶

La notion de quiddité est une transposition aux propriétés de l'eccéité attribuée aux individus – ce qui fait qu'un individu est unique, qui permet de le distinguer des autres. Tout comme les théories à propos de l'eccéité sont souvent difficiles à défendre, le quidditisme peut également être difficile à accepter : si une propriété n'a pas les mêmes pouvoirs causaux, comment affirmer qu'il s'agisse bien de la même propriété ? Comment déceler cette quiddité si, par principe, elle ne dépend d'aucune interaction avec le reste du monde ? Cette position soulève trop de questions pour Hendry –

¹⁵⁵ *Ibidem*, p. 22.

¹⁵⁶ HENDRY, R.F., ROWBOTTOM, D.P., *op.cit.*, p. 669.

principalement la question de l'identité des propriétés –, elle va donc être la première qu'il rejette.

Cependant, sa critique va également porter sur la base de l'autre position. Il va en effet s'attaquer à la notion même de nécessité nomique – nécessité des lois de la nature. Ce qui pose problème à Hendry et Rowbottom est le discours antinomique. Nous avons pu remarquer que cela a une importance primordiale pour lui, puisque sa vision de la causalité descendante repose sur ce genre de discours. Il considère que l'essentialisme dispositionnel ne permet pas l'élaboration et donc l'utilisation de ce genre de discours. En effet, si l'on suit le principe de l'essentialisme dispositionnel et que l'on accepte que la disposition d'une propriété accordée selon une loi ne change pas en fonction des mondes possibles, constitue donc la véritable essence de cette loi, on ne peut imaginer d'autres mondes dans lesquels on suspendrait cette loi¹⁵⁷.

Hendry et Rowbottom prennent l'exemple de l'eau et de l'expérience proposée par Hilary Putnam avec le scénario de la Terre-Jumelle¹⁵⁸. Dans cette expérience de pensée, une planète presque identique à la nôtre contient ce que l'on appelle de l'eau, dont la formule moléculaire n'est pas H₂O mais une formulation beaucoup plus complexe. Les propriétés de cette eau sur la Terre-Jumelle ne sont donc pas parfaitement identiques à celles de l'eau sur Terre – bien qu'extrêmement proches. Putnam veut démontrer par là que le fait d'être de l'eau – le sens de ce terme – peut être détaché, ne fut-ce qu'en pensée, des propriétés habituellement associées à l'eau, comme par exemple son point d'ébullition¹⁵⁹. Mais si l'on veut suivre l'essentialisme dispositionnel, cette séparation des propriétés et de la chose n'est pas cohérente. En effet, le principe de l'essentialisme dispositionnel est qu'une loi de la nature est métaphysiquement nécessaire, c'est-à-dire qu'elle reliera toujours les mêmes entités avec les mêmes dispositions. On ne pourrait donc imaginer un monde dans lequel une entité différente posséderait les mêmes dispositions qu'une entité dans notre monde – ici l'eau et son point d'ébullition, par exemple. Cela reviendrait à affirmer que cette entité et ses dispositions ne sont pas reliées par une loi de la nature – puisque cette loi n'est pas la même dans tous les mondes possibles – mais par une autre relation, moins forte.

157 *Ibidem*, p. 670.

158 PUTNAM, H., « The meaning of 'meaning' » in *Philosophical Papers, Volume 2 : Mind, Language and Reality*, Cambridge, Cambridge University Press, 1975, pp. 215-271.

159 HENDRY, R.F., ROWBOTTOM, D.P., *op.cit.*, p. 670.

Le discours antinomique n'est donc pas permis par cette vision de la nécessité des lois de la nature. Cela pose des problèmes importants, selon les auteurs, puisque ce type de discours antinomique est très utile et utilisé en science. En effet, l'identité d'une substance peut être clairement fixée alors que son comportement déterminé par des lois peut être amené à varier¹⁶⁰. Il faut donc pouvoir rendre compte de cela – de la variation du comportement, et donc des lois – dans un discours, et les discours antinomiques sont, pour cela, les plus pertinents. Afin d'expliciter cela, Hendry prend l'exemple de l'eau et de son point d'ébullition *anormalement élevé*¹⁶¹ par rapport aux autres molécules constituées des éléments faisant partie du même groupe dans le tableau périodique (voir fig. 3).

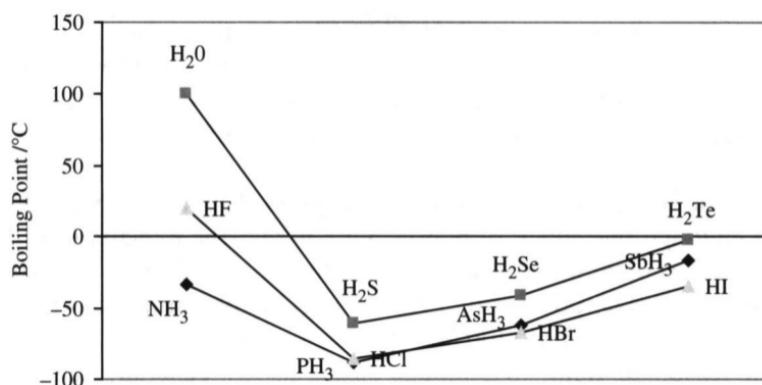


Figure 3 : point d'ébullition de différents hydrides

Les auteurs précisent que cette anomalie, dans le cas de l'eau (H₂O), de l'ammoniac (NH₃) et du fluorure d'hydrogène (HF), est expliquée par les liaisons hydrogène. Il s'agit de liaisons assez fortes existant entre des atomes d'hydrogènes et d'autres atomes électro-négatifs comme l'oxygène, l'azote ou le fluor par exemple. Le rôle de la liaison hydrogène dans le niveau élevé du point d'ébullition a été déterminé par un discours antinomique. C'est en comparant les cas où les liaisons hydrogène sont absentes – donc où les lois agissantes sont différentes – avec les cas observés que les scientifiques ont conclu que c'était bien ces liaisons qui étaient la cause de cette anomalie. Voilà comment les auteurs résument l'importance du discours antinomique :

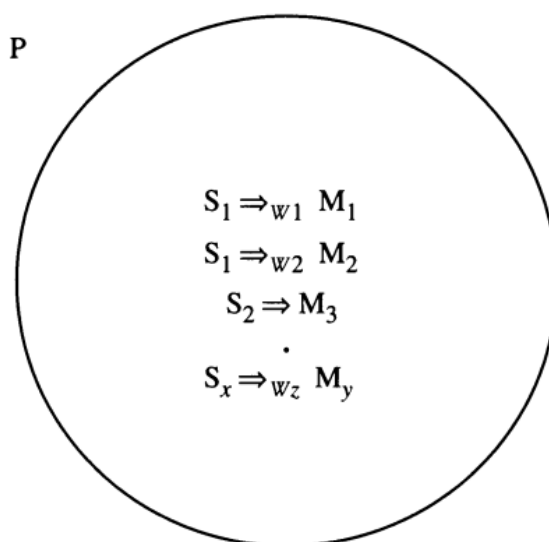
160 *Ibidem*, pp. 670-671.

161 *Ibidem*, p. 671.

« By considering the difference its absence would make, we can identify one factor among many acting in concert as the cause of some part of an overall effect (in this case, water's boiling point). »¹⁶²

Ils considèrent que l'essentialisme dispositionnel ne peut rendre compte véritablement de ce genre de cas, pourtant présents dans la pratique scientifique. Hendry et Rowbottom vont donc proposer un autre modèle qui honorerait ce type de discours. Ils vont nommer ce modèle le contextualisme dispositionnel.

Les auteurs sont ennuyés par la nécessité métaphysique impliquée par l'essentialisme dispositionnel et qui empêche de penser et d'utiliser correctement le discours antinomique. Cette nécessité métaphysique consiste dans le fait que si posséder une propriété P implique de manifester M en réponse à un stimulus S – ce qui représente donc une loi –, tout objet possédant P manifeste *toujours* M en réponse à S¹⁶³. Hendry et Rowbottom veulent pouvoir penser des lois contingentes et pour cela, ils vont considérer qu'une loi décrit le fait de posséder une propriété P qui, sous certaines conditions, signifierait manifester M₁ et sous d'autres conditions, d'autres stimuli – dans d'autres mondes possibles –, de manifester M₂. Cela sera plus clair dans un schéma (fig. 4).



162 HENDRY, R.F., ROWBOTTOM, D.P., *op.cit.*, pp. 671-672.

163 *Ibidem*, p. 672.

Figure 4 : La vision d'une propriété selon le contextualisme dispositionnel

Nous voyons ici qu'une même propriété P manifestera différents effets – de M_1 à M_y – en fonction des stimuli – de S_1 à S_x – auxquels l'entité possédant cette propriété sera soumise. De plus, et c'est là la différence avec le dispositionnalisme classique, un même stimulus peut engendrer différentes manifestations en fonction du monde possible – W_1 à W_z – dans lequel il a lieu. La manifestation va donc dépendre du contexte. Une autre explication est également présente dans l'article :

« Alternatively, we may explain the position by saying that to have a property is to have a single set of *actual and possible (but non-actual)* dispositions, rather than a set of actual dispositions only. »¹⁶⁴

Le fait de parler de dispositions non-actuelles, seulement possibles, donne tout son sens au discours antinomique. En effet, une même loi peut représenter l'implication, par la possession d'une propriété, de différentes conséquences, dont une seule est valable dans notre monde. Le fait que cette seule conséquence existant dans notre monde fasse partie d'un ensemble d'autres possibles permet un discours supposant ces autres conséquences possibles.

Nous pouvons donc comprendre ici la métaphysique sous-jacente à l'article de Hendry. Soutenant ce type de dispositionnalisme des lois, il justifie l'usage du discours antinomique et, par là, propose une base métaphysique à son argument de la causalité descendante.

Un autre plan sur lequel ce détour par la métaphysique des lois peut être intéressant est celui de l'émergence en tant que telle. Nous avons vu plus haut que ce que Hendry considère comme étant proprement émergent en chimie quantique est la structure moléculaire. Cette dernière, comme le veut le concept d'émergence, dépend de ces composantes mais s'en distingue par le fait qu'elle n'est pas déterminée par celles-ci. Cette structure confère des propriétés spécifiques aux molécules. Selon son critère antinomique de la causalité descendante, Hendry affirme que les atomes

¹⁶⁴ *Ibidem*, p. 673. Les auteurs spécifient *non-actual* car en logique modale standard, actuel implique possible.

composants les molécules agiraient différemment si ils n'étaient soumis qu'aux lois de la physique quantique. On peut donc comprendre, en tentant de généraliser cela, que ce qui émerge selon Hendry, ce sont des lois.

En effet, comme nous l'avons précisé, la structure moléculaire inclut des propriétés, des dispositions que possédera la molécule en fonction de sa structure. Elle sera capable de se dissoudre dans l'eau ou dans l'alcool, par exemple, en fonction de cette structure. On peut considérer, par l'argument antinomique de la causalité descendante, que ces propriétés sont contextuelles. Elles auraient pu être différentes en fonction des mondes possibles – celui dans lequel les composantes de la molécule ne seraient pas déterminés par la structure moléculaire mais par les lois de la physique quantique par exemple. On peut donc envisager la structure moléculaire comme une loi émergente, selon laquelle la possession de propriétés implique certaines manifestations – potentiellement différentes en fonction des mondes possibles. Cette métaphysique des lois a donc une forte importance dans l'argument de Hendry, et pas uniquement de façon secondaire pour justifier son argument antinomique. Toute sa vision de l'émergence repose sur la façon dont il envisage les lois et de là découlent ses arguments, dont fait partie l'interprétation antinomique de la causalité descendante.

Nous avons vu justement dans la deuxième partie de ce travail, celle portant sur la présentation de l'argument de Hendry, que l'une des critiques qu'il faisait à propos de la catégorisation de la causalité descendante faite par Kim portait sur le fait qu'il ne prenait pas en compte la structure des lois par lesquelles une propriété confère les pouvoirs causaux qu'elle confère effectivement¹⁶⁵. Cette structure des lois diffère, selon Hendry, en fonction de la vision émergentiste ou réductionniste. Cela renforce notre interprétation selon laquelle le contextualisme dispositionnel que soutient Hendry est directement lié à sa défense de l'émergence.

Selon notre interprétation, la critique qu'il fait à Kim dans ce cadre-ci semble porter sur la vision des lois que Hendry attribue à Kim. En effet, en affirmant que la critique de Kim est trop faible puisqu'elle ne prend pas en compte la structure particulière des lois, il sous-entend que Kim n'envisage pas les lois d'une façon contextuelle. Il ne se prononce pas sur la position métaphysique qu'adopterait Kim à propos des lois puisque ce dernier semble ne pas s'être positionné directement à ce

165 HENDRY, R.F., *Ontological reduction and molecular structure*, op.cit., p. 189.

propos. Il conclut par contre que, quelle que soit sa position, elle n'est pas contextuelle. En effet, si c'était le cas, Kim aurait pu envisager un discours antinomique et par là, repenser sa critique à l'encontre de la causalité descendante – puisque nous avons vu que les deux pouvaient être liés. Nous avons décelé ce lien assez étroit entre la métaphysique des lois et le concept d'émergence chez Hendry. Cela peut donc sembler assez évident que si Kim avait eu une autre vision métaphysique, il n'aurait pas rejeté la causalité descendante comme il le fait. L'opposition entre les deux penseurs n'aurait alors pas lieu au niveau conceptuel comme cela semble être le cas, mais bien à un niveau plus fondamental, directement métaphysique. Kim ne pourrait accepter la critique que lui assène Hendry étant donné qu'il ne semble pas envisager la possibilité de lois non-nécessaires, et par là la possibilité d'un discours antinomique.

Ce dernier point ne peut être défendu qu'indirectement. Nous ne savons, ni Hendry ni nous, la position réelle que possède Kim à propos de la nécessité des lois de la nature. Cela étant, la réponse que propose Hendry à sa critique – impliquant le discours antinomique et toute la métaphysique des lois qui y est liée – expose un point que Kim n'avait, si pas envisagé, du moins pas présenté. La critique initiale de Kim à propos de la causalité descendante porte sur le fait, dans le cadre de l'émergence, qu'elle est incompatible avec les autres prémisses de l'émergence, et plus spécifiquement, en se centrant sur le concept lui-même, sur le fait que la version synchronique réflexive est incohérente et que les autres versions sont banales et sans intérêt¹⁶⁶. Hendry considère que cette catégorisation est trop rapide et, pour défendre une version de la causalité descendante qui serait cohérente et compatible avec les autres prémisses, il doit changer de cadre métaphysique. Tout cela est bien évidemment sous-entendu dans le discours de Hendry. Il n'affirme pas, dans son article sur l'émergence en chimie quantique, qu'il propose un nouveau cadre métaphysique et, dans son article sur la nécessité des lois, il ne met pas sa nouvelle position – le contextualisme dispositionnel – directement en lien avec la défense de l'émergence. Nous faisons le rapprochement entre ces deux articles et, par là, entre ces deux domaines de réflexion via le terme central à chacune des argumentations, à savoir le discours antinomique.

C'est en effet l'utilité de ce type de discours en sciences et l'impossibilité de le penser dans le cadre du quidditisme et de l'essentialisme dispositionnel qui poussent

¹⁶⁶ *Ibidem*, p. 189.

Hendry à développer sa propre vision de la contingence des lois de la nature – dépendant alors du contexte de réalisation. Ce cadre métaphysique justifiant l'utilisation du discours antinomique permet par là la justification de la nouvelle vision de la causalité descendante que Hendry défendra dans son article un an plus tard.

La référence à cet article précédant est présente mais très discrète. Il ne le cite qu'une fois, lorsqu'il entreprend de répondre aux objections les plus courantes faites à l'encontre de l'émergence. C'est dans la réponse à la troisième objection, celle portant justement sur l'identité des propriétés et l'incompatibilité possible entre le discours antinomique et le dicton d'Alexander – affirmant, rappelons-le, qu'être réel signifie avoir des pouvoirs causaux¹⁶⁷. Différentes interprétations de ce dicton ont été présentées, certaines plus robustes que d'autres. Dans une de ces versions plus robustes présentées par Kim, l'identité de la propriété est directement dépendante des effets causaux de celles-ci. Il est donc difficile d'y coupler un discours antinomique, envisageant d'autres effets causaux pour une même propriété dans d'autres mondes possibles. Nous avons vu qu'à partir de là Hendry propose une autre formulation du critère antinomique de la causalité descendante¹⁶⁸.

Ce qui nous intéresse ici est le fait que cette autre formulation du critère antinomique n'est développée qu'en supposant que certaines personnes sont convaincues de la nécessité des lois de la nature. C'est ici qu'intervient la référence à l'autre article de Hendry. En effet, avant de considérer la nécessité des lois, il parle de la théorie causale de la propriété de l'identité et souligne que cette dernière ne comporte pas, n'implique pas le caractère nécessaire des lois de la nature¹⁶⁹. Hendry fait alors référence à l'article qu'il a écrit en collaboration avec Darrell Rowbottom et, par là, à leur concept de contextualisme dispositionnel. Ce dernier est une théorie causale de l'identité de la propriété – une propriété existe en fonction des pouvoirs causaux qu'elle possède – mais cela n'implique pas la nécessité des lois car une propriété est décrite plus par un ensemble de dispositions actuelles et possibles que par des dispositions actuelles¹⁷⁰. L'introduction du domaine du possible dans les dispositions constituant l'essence des propriétés est un point central, mais qui n'est qu'effleuré dans l'article portant sur l'émergence. Hendry précise donc qu'il est possible de développer une

¹⁶⁷ *Ibidem*, p. 184.

¹⁶⁸ *Ibidem*, p. 190.

¹⁶⁹ *Ibidem*, p. 190.

¹⁷⁰ HENDRY, R.F., ROWBOTTOM, D.P., *op.cit.*, pp. 673.

théorie causale de l'identité des propriétés sans devoir accepter la nécessité des lois de la nature.

Hendry n'entre effectivement pas dans les détails dans son article à propos l'émergence et continue sa réflexion en supposant que, malgré cette possibilité d'une théorie causale sans lois nécessaires, certaines personnes soient tout de même conquises au préalable par cette nécessité. Il développe alors une nouvelle interprétation de son critère antinomique, comme nous l'avons précisé plus haut.

La référence à la métaphysique des lois est donc bien présente, quoique peu développée. Cela peut constituer, selon notre point de vue, une ouverture vers cet autre domaine, sous-jacent mais crucial pour l'argumentation de Hendry. Ce point de référence clôt cette partie sur la métaphysique présente dans l'argumentation de Hendry. Nous allons à présent nous pencher sur un autre point important dans l'argumentation de Hendry : les rapports entre épistémologie et ontologie. Pour cela, nous allons également présenter un point important : une critique faite à l'encontre de la défense proposée par Hendry de l'émergence en chimie quantique.

IV. Critique faite à Hendry et rapport ontologie/épistémologie

Pour questionner les rapports qui peuvent exister entre l'ontologie et l'épistémologie dans l'argumentaire de Hendry, nous allons commencer par nous pencher sur un article qui analyse et critique la position de Hendry à propos de l'émergence en chimie quantique. Cet article, intitulé *Top-down causation regarding the chemistry-physics interface : a sceptical view*¹⁷¹ est écrit par le philosophe Eric R. Scerri en 2012, soit deux ans après la publication de l'article de Hendry *Ontological reduction and molecular structure*.

Dans cet article, Scerri va interroger deux positions à propos de l'émergence et de la causalité descendante. La première est celle de Brian McLaughlin, philosophe américain, et la seconde est celle, bien entendu, de Hendry. Le but de Scerri, dans son article, est d'analyser ces deux positions, qu'il oppose, et de déterminer quelle est la meilleure attitude à avoir face à l'émergence. Pour cela, il va donc classer McLaughlin

¹⁷¹ SCERRI, E.R., « Top-down causation regarding the chemistry-physics interface : a sceptical view » in *Interface Focus*, N°2 (2012), pp. 20-25.

dans la catégorie des opposants à l'émergence et Hendry dans celle de ces défenseurs. Nous allons bien évidemment nous concentrer ici sur l'analyse qu'il fait de la position de Hendry.

Pour présenter Hendry, il part du même constat que nous avons déjà évoqué plus haut, à savoir que Hendry veut défendre l'idée que l'émergence en chimie quantique est au moins autant soutenue par des preuves scientifiques que ne l'est la réduction ontologique, mais il présente tout de même une préférence nette pour l'émergence. La critique de Scerri va porter principalement sur les distinctions et les rapprochements que Hendry fait entre l'ontologie et l'épistémologie. Comme nous l'avons vu, Hendry distingue clairement au début de son article le domaine ontologique du domaine épistémologique et précise que cette distinction est importante puisqu'il peut exister des raisons pour lesquelles la réduction épistémologique ne fonctionne pas qui sont indépendantes de toute relation ontologique entre la physique et les autres sciences¹⁷². Cependant il affirmera plus loin, adoptant la position d'un réaliste, que l'échec de la réduction épistémologique de la chimie quantique à la physique quantique doit nous pousser à interroger le domaine ontologique. c'est ce qui va poser problème à Scerri :

« I believe that Hendry and other authors who claim to separate the ontological question from the inter-theoretical one may be mistaken, especially as they admit that ontological issues are to be approached via current inter-theoretical relationships. »¹⁷³

Il s'agit ici de la raison principale pour laquelle Scerri critique Hendry et il exemplifiera cela avec différents cas, mais il ne s'empêche pas non plus d'asséner des petites critiques plus disparates sur la façon même d'argumenter de Hendry. Entre autre, Hendry affirme dans son article que le fait que réduire un objet, une entité, une propriété x à un autre y signifie que ce x n'est rien de plus que sa base de réduction y et que ce « rien de plus » peut être interprété de multiple manière mais que, selon un consensus en philosophie de l'esprit, l'aspect le plus pertinent à prendre en compte est

172 HENDRY, R.F., *Ontological reduction and molecular structure*, *op.cit.*, p. 184.

173 SCERRI, E.R., *op.cit.*, p. 22.

causal¹⁷⁴. C'est ici qu'intervient le fameux dicton d'Alexander avec l'idée selon laquelle être réel signifie avoir des pouvoirs causaux singuliers.

Ce que Scerri reproche ici à Hendry est le fait qu'il accepte trop facilement de transposer ce consensus de la philosophie de l'esprit au domaine de la philosophie de la chimie. Scerri souligne que la transposition du rapport ici établit entre réduction et causalité n'est pas forcément justifiée. Comme nous l'avions déjà présenté, la notion de causalité ne fait pas l'unanimité dans le monde scientifique, spécialement une fois que l'on entre dans les domaines quantiques. Scerri se demande donc pourquoi accepter aussi facilement ce consensus provenant d'un autre domaine philosophique. Cette remarque est effectivement très pertinente. Nous avons vu que, dans le cas de la clôture causale par exemple, Hendry propose une autre interprétation qui va éviter les références à la causalité en physique – en parlant plutôt de loi et de détermination – mais le terme de causalité n'est cependant pas exclu de son discours portant sur la chimie et les pouvoirs causaux d'une molécule attribuée par sa structure. Il est assez étonnant de voir que Hendry peut être très prudent à certains endroits à propos de cette causalité et cependant l'accepter et la transposer dans le domaine de la chimie sans en discuter davantage. Scerri souligne donc cette incompréhension mais ne se l'explique pas. Il poursuit donc la lecture de l'article de Hendry.

La critique de Scerri se poursuit dans le domaine proprement scientifique de l'argument de Hendry. Nous avons vu qu'un des exemples pris en physique quantique pour discuter la causalité descendante est le cas des hamiltoniens, dont la nature configurationnelle ou résultante serait un indicateur de la présence d'une causalité descendante¹⁷⁵. Scerri est ici interpellé par ces fameux hamiltoniens configurationnels. Il se demande où ils se trouvent et comment les reconnaître dans la mécanique quantique moderne :

« Needless to say, one cannot just examine the mathematical expressions in quantum mechanics and immediately conclude that a Hamiltonian is configurational, or not, as Hendry seems to be implying. »¹⁷⁶

174 HENDRY, R.F., *Ontological reduction and molecular structure*, op.cit., p. 184.

175 Voir chapitre 2.

176 SCERRI, E.R., op.cit., p. 23.

Scerri considère qu'il s'agit ici d'une des plus grandes faiblesses dans l'argumentation de Hendry. Cependant, après avoir affirmé cela, Scerri ne prend pas la peine de nous en dire plus. Nous pouvons voir que cela semble le déranger, mais il ne nous dit pas pourquoi on ne peut distinguer un hamiltonien configurationnel d'un résultant.

La suite de sa critique va porter sur l'utilisation que fait Hendry de l'approximation de Born-Oppenheimer, qui constitue un point central de la partie scientifique de son argumentation. Après avoir présenté ce qu'était cette approximation, Scerri affirme qu'elle est en fait une partie d'un problème plus important, celui de la réduction du paquet d'onde et du problème de la mesure en mécanique quantique. Il s'agit d'un concept selon lequel l'état d'un système quantique, une fois mesuré, serait figé, réduit à cet état capturé par l'instrument de mesure, un objet macroscopique. Ce concept a obtenu une compréhension plus claire avec le développement du principe de décohérence quantique, qui propose une façon de penser les relations entre physiques quantique et classique. Nous n'entrerons pas ici dans les détails, mais ce qui va nous intéresser est la lecture que fait Scerri de l'argument de Hendry à partir de ces concepts.

Dans son article, Hendry rapproche l'utilisation de l'approximation de Born-Oppenheimer d'autres concepts propres à la mécanique quantique, comme la notion de superposition. En effet, il considère que l'on pourrait considérer les états symétriques sphériques comme des superpositions d'états asymétriques.

Hendry fait alors un parallèle entre cette situation et celle, fameuse, du chat de Schrödinger. Dans cette expérience de pensée, un chat est mis dans une boîte contenant un dispositif empoisonnant et tuant le chat s'il détecte la désintégration d'un atome d'un corps radioactif. Là où cette expérience devient troublante, c'est que d'un point de vue quantique, l'atome est dans une superposition d'états : il est à la fois intact et désintégré. Cependant, une fois que l'on mesure cet état, il se fige en vertu de la réduction du paquet d'onde. Cela est admis dans le domaine quantique, mais cela pose problème une fois que ce monde quantique est en rapport immédiat avec le monde macroscopique. En effet, cela signifie que l'on doit considérer le chat comme étant à la fois mort et vivant – étant donné que l'atome est intact et désintégré, il a enclenché et n'a pas enclenché le dispositif libérant le poison – jusqu'à ce que l'on ouvre la boîte et que l'on fasse une mesure de son état. Voici un cas célèbre exprimant les différences entre les règles

quantiques et classiques – il est en effet difficile d’imaginer d’un point de vue classique un chat étant à la fois mort et vivant.

À partir de là, Hendry considère une solution possible au problème de la mesure. Ce problème consiste dans le fait que lorsque l’on mesure l’état quantique du chat, initialement intriqué à une source radioactive, étant elle-même dans un état superposé, nous ne mesurons qu’un des deux états déterminés – mort ou vivant – plutôt que la superposition des deux¹⁷⁷, pourtant possible également d’un point de vue quantique. Tant que l’état quantique du chat n’est pas mesuré, le chat devrait être considéré comme étant dans une superposition d’états. La mesure de l’état change alors les choses :

« Whether the cat is found dead or alive, one can explain the measurement result, and thereby ‘solve’ the measurement problem, by invoking the ‘superposition approximation’ in which the actual measurement result is replaced by the superposition, on the grounds that the substitution makes little difference to the overall energy. »¹⁷⁸

Cette solution consiste dans le fait de remplacer *a posteriori* la solution exacte par la superposition d’états, en évoquant une approximation de superposition. Selon Hendry, ce cas est similaire à l’approximation de Born-Oppenheimer : il s’agit de remplacer à la main une information par une autre, celle qui nous intéresse dans le calcul. En figeant le noyau dans l’approximation de Born-Oppenheimer, on suppose une géométrie du noyau, ce qui ne change presque rien au niveau énergétique, mais change tout au niveau de la symétrie de la molécule. Cela a d’autant plus d’importance pour Hendry qu’il ne s’agit pas que de conséquences épistémologiques, mais que c’est un signe de la causalité descendante effective au niveau ontologique.

Ce détour permet à Hendry de justifier le fait que les approximations ne doivent pas être considérées comme étant proches des équations exactes, au point de partager les mêmes conclusions, les mêmes traits explicatifs. Nous avons vu que Hendry appelle le fait de considérer cette grande proximité, la *proxy-defence* du réductionnisme¹⁷⁹. Il s’agit d’une solution proposée par les réductionnistes afin de répondre au problème de l’échec

177 HENDRY, R.F., *Ontological reduction and molecular structure*, op.cit., p. 186.

178 *Ibidem*, p. 186.

179 *Ibidem*, p. 184.

de la réduction inter-théorique en passant par l'utilisation des approximations, considérées donc comme des moyens d'obtenir des résultats fiables en attendant que nos compétences et connaissances mathématiques s'améliorent pour résoudre les équations exactes. Cette *proxy-defence* n'est donc pas valable étant donné qu'elle amène à des conclusions différentes de celles initialement attendues des traitements rigoureux.

Hendry envisage donc la structure moléculaire comme ne pouvant s'expliquer par la mécanique quantique et ce passage par des concepts propres à cette discipline, comme la superposition d'états, renforce sa position. Scerri suppose qu'en envisageant la possibilité de la structure moléculaire comme pouvant être une superposition de structures possibles, Hendry se concentre sur le fait que tant qu'une observation n'est pas faite, aucune des structures n'est actualisée¹⁸⁰. Selon Scerri, Hendry infère à partir de là qu'il n'y a pas de structure moléculaire intrinsèque et que c'est la mesure qui, comme nous venons de le voir avec les exemples pris par Hendry, va déterminer, voire créer une structure. Cela expliquerait qu'aucune équation de la physique quantique, ni présente ni future, ne pourrait expliquer ni extraire la structure moléculaire, étant donné que cette dernière n'existe pas au préalable. Envisager la structure moléculaire comme une superposition de structures possibles reviendrait en effet à supposer que cette structure n'est pas présente dans la forme telle que nous l'observons avant que nous ne l'observions. Elle n'existe pas au préalable car c'est la mesure qui, en éliminant la superposition, fige une des structures moléculaires possibles et la rend actuelle.

Scerri va critiquer cette inférence. En effet, il considère que l'on peut expliquer le fait que la superposition d'états ne soit pas mesurée grâce à la théorie de la décohérence quantique. Selon cette théorie, le fait que le système quantique soit en interaction constante avec son environnement fait disparaître très rapidement les états superposés, ceux-ci devenant très vite incohérents avec cet environnement. Ce n'est donc pas la mesure qui fige et élimine les états superposés. Ces états auraient disparu, qu'une mesure soit faite ou non. Cette interprétation aurait sans doute amené Hendry à d'autres conclusions. Scerri regrette que Hendry n'envisage pas cette possibilité alors qu'il fait plusieurs fois référence à l'interaction de la molécule avec l'environnement :

180 SCERRI, E.R., *op.cit.*, p. 23.

« The symmetry problem arises in the first instance by considering the Schrödinger equation for an isolated molecule, and the only obvious solution is to appeal to the molecule's interaction with its environment, which would be represented by a symmetry-breaking non-Coulomb term in the molecule's Schrödinger equation. »¹⁸¹

On peut voir ici que Hendry envisage effectivement la relation d'une molécule à son environnement, et que cela pourrait être d'ailleurs une solution au problème de la symétrie. Cependant, il l'envisage d'une façon différente de celle proposée par Scerri. En effet, Hendry ne pense pas le rapport à l'environnement comme pouvant expliquer la disparition des états superposés mais plutôt comme le fait d'intégrer, dans l'équation de Schrödinger de la molécule, un terme non-coulombien de brisure de symétrie. Hendry considère que cela pose problème car il faudrait donc ajouter un terme de brisure de symétrie d'une nouvelle forme et cette dernière doit pouvoir être justifiée. Or, il considère qu'il serait très difficile de justifier une nouvelle forme de terme de brisure de symétrie en se basant sur l'interaction avec l'environnement puisque ce dernier est constitué d'autres molécules, également décrites par des hamiltoniens coulombiens. Hendry se demande comment justifier cette nouvelle forme et, constatant que cela se révèle assez compliqué, signifie que sans justification valable, ce changement serait *ad hoc* et pourrait donc être considéré comme un *deus ex machina*¹⁸². Hendry rejette donc la solution de se pencher sur les relations que la molécule entretient avec son environnement, mais sans mentionner la théorie de la décohérence, ce que Scerri déplore.

La critique générale que fait Scerri à l'encontre de l'argument de Hendry est que ce dernier sépare clairement ontologie et épistémologie au départ, mais ne semble pas appliquer les avertissements qu'il présente à son propre travail. Hendry avait en effet présenté au début de son article des raisons pour lesquelles la réduction épistémologique peut échouer qui sont indépendantes de raisons ontologiques¹⁸³. Scerri considère que Hendry tombe dans son propre piège. En se focalisant autant sur l'approximation de Born-Oppenheimer et en en tirant des conclusions sur l'ontologie de la chimie

181 HENDRY, R.F., *Ontological reduction and molecular structure*, op.cit., p. 186.

182 *Ibidem*, p. 186.

183 *Ibidem*, p. 184.

quantique, Hendry rapproche ontologie et épistémologie, ce qui semble aller à l'encontre de ses avertissements initiaux.

Afin de juger de cette critique, revenons sur le moment où Hendry décide de passer de l'analyse de la réduction épistémologique à l'analyse de son homologue ontologique. Ce passage intervient à la suite du constat de l'échec de la réduction épistémologique étant donné l'usage nécessaire d'approximations pour rendre compte de concepts chimiques à partir d'équations physiques. Hendry souligne que cet échec est constaté et accepté par tous, réductionnistes ou non. Mais ce qui va faire passer son argumentation d'un monde à l'autre, est l'adoption de l'attitude du réductionniste. Ce dernier, qu'il soit réductionniste ou non, ne peut s'arrêter au constat de cet échec. En effet, s'il est réductionniste, il doit comprendre pourquoi la réduction épistémologique ne tient pas. Cela peut être le cas pour deux raisons, selon Hendry : soit nos pouvoirs mathématiques sont limités ou bien il existe des échecs d'ajustement entre les schémas explicatifs et conceptuels des différentes sciences en jeu, soit c'est le signe d'une désunion de la nature¹⁸⁴. Si le réaliste est plutôt non-réductionniste, il doit considérer cet échec épistémologique comme une raison pour pousser encore plus loin et formuler des arguments encore plus robustes.

Nous pouvons constater, à la suite de la lecture et de l'analyse de l'article de Hendry, que c'est exactement ce qu'il va faire. Son passage dans le domaine de l'ontologie revient à une suite d'arguments et d'exemples en faveur de l'émergence, donc de la non-réduction. La critique faite par Scerri nous permet de cerner un point crucial et pourtant caché dans l'article de Hendry : ce dernier est réaliste, ou du moins il en adopte la posture tout au long de son article – et pas uniquement dans les quelques lignes au début, comme il le prétend. Cependant, ces mises en garde à propos de raisons épistémologiques expliquant l'échec de la réduction, indépendantes de raisons ontologiques ne sont pas le fruit d'une erreur ou d'une mauvaise foi. Selon nous, Hendry n'est pas un réaliste classique, dans le sens où il ne considère pas que les théories scientifiques représentent le monde tel qu'il est ontologiquement. Son réalisme se dessine plutôt en négatif : les erreurs et échecs des théories sont le signe d'une résistance ontologique. Voilà ce qui justifie son passage d'un monde à l'autre, rien de plus – et rien de moins. Ce présupposé peut sembler anodin, mais c'est bien sur lui que

184 *Ibidem*, p. 184.

repose toute l'argumentation de Hendry – et cette dernière ne peut être acceptée sans ce présupposé. Ceci peut également expliquer pourquoi Scerri semble accepter le déroulement des arguments de Hendry mais ne peut en accepter les conclusions : ils ne sont sans doute pas en accord sur le rôle des théories scientifiques et leur rapport à l'ontologie.

Cela ne veut pas nécessairement signifier que Scerri est anti-réaliste. Nous pensons qu'il peut exister différents niveaux de réalisme, pour la simple et bonne raison qu'un anti-réaliste pur ne parlerait à aucun moment d'ontologie¹⁸⁵ – si ce n'est pour dire qu'on ne peut rien en dire. Nous avons proposé une variante du réalisme avec la posture négative de Hendry. Cette posture se situe tout de même du côté assez strict du réalisme : les échecs épistémologiques sont un véritable signe de résistance ontologique.

Cette proposition peut sembler déconcertante, voire décevante. En effet, cela reviendrait presque à dire que les arguments de Hendry se tiennent parce qu'il reposent sur sa vision des relations entre ontologie et épistémologie et, qu'à partir de là, c'est son point de vue. Cela constituerait en effet une analyse assez pauvre de la posture de Hendry et de la situation en chimie quantique en général. Nous pensons qu'il ne s'agit pas de ce qu'il faut retenir de tout cela. En effet, bien que la posture réaliste de Hendry soit un présupposé à toute son argumentation, cette dernière peut être discutée sur divers plans, comme a pu le faire Scerri par exemple. Nous pensons que la validité de son argument ne doit pas se limiter à un accord d'opinions à propos de l'ontologie. Hendry a voulu se positionner au plus près des pratiques et des théories scientifiques et a désiré analyser le concept d'émergence dans cette optique. Que son opinion à propos de ces théories transparaissent lors de son argumentation est inévitable, mais cette dernière n'y est pas réductible. Nous pourrions même affirmer que cette argumentation émerge de son opinion : elle survient sur cette opinion, en dépend, mais n'y est pas réductible et n'est pas prédictible à partir de celle-ci.

Après ce détour par une interprétation personnelle de la critique de Scerri et de la position de Hendry, nous pouvons retourner à l'article de Scerri et nous pencher sur

185 Certains anti-réalistes, comme le philosophe néerlandais Bars Van Fraassen, considèrent que les propositions théoriques et scientifiques sont authentiques, donc disent quelque chose du monde réel, mais la science ne se concentre pas sur leur valeur de vérité. Elle se centre plutôt sur leur adéquation au modèle de données empiriques, issues de l'expérience : « Science aims to give us theories which are empirically adequate; and acceptance of a theory involves as belief only that it is empirically adequate. ». Voir VAN FRAASSEN, B., *The Scientific Image*, Oxford, Oxford University Press, 1980, p. 12.

l'attitude à adopter à l'encontre de l'émergence selon lui. Il considère que la brisure de symétrie, défendue si ardemment par Hendry comme étant un cas de causalité descendante, est purement théorique¹⁸⁶. Il rejette la possibilité ontologique en se basant, entre autre, sur l'exemple déjà présent dans l'article de Hendry : l'asymétrie de la molécule HCl. Selon Scerri, il n'y a rien d'étonnant au fait que cette molécule soit asymétrique étant donné qu'elle est constituée d'atomes dissemblables. Cela est à prévoir, mais d'un point de vue purement théorique. Les équations de Schrödinger de ces atomes peuvent ne pas pouvoir nous expliquer l'asymétrie de la structure moléculaire, mais cela ne saurait tarder :

« Could it not be that molecular quantum mechanics in its present state of development is still not able to capture structure for whatever reason ? After all, the asymmetry could be present right from the start, whatever the mathematical equations seem to imply according to the present state of theoretical development. »¹⁸⁷

Nous avons vu dans le chapitre précédent – et Scerri reprend également cette idée – que Hendry ne réfute pas totalement la possibilité qu'une physique future puisse mieux rendre compte de la structure moléculaire. Cependant, Scerri affirme, à la lecture de Hendry, que celui-ci considère que la charge incombe aux réductionnistes de démontrer que la causalité descendante n'existe pas plutôt qu'aux émergentistes de prouver qu'elle agit effectivement¹⁸⁸.

Après cette lecture approfondie et la confrontation avec une opinion inverse, celle de McLaughlin, Scerri considère que la meilleure attitude à adopter à l'encontre de l'émergence et de la causalité descendante en particulier est l'agnosticisme. Il pense en effet que d'autres travaux et recherches sont nécessaires sur le sujet de la réduction et de la causalité en particulier, avant de se positionner sur les rôles possibles de l'émergence et de la causalité descendante. Il constate, surpris, que peu de travaux sont réellement fournis à propos de ces thèmes, surtout dans le domaine de la chimie et de la physique quantiques :

186 SCERRI, E.R., *op.cit.*, p. 24.

187 *Ibidem*, p. 24.

188 *Ibidem*, p. 25.

« It is also surprising given that the manner in which chemistry interfaces with physics represents perhaps the ‘first step’ in the reductive hierarchy dealing with the special sciences and their relationship to the fundamental science of physics ». ¹⁸⁹

Scerri soulève effectivement un point intéressant : les liens qui peuvent exister entre la chimie et la physique quantiques sont très étroits et pourraient constituer une première étape vers la réduction des sciences spéciales à la physique. Cependant, très peu de travaux portent sur ce sujet actuellement. Nous pouvons comprendre à partir de là que Scerri ne souhaite pas se prononcer à propos de ce sujet et décide d’attendre de nouveaux développements sur ce thème.

Ceci clôt notre partie sur les critiques pouvant être apportées au travail de Hendry et sur l’importance du lien entre épistémologie et ontologie dans celui-ci. Nous pouvons voir qu’au sein même de la philosophie de la chimie, une demande est faite pour que plus de travaux soient réalisés. C’est un constat général : la philosophie de la chimie est rejetée par beaucoup de philosophes, alors que nous venons de voir qu’elle ne manque d’interrogations cruciales qui peuvent en faire un lieu de réflexion fertile.

Bilan

Dans ce dernier chapitre, nous avons jeté un regard critique sur l’argument de Hendry afin d’en cerner tous les aspects. Pour cela, nous avons débuté par une confrontation avec Kim, ce qui nous a permis de voir que Hendry proposait une réponse intéressante et cohérente à la critique de Kim afin de ne pas tomber sous celle-ci, principalement en développant le concept d’ubiquité et le critère antinomique de causalité descendante.

Nous avons ensuite poursuivi avec une analyse plus technique de la partie scientifique de l’argument de Hendry. Nous nous sommes penchés sur l’utilisation de l’approximation de Born-Oppenheimer et sur les possibles alternatives à cette dernière. Cela nous a mené à interroger la différence entre idéalisation et approximation.

189 *Ibidem*, p. 25.

Nous sommes ensuite sortis du domaine scientifique pour entrer dans le métaphysique afin de questionner la vision que Hendry avait des lois et de leur nécessité. Nous avons pu comprendre, et cela a eu une grande importance sur son argumentation en faveur de l'émergence et de la causalité descendante, qu'il considérait les lois comme étant contingentes, contextuelles. Sa position, le contextualisme dispositionnel, permettait de penser au mieux le discours antinomique, ce que ne permettaient pas d'autres approches comme l'essentialisme dispositionnel ou le quidditisme.

Ce chapitre se finit par l'analyse d'une critique de la position de Hendry faite par Eric Scerri, ce qui nous a permis de mettre en lumière un présupposé important à tout l'argumentaire de Hendry, à savoir la forme de réalisme qu'il adopte.

Conclusion

Lors de l'introduction de ce travail, nous avons constaté un fait intéressant : la philosophie et l'émergence sont toutes deux frileuses à l'idée de s'appliquer à la chimie. Il existe en effet fort peu de travaux rédigés et édités dans le domaine de la philosophie de la chimie, et encore moins des travaux y questionnant l'émergence. Nous avons conclu que cela s'expliquait par le fait que le réductionnisme était la position la plus courante dans ce domaine, défendant l'idée que la chimie n'est qu'une partie de la physique. À partir de ce moment-là, les philosophes se sont désintéressés de la chimie, ne considérant pas, tout comme les scientifiques, que la chimie ait une légitimité en tant que discipline autonome.

Nous avons alors interrogé le concept d'émergence via les travaux du philosophe Robin Findley Hendry pour voir s'il pouvait constituer une alternative valable au réductionnisme en chimie quantique, afin de tenter de rendre justice à une partie de la philosophie des sciences qui a longtemps été prolifique. Pour cela, il a été nécessaire de cerner au mieux ce concept et c'est la raison pour laquelle nous nous sommes penchés sur les ouvrages de Jaegwon Kim. En effet, ce philosophe, bien que s'opposant à la notion d'émergence, en a fourni une définition complète et précise. La critique qu'il en a proposé, jugeant le concept inconsistant car regroupant des prémisses incompatibles entre elles, est inévitable pour tout qui s'intéresse à cette notion d'émergence. Nous avons donc présenté ces quatre prémisses – clôture causale, surdétermination, survenance et causalité descendante – et analysé chacune d'entre elles selon le point de vue de Kim. Cela nous a permis non seulement de cerner sa position par rapport à l'émergence mais également de pouvoir y déceler des faiblesses ou des espaces laissés libres permettant d'autres interprétations – comme pour la clôture causale par exemple, qui sera réinterprétée par Hendry.

Dans sa critique de l'émergence, Kim a également proposé sa version de la réduction en réponse à celle de Nagel, longtemps populaire, popularité qui a fini par mettre en lumière ses défauts. Avec la réduction fonctionnelle, Kim prétend dessiner l'antagoniste idéal de l'émergence, la confrontation avec celui-ci servant à mieux comprendre l'émergence. Cependant, nous pouvons également y voir la défense de son

point de vue à propos de la philosophie de l'esprit puisque nous avons vu qu'il adoptait une posture réductionniste pour certaines propriétés mentales. Cela nous a également permis de comprendre ce qu'il entendait derrière la notion de non-réductibilité qui constitue l'émergence : une propriété est non-réductible si elle n'est ni prédictible ni explicable à partir de sa base. Avec sa critique, Kim a posé les bases de la réflexion contemporaine à propos de l'émergence. Il constitue la référence par rapport à laquelle se positionner si l'on veut débattre d'émergence.

C'est justement ce que fait Hendry lorsqu'il interroge ce concept dans le cadre de la chimie quantique, constituant par là la deuxième partie de notre étude. Le but de l'article de Hendry que nous avons analysé est de montrer que l'émergence ontologique de la chimie quantique sur la physique tient tout autant la confrontation avec les preuves scientifiques que le réductionnisme ontologique. Afin de défendre cette idée contre la critique de Kim, il a proposé une réinterprétation des prémisses jugées incompatibles par Kim. Les deux prémisses sur lesquelles il s'est principalement penché sont la clôture causale et la causalité descendante. Pour la première, il va lui préférer une version moins stricte qu'il va nommer l'ubiquité de la physique. Avec ce concept, on reste dans l'idée que les principes et les lois physiques déterminent les comportements des systèmes auxquels ils s'appliquent, mais uniquement de façon partielle. Ils peuvent en effet se combiner à d'autres lois et principes de niveaux supérieurs et ce sans surdétermination causale. Cette nouvelle version de la clôture causale a été renforcée par les travaux de Jonathan Lowe qui défend une interprétation assez poche de l'ubiquité de Hendry.

Le second concept retravaillé par Hendry, la causalité descendante, est fortement lié à la clôture causale. Nous avons en effet vu avec Kim que la causalité descendante ne pouvait avoir d'effectivité sans entrer en conflit avec le principe d'exclusion de la surdétermination. Dans ce cas-là, le phénomène ou l'entité émergente ne pouvait être considéré que comme un épiphénomène, n'ayant pas d'influence causale sur le monde. La clôture causale a certes été redéfinie, mais Hendry considère que son apport majeur à la défense de l'émergence est son critère antinomique de causalité descendante. Ce critère va définir la causalité descendante de façon négative : il y a causalité descendante lorsque les entités de niveaux inférieurs se seraient comportées différemment si elles n'avaient été déterminées que par les lois et les principes de ce

niveau inférieur. À partir de ce critère, il trouve dans la structure moléculaire l'exemple idéal d'un phénomène émergent en chimie quantique. En effet, cette structure n'est pas déductible des équations et des principes de la physique quantique, Hendry s'appuyant sur l'utilisation de l'approximation de Born-Oppenheimer pour justifier cela. Elle n'est donc pas réductible, mais en plus elle va avoir un impact sur ses propres composantes. Hendry affirme en effet que, par exemple, les atomes d'hydrogène et de chlorure agiraient différemment s'ils n'étaient soumis qu'aux lois et aux principes physiques. En formant une molécule et en possédant alors une certaine structure, ces atomes vont acquérir ensemble des propriétés qu'ils ne possèdent pas seuls, telle que l'acidité. Ce caractère acide est expliqué par la distribution asymétrique de charges dans la molécule, asymétrie présente par la structure de la molécule. Voici pour lui un cas indéniable d'émergence.

L'analyse du critère antinomique de causalité descendante nous a permis de mettre en lumière une métaphysique des lois particulière. En effet, défendre un discours imaginant la possibilité d'aller à l'encontre des lois de la nature suppose l'idée que ces lois ne sont pas nécessaires, au moins théoriquement. Cela nous a donc mené à interroger la posture adoptée par Hendry à propos de ces lois : le contextualisme dispositionnel. Selon cette posture, les lois de la nature ne sont pas nécessaires mais contingentes : elles vont dépendre du contexte. Dans ce cadre-là, posséder une propriété revient à posséder un ensemble de dispositions, certaines actuelles et d'autres seulement possibles. Le discours antinomique est alors un discours portant sur ces dispositions possibles, en les imaginant actuelles dans d'autres mondes que le nôtre.

Cette attitude par rapport à la nécessité – ici plutôt à la contingence – des lois implique beaucoup de choses dans l'argument de Hendry, mais ce dernier ne repose pas pour autant entièrement sur elle. En effet, dans les réponses que présentent Hendry aux critiques faites régulièrement à l'encontre de l'émergence, il propose une autre formulation de son critère antinomique de la causalité descendante afin qu'il puisse être accepté par ceux qui sont déjà conquis par la nécessité métaphysique des lois de la nature. Le transfert qu'il opère dans son critère revient non plus à imaginer le comportement et les propriétés d'une entité si ils étaient soumis à des lois différentes – les lois physiques –, mais plutôt d'imaginer des propriétés similaires dans un monde soumis à d'autres lois – un monde tel que l'envisagent les réductionnistes. Il s'agit

toujours bien évidemment d'un discours hypothétique, mais les lois agissant dans notre monde sont toujours considérées comme nécessaires. Il n'est pas question de les supposer autres dans notre monde, mais bien de postuler un autre monde dans lequel les lois seraient, nécessairement, autres.

Après avoir présenté la défense de l'émergence que propose Hendry, il apparaissait plus qu'utile de se pencher sur une critique faite à l'encontre de celle-ci. Nous nous sommes donc attelés à l'analyse d'un article du philosophe Eric Scerri qui, défendant une posture neutre à l'encontre de l'émergence et d'une de ses composantes principales, la causalité descendante, va critiquer et dénoncer les défauts du travail de Hendry. Le principal défaut qu'il met en exergue est le fait que, bien que Hendry pose une différence claire entre ontologie et épistémologie, il va passer de l'un à l'autre sans justification claire. Nous avons vu en effet que Hendry part du constat que la réduction épistémologique de la chimie à la physique quantique est un échec et, de là, décide de se centrer sur la dimension ontologique de la réduction. Mais le lien entre les deux dimensions est plus fort qu'un simple changement de paradigme effectué pour continuer la réflexion, puisque Hendry va voir dans l'échec épistémologique une preuve de résistance ontologique.

Scerri voit dans cet acte une incohérence : Hendry avait précisé au début de son article qu'il existait des raisons pour lesquelles la réduction épistémologique pouvait échouer qui étaient clairement indépendantes du monde ontologique. Il semblait donc par là poser une délimitation claire entre les deux domaines – ce avec quoi Scerri semble plus que d'accord. Du coup, le fait que Hendry décide néanmoins de créer un pont – fondamental, qui plus est – entre ontologie et épistémologie paraît complètement insensé pour Scerri. Ce dernier considère que Hendry est tombé dans le piège sur lequel il avait pourtant attiré notre attention.

Ces questions d'épistémologie et d'ontologie nous ont amenés à questionner un thème central en philosophie des sciences : le réalisme. Le fait de considérer que les théories scientifiques disent quelque chose du monde réel ou pas a fait couler beaucoup d'encre et le fera encore. En effet, nous pouvons voir ne fut-ce que dans ce travail et dans la critique de Scerri que nous ne pouvons passer à côté de ce débat. Cette critique nous a fait supposer que les deux auteurs n'étaient pas d'accord sur la question du

réalisme et que c'est la raison pour laquelle Scerri est si intransigeant avec la posture qu'adopte Hendry.

Bien entendu la critique de Scerri ne porte pas uniquement sur ce fait, il considère que Hendry n'a pas été suffisamment complet dans son analyse scientifique. Se voulant pourtant au plus près des pratiques et du monde scientifique, Hendry n'aurait pas envisagé certaines possibilités pourtant connues pouvant répondre au problème de la réduction de la structure moléculaire. L'une de ces possibilités est la théorie de la décohérence quantique qui, si elle avait été analysée par Hendry, l'aurait certainement mené vers d'autres conclusions. Scerri ne reproche donc pas à Hendry des erreurs qu'il aurait commises mais bien un manque de curiosité et d'intérêt pour d'autres solutions existantes.

De sa critique de Hendry – accompagnée d'une critique de McLaughlin s'opposant à l'émergence – Scerri conclut que la posture la plus sage à adopter est l'agnosticisme. Il s'agit donc d'attendre de nouveaux travaux sur ce sujet et de voir ce qui pourrait en découler avant de se positionner dans le débat. Cette conclusion naît non seulement des critiques dont nous venons de parler mais également du constat, identique à celui dont nous sommes partis, que la philosophie de la chimie est un domaine relativement déserté actuellement.

La critique de Scerri et notre travail se clôturent donc tous deux par un appel commun : que les philosophes réinvestissent ce domaine qui les a longtemps passionné. Le développement de la physique quantique n'a pas réalisé la réduction de la chimie à cette discipline comme cela était pourtant supposé et annoncé. Au contraire, il en a fait naître une nouvelle, la chimie quantique, et avec elle de nombreuses questions et domaines de recherches encore vierges et très riches. La chimie est actuellement le parent pauvre de la philosophie des sciences, mais nous avons montré avec ce travail qu'il ne doit pas toujours en être ainsi et que les questions qu'elle soulève ont plus que leur place en philosophie des sciences. Elle nous a permis ici de discuter d'une notion bien en vogue celle-ci, à savoir l'émergence. Mais l'application de cette notion, tout comme l'intérêt des philosophes, restent cantonnés à des domaines déjà saturés de publications, comme la philosophie de l'esprit par exemple. Nous ne pensons bien évidemment pas qu'il faille désinvestir ces domaines, mais plutôt qu'il serait intéressant

de diversifier le discours philosophique, ce qui passerait, entre autres, par se pencher plus sérieusement sur la chimie et ses particularités.

Les travaux de Scerri et Hendry, entre autres, sont plus que sérieux et intéressants, mais trop peu nombreux. Cela empêche d'avoir un véritable dialogue en philosophie de la chimie et ne permet pas à cette discipline de se développer et de s'enrichir de positions diverses voire opposées. La chimie a changé, par ses objets et ses pratiques. La philosophie doit pouvoir s'adapter et l'accompagner dans ces changements. Il ne s'agit toujours pas, comme l'a bien spécifié Hendry, d'avoir une attitude surplombante de la part de la philosophie par rapport aux sciences en général et à la chimie en particulier, mais bien de s'investir au sein de cette discipline, en tentant d'en comprendre les fonctionnements et les particularités. Voilà bien le rôle du philosophe selon nous : interroger la nature, les rapports que l'être humain peut entretenir avec celle-ci et surtout les êtres humains eux-mêmes, qui travaillent chaque jour à tenter d'en percevoir les mystères. Une philosophie des sciences ne peut se faire qu'avec les scientifiques et c'est peut-être ce qu'il manque actuellement : le dialogue avec ceux qui pratiquent et agissent. Et ce dialogue se fait d'égal à égal, de chercheur à chercheur, de curieux à curieux.

Bibliographie

- ALEXANDER, S., *Space, time and diety*, Vol. II, Londres, Macmillan and Co., 1920.
- BENSAUDE-VINCENT, B., LEQUAN, M., « Chimie et philosophie au 18e siècle » in *Dix-huitième siècle*, 2010/1 (n° 42), pp. 397-416.
- BROAD, C. D., *The Mind and its Place in Nature*, New York, Harcourt, Brace and Company, 1925.
- DAUDEL, R., *La chimie quantique*, Paris, PUF (coll. 'Que sais-je ?'), 1973.
- DIRAC, P.A.M., « Quantum Mechanics of Many-Electron Systems » in *Proceeding of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character*, Vol. 123, No. 792 (Apr. 6, 1929), pp. 714-733.
- ESFELD, M., *Physique et métaphysique. Une introduction à la philosophie de la nature*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2012.
- HENDRY, R.F., ROWBOTTOM, D.P., « Dispositional essentialism and the necessity of laws » in *Analysis*, Vol. 69, N°4 (octobre 2009), pp. 668-677.
- HENDRY, R. F., « Ontological reduction and molecular structure » in *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, N°41 (2010), pp.183-191.
- KIM, J., « Concepts of Supervenience » in *Philosophy and Phenomenological Research*, Vol. 45, N°2 (Dec. 1984), pp. 153-176.
- KIM, J., « The Myth of Nonreductive Materialism » in *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association*, Vol. 63, No. 3. (Nov. 1989), pp. 31-47.
- KIM, J., « Making Sense of Emergence » in *Philosophical Studies*, N°95 (1999), pp. 3-36.
- KIM, J., *Physicalism, or something near enough*, Cambridge, MIT Press, 2005.
- KIM, J., « Emergence : Core ideas and issues » in *Synthese*, N°151 (2006), pp. 547-559.

- KIM, J., *Trois essais sur l'émergence* (trad. M. Mulcey), Paris, Editions d'Ithaque (coll. Philosophie), 2006.
- KIM, J., *L'esprit dans un monde physique* (trad. F. Athané et E. Guinet), Paris, Editions d'Ithaque, 2014.
- LEFORESTIER, C., *Introduction à la chimie quantique*, Paris, Ed. Dunod, 2014.
- LEWES, G.H., *Problems of life and mind*, Londres, Kegan Paul, Trench, Trübner & Co, 1875-1879, 4 volumes.
- LOMBARDI, O., LABARCA, M., « The ontological autonomy of the chemical world » in *Foundations of Chemistry*, Vol. 7, 2005, pp. 125-148.
- LOWE, E. J., « Causal closure principles and emergentism » in *Philosophy*, N°75 (4-2000), pp. 571-585.
- MÁTYUS, E., HUTTER, J., MÜLLER-HEROLD, U., REIHER, M., « Extracting elements of molecular structure from the all-particle wave function » in *The Journal of Chemical Physics*, N°135 (2011), 204302, pp. 1-12.
- MILL, J.S., *Système de logique déductive et inductive. Exposé des principes de la preuve et des méthodes de recherche scientifique* (trad. L. Peisse), Paris, Ed. Alcan, 1866.
- MULCEY, M., « Présentation » in KIM, J., *Trois essais sur l'émergence* (trad. M. Mulcey), Paris, Editions d'Ithaque (coll. Philosophie), 2006, pp. V-XXIII.
- NAGEL, E., *The structure of Science. Problems in the Logic of Scientific Explanation*, Londres, Routledge & Kegan Paul Ltd, 1961.
- NORTON, J.D., « Approximation and Idealization ; Why the difference matters » in *Philosophy of Science*, Vol. 79, N°2 (avril 2012), pp. 207-232.
- PAPINEAU, D., *Philosophical Naturalism*, Oxford, Ed. Blackwell, 1993.
- PAPINEAU, D., *Thinking about consciousness*, Oxford, Clarendon Press, 2002.
- PUTNAM, H., « The meaning of 'meaning' » in *Philosophical Papers, Volume 2 : Mind, Language and Reality*, Cambridge, Cambridge University Press, 1975.
- SARTENAER, O., *Émergence et réduction. Analyse épistémologique de la dynamique des systèmes naturels*, Thèse de doctorat en philosophie, sous la

direction du Professeur Bernard Feltz, Louvain-la-Neuve, Université catholique de Louvain, 2013.

- SCERRI, E.R., « Top-down causation regarding the chemistry-physics interface : a sceptical view » in *Interface Focus*, N°2 (2012), pp. 20-25.
- SUTCLIFFE, B.T., WOLLEY, R.G., « Molecular structure calculations without clamping the nuclei » in *Physical Chemistry Chemical Physics*, N°7 (2005), pp. 3665-3676.
- VAN FRAASSEN, B., *The Scientific Image*, Oxford, Oxford University Press, 1980.

Table des matières

Introduction.....	1
Première partie : l'émergence selon Jaegwon Kim.....	12
I. Présentation de la position de Kim.....	14
II. Le rapport ascendant : la survenance.....	18
III. L'irréductibilité.....	25
a) La réduction de Nagel.....	26
b) La réduction fonctionnelle.....	29
IV. La causalité descendante.....	35
Bilan.....	43
Deuxième partie : R. F. Hendry et la défense de l'émergence.....	44
I. Position du problème et impasse.....	45
II. Passage vers l'ontologie.....	49
III. Le réductionnisme ontologique et le problème de la symétrie.....	57
IV. Comprendre l'émergence.....	66
Bilan.....	75
Troisième partie : analyse et critique.....	77
I. Réponse de Hendry à Kim : la clôture causale et la causalité descendante.....	78
II. Analyse de la partie scientifique de l'argument de Hendry.....	86
III. Métaphysique des lois chez Hendry.....	91
IV. Critique faite à Hendry et rapport ontologie/épistémologie.....	101
Bilan.....	111
Conclusion.....	113
Bibliographie.....	119

Place Blaise Pascal 1, Bte L3.03.11, Louvain-la-Neuve, Belgique, www.uclouvain.be/fial

