

Je voudrais remercier Jérôme Lesueur, directeur du LPEM, de m'avoir permis de présenter ce mémoire et Brigitte Leridon pour son aide à la présentation ainsi qu'à ses précieux conseils pour veiller au caractère didactique de cet exposé présenté devant une quarantaine de personnes

Dans les années 1950 et au début des années 1960, Robert Havemann, éminent physicien et chimiste allemand, philosophe, député et personnalité de l'ex-République démocratique allemande (RDA), ou encore Allemagne de l'Est, cherchait à rendre compatible avec le développement des sciences de la nature le contenu des cours officiels de matérialisme dialectique, notamment par la prise en compte de la mécanique quantique.

C'est sur cet épisode de l'histoire de la mécanique quantique, quasiment inconnu en France, que nous nous proposons de revenir

Tel est le sens du titre de la conférence d'aujourd'hui

**A propos du possible et du réel en mécanique quantique:  
Quand Robert Havemann dépassait l'interprétation de Copenhague.**

$$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$$

Jean-Pierre Fitoussi  
25 janvier 2013



Laboratoire de Physique et d'Etude des Matériaux UMR 8213 CNRS ESPCI UPMC

# PLAN DE L'EXPOSE

Physique classique et mécanique quantique

I Qui est Robert Havemann ?

II Discussion avec Werner Heisenberg

1 Quel boîte à outils conceptuels pour interpréter la mécanique quantique ?

2 L'École de Copenhague, et la connaissance de la réalité

3 La dialectique de Hegel et la mécanique quantique : notion de possible et de réel, de nécessité et de contingence

III Havemann démonte la pseudo dialectique.

IV Qu'est-ce que la dialectique ?

## Physique classique et physique quantique

D'abord je voudrais m'excuser auprès des collègues qui sont déjà familiers avec la mécanique quantique, mais il me semble utile de rappeler les différences existant entre la physique classique –qui traite les objets dont la taille nous est familière et la physique quantique qui concerne le monde à l'échelle atomique, et au maximum de certaines molécules.

La mécanique quantique est une théorie physico-mathématique qui décrit les propriétés fondamentales du rayonnement et de la matière. La mécanique quantique naquit lorsque Planck formula l'hypothèse en 1900 que l'énergie ne peut exister en quantités quelconques, mais seulement comme multiples entiers de ce que l'on appelle des quantas d'énergie. La Relation entre l'énergie, la fréquence et le quantum d'action de Planck  $h$  s'écrit :  $E = h\nu$ . Einstein a découvert en 1905 (effet photo-électrique) que les grains de lumière, les photons, sont des quantas d'énergie. La relation entre l'énergie, la fréquence et le quantum d'action de Planck  $h$ , s'écrit :

$$E = h\nu$$

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar/2$$

Principe d'incertitude entre la position et la quantité de mouvement

Avec  $\hbar = h / 2 \pi$

( $\hbar = h / 2 \pi \approx 1,054 \times 10^{-34}$  J.s  $\approx 6,582 \times 10^{-19}$  eV.s, et 1 eV correspond à une température  $T = 12\,000$  K)

Pour référence : Masse de l'électron :  $m_e = 9 \times 10^{-31}$  kg Masse du proton :  $M_p = 1,6 \times 10^{-27}$  kg

En mécanique classique, une particule possède à chaque instant des coordonnées et une vitesse déterminée. Par exemple sa coordonnée  $x$  à l'instant  $t$  sera donnée par l'équation :

$$x = vt$$

On peut donc prévoir, connaissant la vitesse, la trajectoire de la particule à n'importe quel instant du futur

En physique quantique nous avons la relation dite principe d'indétermination de Heisenberg :  $\Delta x$  indique le degré de précision sur  $x$  et  $\Delta p_x$  sur la quantité de mouvement  $p_x$  ( $p_x = m v$  ;  $m$  est la

masse de la particule). Et cela signifie que plus on cherche à être précis sur la localisation de la particule, moins on le sera sur la mesure de la vitesse. Autrement dit, si par suite d'une mesure un électron s'est vu conférer la coordonnée  $x$ , il n'aura pas de vitesse déterminée, et inversement. Par conséquent, en mécanique quantique, les coordonnées et la vitesse de l'électron sont des grandeurs n'existant pas, en quelque sorte, simultanément.

Donc, si la description classique suffit pour prédire le mouvement d'un système mécanique, dans l'avenir, de façon tout à fait exacte, par contre la description de la conduite ultérieure de l'électron ne pourra être que probabiliste



Propagation d'une onde

Cela tient aussi au fait que si les objets quantiques ont un comportement de corpuscule comme nous venons de le voir pour l'électron, ils ont également un comportement d'onde avec la manifestation d'interférences.

Une onde, vous savez tous ce que c'est ; si vous jetez un caillou dans l'eau, vous observez les ondes qui se propagent autour. Si vous jetez deux cailloux, les ondes interfèrent entre-elles.

# I

## QUI EST ROBERT HAVEMANN ?



Robert Havemann  
11 mars 1910- 9 avril 1982

Né le 11 mars 1910 à Munich, il a fait des études de chimie aux universités de Munich et de Berlin. En 1932 il est entré à l'Institut Kaiser Wilhelm de chimie physique et d'électrochimie à Berlin. Cette même année il adhère au Parti communiste allemand (KPD). Il participe à la lutte clandestine contre le nazisme en adhérant au groupe résistant *Neu Beginner*<sup>(1)</sup>. Son engagement politique lui vaut d'être renvoyé de l'université. Cependant, en 1935, il obtient à l'Université de Berlin son doctorat de spécialité de chimie-physique en soutenant une thèse sur la chimie de l'albumine<sup>(2)</sup>. Il y devient assistant scientifique. Il rédige une cinquantaine de communication scientifiques qui lui permettent de soutenir une thèse d'Etat sur la liaison chimique dans la méta-hémoglobine, le 16 mars 1943<sup>(3)</sup>.

Il crée pendant la guerre, avec d'autres résistants, un groupe qui se nomme *Europäischen Union* en juillet 1943<sup>(4)</sup>, en rapport avec des Français et des Soviétiques soumis au régime du travail forcé.

Cependant il est arrêté peu après, et condamné à mort le 16 décembre 1943 par le tribunal nazi. Son exécution fut repoussée à deux reprises, car l'armée tenait à la poursuite de ses travaux, même en prison.

Robert Havemann est libéré par l'Armée Rouge fin avril 1945. Il entra au Parti socialiste unifié (S.E.D.), né de la fusion forcée des partis communiste et socialiste et qui allait devenir le parti dominant en zone soviétique puis en R.D.A.

Il habitait dans la partie occidentale où il dirigeait l'Institut Kaiser Wilhelm. L'administration américaine le démit de ses fonctions en 1948 pour avoir enfreint une loi qui interdisait toute recherche scientifique en Allemagne. Mais Havemann poursuivit ses recherches. En 1950, la municipalité de Berlin-Ouest le renvoya de l'Institut Kaiser Wilhelm pour avoir critiqué la fabrication de la bombe H par les Etats-Unis<sup>(5)</sup>, mais il conserva la responsabilité du département de physique et d'électrochimie de l'Institut. Parallèlement à ses activités scientifiques à Berlin-Ouest, il enseignait à l'université Humboldt à Berlin-Est.

Les travaux scientifiques de Robert Havemann portaient notamment sur la chimie des protéines, la magnétochimie, et la photosynthèse qui lui valut le prix national de la RDA en 1959. Il a publié plus de 100 articles, un manuel sur la thermodynamique<sup>(6)</sup>. De ce fait, Havemann a été confronté aux assertions comminatoires du matérialisme dialectique officiel quant aux sciences de la nature. Par exemple :

**Fin du discours du 24 juin 1947 d'Andreï Jdanov, alors numéro deux dans la hiérarchie du P.C.U.S, derrière Staline.**

*« Dans une égale mesure, les subterfuges kantien des physiciens atomistes contemporains les amènent à des déductions sur le « libre arbitre » de l'électron, à des essais pour ne représenter la matière que comme un ensemble d'ondes et à d'autres diableries »<sup>(7)</sup>*

**Andreï Jdanov 24 juin 1947**

Le philosophe officiel Maksimov lui emboîta le pas et, au nom du matérialisme dialectique, tenta de faire interdire la mécanique quantique. Mais finalement ni la relativité ni la mécanique quantique ne

furent proscrites. Cependant, Le principe de complémentarité sera banni en URSS de 1948 à 1960.<sup>(8)</sup>

Havemann allait bientôt saisir la première occasion pour faire savoir ce qu'il en pensait.

En 1956, après le 20e Congrès du Parti Communiste d'Union Soviétique (PCUS), Khrouchtchev a dénoncé les crimes de Staline. Un vent de réforme semble souffler alors sur la RDA. Walter Ulbricht, secrétaire Général du SED, demande à Havemann d'écrire. Celui-ci fait publier dans *Neues Deutschland*, l'organe du SED, une page entière sous le titre « *Contre le dogmatisme, pour la confrontation scientifique des idées.* »<sup>(9)</sup>.

Les philosophes officiels du régime protestèrent violemment contre cet article.

Cela amène Havemann à poursuivre ses réflexions en étudiant Hegel. Il écrira plus tard sur cette période<sup>(10)</sup>

« *Au cours Au cours de ces années [1957-59] je pris part à un grand colloque de philosophie. Je présentai aux participants mon point de vue sur le hasard et la nécessité, que je fondais sur la mécanique quantique et qui, pour l'essentiel, était une illustration de ce que Engels a écrit dans Dialectique de la Nature et des citations que celui-ci a empruntées à la Science de la Logique de Hegel.* »

## NOTES

1: Robert Havemann; « *Etre communiste en Allemagne de l'Est* » François Maspéro Cahiers libres 1979, pp42, traduit de ' *Ein Deutscher Kommunist* » Rowohlt 1978

2 : Werner Theuer / Bernd Florath ; « *Robert Havemann Bibliographie* » Akademie Verlag, 2007, p 5

3 : Werner Theuer / Bernd Florath ; « *Robert Havemann Bibliographie* » Akademie Verlag , 2007, p 6

4: Werner Theuer / Bernd Florath ; « *Robert Havemann Bibliographie* » Akademie Verlag , 2007, p XXXII

5 : Robert Havemann, " *Trumans grosser Theaterdonner, was die Wissenschaft zur Wasserstoff-Superbombe sagt* " ( *Le grand spectacle des foudres de Truman, ce que dit la science de la superbombe à hydrogène* ), *Neues Deutschland*, février 1950 [Hary Truman était alors le président des USA ndlr]

6 : Robert Havemann " *Einführung in die Chemische Thermodynamik* ", VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften: Berlin, 1957, 296 pages . (Cet ouvrage traite notamment de la dialectique de la transition qualité -quantité et réciproquement ainsi que de l'hypothèse de la mort thermique de l'univers ndlr)

7: Loren R. Graham " *Quantum Mechanics and Dialectical Materialism* ", *Slavic review*, Vol 25, N° 3, sept 1966, p 386

8 : Loren R. Graham " *Quantum Mechanics and Dialectical Materialism* ", *Slavic review*, Vol 25, N° 3, sept 1966, p 391

9: Robert Havemann; « *Etre communiste en Allemagne de l'Est* » François Maspéro Cahiers libres 1979, p74,

10 : Robert Havemann; « *être communiste en Allemagne de l'Est* » François Maspéro Cahiers libres 1979, pp 13-14

## II La discussion avec Werner Heisenberg (1957-1963)

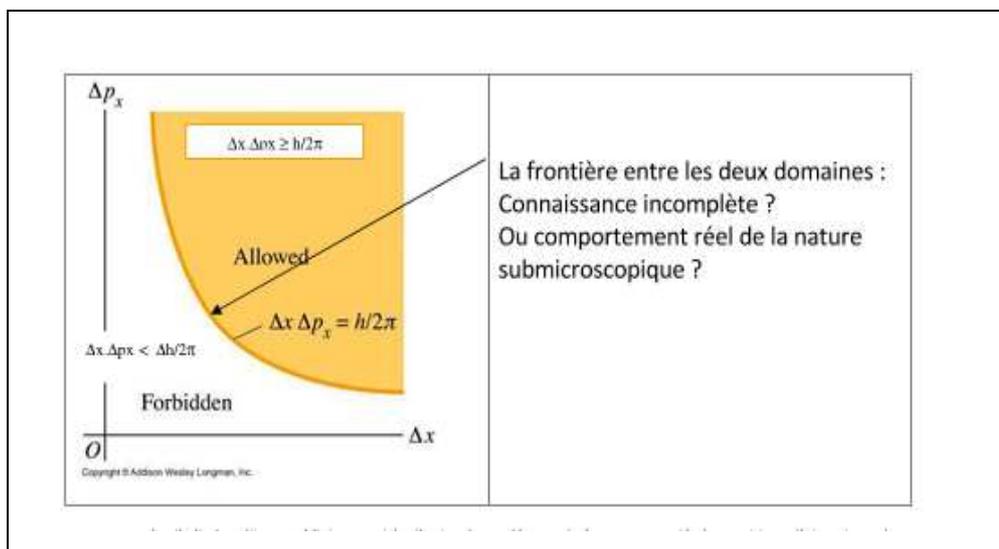
### *Werner Heisenberg*

#### *L'interprétation de Copenhague de la mécanique quantique*

*L'interprétation de Copenhague de la mécanique quantique commence par un paradoxe. Toute expérience physique, peu importe si elle se réfère à des phénomènes de la vie quotidienne ou à la physique atomique, doit être décrite en termes de physique classique. Ces concepts de la physique classique forment la langue dans laquelle nous décrivons l'agencement et l'état des résultats de nos expériences. Nous ne pouvons pas les remplacer par d'autres. Néanmoins, l'applicabilité de ces concepts est limitée par les relations d'incertitude. Nous devons conserver cette applicabilité limitée des concepts classiques, tout en les utilisant, mais nous ne pouvons ni ne devons essayer de l'améliorer.<sup>(1)</sup>*

En fait, le fond de la pensée d' Heisenberg exprimé dans cette citation revient à dire : on garde la boîte à outils conceptuels de la physique classique sur laquelle on plaque le principe d'indétermination.

Ce préambule donné, il faut convenir de rappeler que dans ces années-là, Heisenberg et l'École de Copenhague apparaissaient comme s'opposant à Einstein et Bohm sur la question de la complétude de la mécanique quantique. Pour mémoire, l'appareil mathématique de la mécanique quantique a été créé par Heisenberg, Born et Schrödinger en 1925-26. Ensuite, le principe d'indétermination découvert par Heisenberg en 1927 et la complémentarité onde-corpuscule formulée par Bohr en 1928 ont finalisé la théorie. Pour d'autres, comme Einstein<sup>(2)</sup>, puis Vigier<sup>(3)</sup> et Bohm<sup>(4)</sup>, la théorie était incomplète en raison de son caractère indéterministe. Il fallait donc la compléter par des "variables cachées" (locales ou pas). Mais Heisenberg et Bohr ont argumenté et se sont opposés à ces points de vue. Et la majorité des physiciens, tant à l'Ouest qu'à l'Est, s'est ralliée à l'interprétation de Bohr-Heisenberg dite interprétation de l'École de Copenhague. Cependant, Heisenberg publie en 1956 dans *Physikalische Blätter*<sup>(5)</sup> un article réfutant à nouveau les positions d'Einstein et de Bohm. Mais dans le même article, Heisenberg affirmait également que le principe d'indétermination constituant une limite à la connaissance de la réalité.



Havemann lui répond dans un article publié en 1957, dans la même revue <sup>(6)</sup>

Puis, en février 1958, Robert Havemann rencontra à trois reprises Werner Heisenberg, à l'université de Göttingen, pour en discuter<sup>(7)</sup>. Par ailleurs, Havemann avait une mission officielle : proposer à Heisenberg une prise de position commune Université Humboldt (Allemagne de l'Est) – Université de Göttingen (Allemagne de l'Ouest) en faveur d'un espace européen dénué d'armes nucléaires. Ce que Havemann a développé dans la discussion avec Heisenberg, sur la mécanique quantique en 1958, se retrouve de façon détaillée dans les conférences de 1963 publiées

dans *Dialektik ohne Dogma* ?<sup>(8)</sup> Pour Havemann, dire que le principe d'indétermination constitue une limite à la connaissance de la réalité revient à considérer que l'incomplétude de la connaissance du réel signifie justement que ce n'est pas la réalité, mais seulement notre connaissance de la réalité, qui est indéterminée. Et cela signifie bien que la réalité contient des paramètres cachés. Et le hasard ne relève donc pas du comportement de la nature, mais de ces paramètres cachés qu'il resterait à découvrir.



Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831)

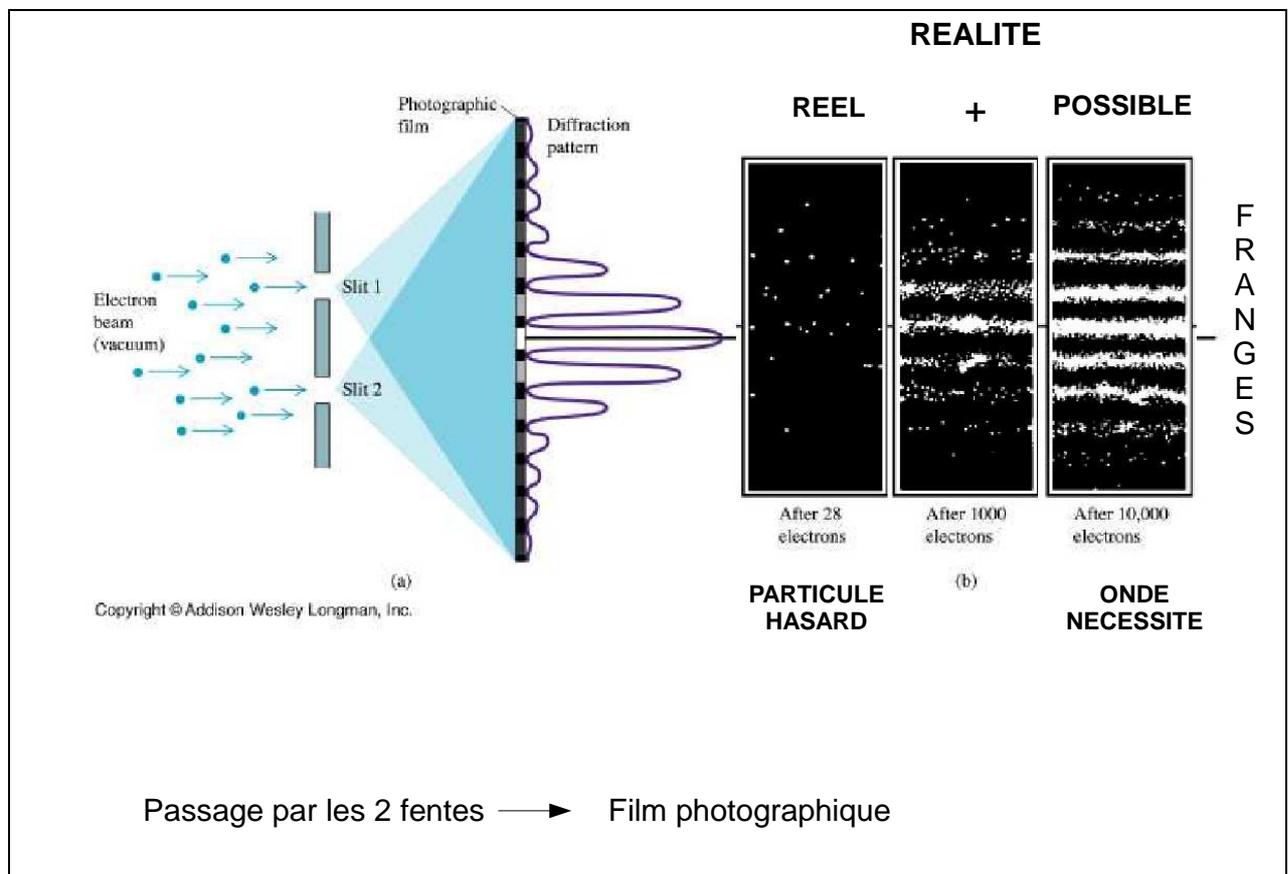
Et Havemann dit à Heisenberg :

« Si j'ai compris le passage de Hegel ; 'La réalité : Le possible et le réel, le hasard et la nécessité' (volume 2 de « La Science de la Logique »), c'est grâce à la mécanique quantique »<sup>(9)</sup>

Et de poursuivre :

« Les thèses de Hegel sur la dialectique du hasard et de la nécessité sont en total accord avec la façon de voir et de penser de la mécanique quantique »<sup>(10)</sup>

On va voir cela maintenant avec l'exemple trivial de la diffraction d'un faisceau d'électrons par deux fentes faites dans une plaque<sup>(11)</sup>. Rappelez-vous l'histoire des deux pierres jetées dans l'eau et des interférences que cela provoque. Ici, les deux fentes ont le même rôle que les deux pierres.



Vous avez donc un faisceau d'électrons passant par deux fentes et allant s'impacter sur un film photographique. Le dessin que vous voyez là, juste derrière le film photographique, correspond à l'intensité lumineuse des franges observée sur le film photographique.

- ☛Après le passage de 28 électrons par les deux fentes, les points d'impact sur le film sont totalement répartis au hasard. La manifestation de l'aspect corpusculaire est contingente.
- ☛Après le passage de 10 000 électrons, nous avons les franges d'interférences. Les électrons vont obligatoirement sur les bandes blanches, où leurs points d'impact sont totalement aléatoires. La distribution des points d'impact possibles des 10 000 électrons est ordonnée par l'image ondulatoire : au centre, la bande blanche est la plus épaisse, ce qui correspond à la plus forte densité de points d'impact et au maximum de la courbe des interférences. Et plus on s'éloigne de la frange centrale, moins les bandes blanches sont épaisses.
- ☛Entre chaque bande blanche, les bandes noires correspondent à l'absence totale d'impact, soient les creux de la courbe.
- ☛Nous voyons que la distribution de tous les impacts possibles des 10 000 électrons se traduit en bandes blanches et noires correspondant au caractère obligé (nécessité) ondulatoire.
- ☛Si l'on passe le processus à l'envers, on passe du possible (les franges) au réel : la distribution complètement aléatoire des impacts des électrons. Le possible et le réel forment ensemble la réalité

Nous avons donc vu, dans cette expérience, le comportement des particules quantiques, les qualités de réel et de possible, de contingent et de nécessaire qui apparaissent. Comment interpréter cela ?

Voyons la boîte à outils conceptuels de Hegel

*« Nous trouvons effectivement chez Hegel que c'est dans le couple de concepts "hasard et nécessité" que se trouve la clef de toute cette problématique. .... Ce qui est réel doit être possible. Cela apparaît comme une évidence. Et Hegel poursuit : si un événement est possible, alors, comme possible, il ne peut être décrit que comme pouvant se produire ou ne pas se produire... les événements réels sont caractérisés par le fait que comme possibles ils sont séparés des impossibles. ...Hegel dit ensuite : les possibilités existant dans la nature ne sont pas contingentes. Ce qui est possible est déterminé par la nécessité.»<sup>(12)</sup>*

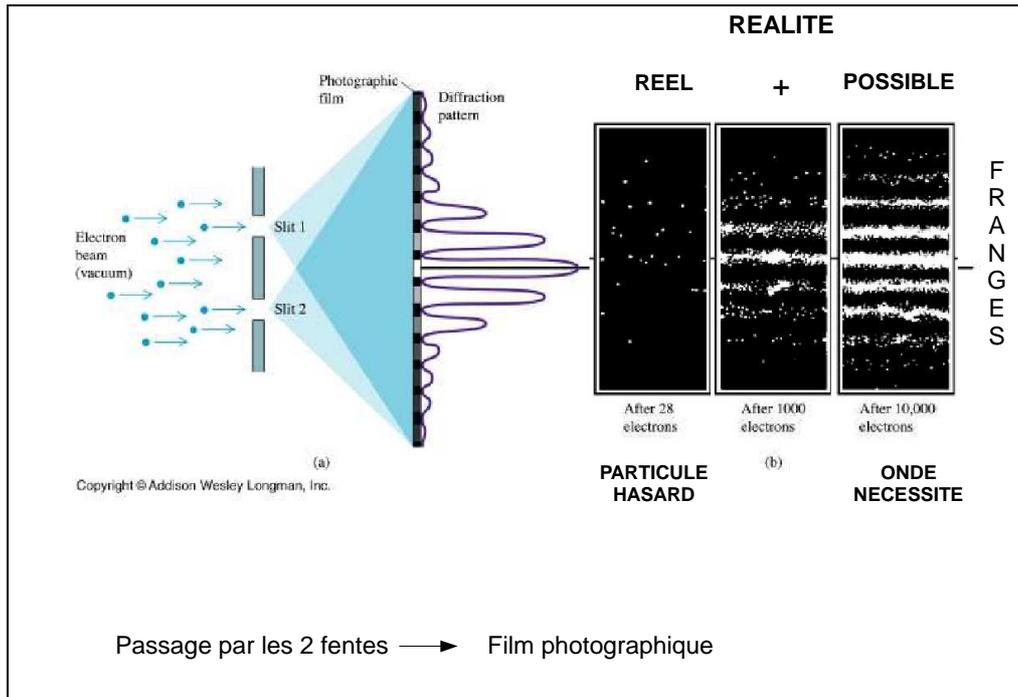
**Robert Havemann**

Et aussi

*« La conformité aux lois de la nature qui détermine ce qui est possible pour le mouvement et le comportement des microparticules, est exprimée dans l'image ondulatoire, celle que Heisenberg et Bohr décrivent comme l'image du possible. Dans l'image ondulatoire, on utilise un brillant appareil mathématique, un système de conclusions logiques qui ne contiennent aucune indétermination.*

*Ce qui dans l'image ondulatoire est déterminé comme nécessaire n'est pourtant, dans l'univers des particules, que le possible des processus. »<sup>(13)</sup>*

**Robert Havemann**



Pour résumer, en revenant à la figure de l'expérience de diffraction électronique, on voit donc :

aspect	caractère	R
ondulatoire	Possible, nécessaire	E
	+	A
corpusculaire	Réel, contingent	L
		T
		E

Et Havemann de préciser

*« C'est parce qu'existe ce quantum d'action, cet « atome » de l'action, que l'univers porte en lui le discontinu. Le discontinu, combiné avec le continu du possible, produit le hasard »<sup>(14)</sup>*

R. Havemann

Havemann a donc bien montré que le hasard objectif est contenu dans la nature et que la mécanique quantique est une théorie complète. Rappelons que le théorème de Bell<sup>(15)</sup>, sera formulé en 1965. L'interférence d'une particule avec elle-même, prédite par Dirac, vérifiée expérimentalement en 1974. Ensuite, c'est en 1981-1982 que sera réalisée par Aspect et son équipe l'intrication quantique entre deux photons, ce qui réfutait définitivement les conclusions de l'expérience de pensée dite EPR<sup>(16)</sup>. Quant à la théorie des "paramètres cachés" de Bohm, elle n'a jamais rien donné en termes de résultats expérimentaux<sup>(17)</sup>. Et aujourd'hui tout le monde admet, comme l'a indiqué la mécanique quantique, le hasard est un élément objectif de la nature

Revenons à la discussion de 1958. Heisenberg répond à Havemann<sup>(18)</sup> :

☛ Concernant la dialectique de Hegel :

*« Je suis pleinement convaincu de la dialectique. Elle s'impose aujourd'hui inévitablement à partir de notre connaissance de la nature »*

☛ Concernant la dialectique de la matière que décrit donc la mécanique quantique, c'est-à-dire le terme de matérialisme dialectique :

*« Je suis d'accord avec ce matérialisme. Mais croyez-vous que le matérialisme dialectique de tous ses représentants officiels comme non-officiels le comprennent vraiment ainsi »*

Sur la dernière remarque d'Heisenberg, Havemann n'attaque pas encore les philosophes officiels - nous sommes à l'université de Göttingen, en Allemagne de l'Ouest- et Havemann, comme je l'ai signalé, se trouve également dans le cadre d'une mission officielle. Il se contente de signaler le travail intéressant d'un mathématicien soviétique.

Dans la discussion, finalement, Heisenberg est resté ambiguë et oscille par rapport à la défense de la complétude de la mécanique quantique quand il s'agit de réfuter Einstein et Bohm. Mais par rapport à la dialectique qu'il accepte telle que formulée par Havemann, il continuera cependant à utiliser la boîte à outils conceptuels de la physique classique.

Pourquoi ? On peut se douter qu'Heisenberg se méfie du matérialisme dialectique officiel qui se présente à l'époque comme par exemple ceci<sup>(19)</sup> :

Si l'on considère, par exemple, le « Petit dictionnaire philosophique » publié par les Editions politiques d'Etat (Moscou, 1955)<sup>1</sup> on peut y lire à propos de la mécanique quantique :

*« Toutefois malgré de grands succès, le développement de la mécanique quantique s'est trouvé ralenti par des falsifications idéalistes subjectives répandues parmi les physiciens bourgeois qui ont exercé leur influence également sur certains physiciens soviétiques. Partant des positions philosophiques subjectivistes idéalistes, nombre de physiciens des pays capitalistes (notamment ceux qui ont grandement contribué à la création de la mécanique quantique) présentent cette dernière sous un aspect déformé... Ces savants soutiennent que selon les instruments employés la particule microscopique possède telles propriétés ou telles autres (« complémentaires » les unes des autres) C'est comme si l'instrument « créait » l'état de l'objet considéré. Ils vont jusqu'à nier toute causalité dans les processus microscopiques, à attribuer un libre arbitre à l'électron et ils admettent encore d'autres inventions mystiques. Tout cela s'accompagne d'une déduction réactionnaire affirmant l'universalité de la mécanique quantique et l'impossibilité d'une théorie plus approfondie des processus microscopiques. » (p171)*

## Notes

1 : Werner Heisenberg : Die Kopenhager Deutung der Quantentheorie (L'interprétation de Copenhague de la mécanique quantique ) Literatur: Werner Heisenberg, Physik und Philosophie, Stuttgart 1984

2: Einstein, Podolsky et Rosen « *La description de la réalité par la mécanique quantique peut-elle être considérée comme complète ?* » Physical Review vol. 47, pages 777-780 (1935).

3: Jean-Pierre Vigié « *Le matérialisme d'Einstein et l'aether de Dirac* » ---' *Personnellement avec Popper, je pense que les faits donneront tort à Bohr et verront le triomphe posthume du modèle matérialiste et déterministe du monde défendu par Albert Einstein*".

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/issue/comm\\_0588-8018\\_1985\\_num\\_41\\_1](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/issue/comm_0588-8018_1985_num_41_1)

4 : David Bohm « *A suggested Interpretation of the Quantum Theory in terms of 'Hidden Variables'*». I & II Phys Rev, 85 (2) , p 166-179 & 180-193

5 : [Heisenberg 1956] Werner Heisenberg: «*Die Entwicklung der Deutung der Quantentheorie*». Physikalische Blätter 12 (1956), S. 289(Physikalische Blätter était le journal officiel de la Société allemande de physique. Il a été renommé Physik Journal en 2002)

6 : Robert Havemann «*Bemerkungen zur quantenmechanischen Komplementarität*», Physikalische Blätter, Mosbach (Baden), 13, Jg, 1957 , Heft 7, S, 289-296

7 : « *Drei Gespräche mit Werner Heisenberg* » Dokument 15, Werner Theuer / Bernd Florath ; « Robert Havemann Bibliographie » Akademie Verlag, 2007, pp 280-303

8 : Robert Havemann : 6<sup>e</sup>, 7<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> conférence Dialectik ohne Dogma ? Rowohlt 1964

9 : « Drei Gespräche mit Werner Heisenberg » Dokument 15, Werner Theuer / Bernd Florath ; « Robert Havemann Bibliographie » Akademie Verlag, 2007, p 285

10 : Robert Havemann ; 7e Conférence Dialectik ohne Dogma ? 29 novembre 1963 « *Hasard et nécessité Possibilité et réalité* »

11 : figure originale (avant commentaire)  
[http://www.uclouvain.be/cps/ucl/doc/fsa/documents/FSAB1203\\_CM10.pdf](http://www.uclouvain.be/cps/ucl/doc/fsa/documents/FSAB1203_CM10.pdf)

12 : Robert Havemann ; Dialectik ohne Dogma ? 7e Conférence 29 novembre 1963 « *Hasard et nécessité Possibilité et réalité* »

13 : Robert Havemann ; Dialectik ohne Dogma ? 7e Conférence Dialectik ohne Dogma ? 29 novembre 1963 « *Hasard et nécessité Possibilité et réalité* »

14 : Robert Havemann ; Dialectik ohne Dogma ? 8e Conférence 6 décembre 1963 « *L'incomplétude de l'interprétation de Copenhague de la mécanique quantique ---Possibilité, réalité et causalité* »

15 : Sur le théorème de Bell, on peut prendre une définition simple ; « *Le théorème de Bell fournit un critère pour tester expérimentalement l'hypothèse que les corrélations quantiques sont établies à la source...surtout, le critère de Bell est quantitatif : il va permettre de trancher par l'expérience entre l'hypothèse que les corrélations sont établies à la source et la prédiction de la théorie quantique* » ; deux particules quantiques peuvent se trouver dans un état tel que seules les propriétés de la paire sont définies, et cela quelque soit la distance qui sépare les deux systèmes quantiques formant la paire. Valério Scarini. *Initiation à la physique quantique*----*La matière et ses phénomènes*. Vuibert 2008

16 : Médaille d'or 2005 du CNRS Alain Aspect, physicien « *Le débat Bohr-Einstein et l'intrication quantique à l'épreuve de l'expérience* » <http://www2.cnrs.fr/sites/communiquer/fichier/debat.pdf>

« Pour mettre à l'épreuve les principes de la physique quantique, Albert Einstein, Boris Podolsky et Nathan Rosen proposent en 1935 une expérience de pensée (dite « EPR », d'après les initiales des auteurs). L'argument est le suivant : les lois de la mécanique quantique permettent la formation de paires de particules « intriquées », ayant interagi dans le passé puis s'étant éloignées l'une de l'autre, et pour lesquelles la mesure des propriétés de l'une permet de connaître instantanément les propriétés de l'autre, quelle que soit la distance qui les sépare. Lorsqu'on effectue une mesure sur l'une des particules intriquées, tout se passe comme si sa jumelle le sentait immédiatement et adoptait un état physique correspondant à celui trouvé pour sa partenaire. Pour Einstein, inventeur de la relativité qui stipule qu'aucun effet ne peut se propager plus vite que la lumière, cette description mettant en jeu une modification instantanée à distance est inacceptable. Il conclut que si les deux particules ont des propriétés similaires au moment de la mesure, c'est qu'elles ont acquis ces propriétés lors de leur interaction initiale, et qu'elles les ont conservées après leur séparation. Cette conclusion revient à compléter le formalisme de la mécanique quantique, et elle est immédiatement contestée par Niels Bohr. Le débat entre les deux physiciens durera pendant plus de 20 ans jusqu'à leur mort.

#### Le verdict de l'expérience

En 1964, John Bell, théoricien irlandais travaillant au CERN – le Laboratoire européen pour la physique des particules à Genève – montre que les positions respectives de Niels Bohr et d'Albert Einstein conduisent à des prédictions différentes. Il écrit des inégalités qui, appliquées aux résultats de mesures bien choisies portant sur des particules intriquées, permettraient de trancher le débat.

Prenant la relève de travaux pionniers réalisés aux Etats Unis, Alain Aspect entreprend en 1975, à l'Institut d'optique d'Orsay, la construction d'une source de paires de photons intriqués d'une efficacité sans précédent, grâce à l'utilisation d'une excitation laser à deux photons, méthode développée à Paris (Laboratoire Kastler Brossel – ENS Paris/CNRS/Université Paris VI) par Bernard Cagnac et ses élèves. Cette source lui permettra, avec ses collaborateurs Philippe Grangier, Jean Dalibard, et Gérard Roger, de réaliser en 1982 des tests des inégalités de Bell dans des situations très proches des expériences de pensée idéales sur lesquelles raisonnent les théoriciens. Les résultats violent de façon très nette les inégalités de Bell, et sont en excellent accord avec les prédictions quantiques. Il n'existe donc pas de modèle dans l'esprit des conceptions dites « réalistes locales » d'Einstein, pour décrire les particules intriquées ».

17 : « *Physique quantique et causalité selon Bohm - Analyse d'un cas d'accueil défavorable* » OLIVAL FREIRE JR , MICHEL PATY, ALBERTO LUIZ DA R OCHA BARROS IF – UFBA – Salvador, Brésil n Kragh, Helge ; Vanpaemel, Geert & Marage, Pierre (eds), *History of Modern Physics. Proceedings of the XXth International Congress of History of Science*, Liège, 20-26 July 1997, vol. XIV, Collection de Travaux de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences, Brepols, Liège, 2002, p. 261-273. « *David Bohm a proposé, au début des années cinquante, de réinterpréter la physique quantique en retrouvant une forme de causalité analogue à celle de la physique classique... Les résultats de notre analyse nous amènent à conclure que cet accueil défavorable s'explique par des raisons strictement scientifiques, à savoir l'absence de résultats nouveaux, capables d'attirer l'attention de l'ensemble de la communauté des physiciens et d'obtenir l'adhésion d'une partie significative d'entre eux.* »

18 : « Drei Gespräche mit Werner Heisenberg » Dokument 15, Werner Theuer / Bernd Florath ; « Robert Havemann Bibliographie » Akademie Verlag, 2007, p288

19 : Sous la direction de M. Rosentahl et P. Ioudine : *Petit dictionnaire philosophique* Editions politiques d'Etat Moscou 1955 ( [www.calameo.com/books/0007268789ed7abdf2e42](http://www.calameo.com/books/0007268789ed7abdf2e42) )

### III

## Havemann démonte la pseudo dialectique.

En 1961, au XXIIe congrès du PCUS, Krouchtchev a de nouveau dénoncé les crimes de Staline. Cependant, c'est aussi l'année où le mur de Berlin est édifié.

Toujours est-il qu'en septembre 1962, Havemann se décide à en découdre avec les philosophes officiels, et il attaque publiquement leur soi-disant matérialisme dialectique lors d'un colloque à Leipzig dans son exposé « *La philosophie a-t-elle aidé les sciences modernes de la nature à résoudre ses problèmes ?* »<sup>(1)</sup>

*« Durant une époque longue et cruciale, que l'on ne peut qu'approximativement faire coïncider avec la période de Staline, le matérialisme dialectique, non seulement n'a en rien aidé les scientifiques à résoudre leurs problèmes, que ce soit en Union Soviétique ou ailleurs, mais encore a contribué à rendre leur résolution plus difficile – je ne parle pas du véritable matérialisme dialectique, mais de ce qui a été proclamé et enseigné comme étant le matérialisme dialectique. Ce que l'on a enseigné depuis les chaires officielles de philosophie s'est transformé dans le cours d'un processus historique, en un matérialisme vulgaire et en un matérialisme mécanique, autrement dit en tout autre chose qu'un matérialisme à la hauteur de notre époque...Ce qui s'est produit est un désastre : durant des décennies, les représentants officiels du matérialisme dialectique l'ont toujours davantage discrédité auprès des savants les plus éminents du monde entier, y compris auprès des plus éminents en Union Soviétique. Max Born le caractérise comme pure scolastique ; Einstein s'est exprimé dans le même sens. Le résultat est qu'aujourd'hui on ne rencontre auprès des scientifiques que rejet et condamnation catégoriques de toute philosophie »*

*Robert Havemann Leipzig 1962*

Puis, au cours de 14 conférences publiques- jusqu'à 1200 auditeurs inscrits- à l'université Humboldt, à Berlin (à l'époque "Est"), du 18 octobre 1963 au 31 janvier 1964, Havemann dénonce les philosophes officiels et leur dialectique dogmatique, contradictoire avec les théories scientifiques modernes et à la dialectique de Hegel.

Ces conférences seront bientôt rassemblées dans un ouvrage intitulé '*Dialektik ohne Dogma ?*'.

La publication de ce livre dès mars 1964 en Allemagne de l'Ouest, puis en juin de la même année en Italie rendra les autorités de la RDA furieuses. Havemann est exclu du SED, de l'Académie des Sciences et il perd son poste de professeur. Il va alors devenir le principal opposant de la RDA. Il refusera toujours d'aller à l'Ouest, restera attaché au socialisme et à la démocratie et à la propriété d'Etat. A partir de 1976 les autorités de la RDA le mettent en résidence surveillée jusqu'à sa mort survenue en 1982.

Mais l'identification de la dialectique avec l'aspect pervers que Havemann a combattu ce rejet de la dialectique ne continuent-ils pas plus ou moins à s'exprimer parmi les scientifiques?

Prenons trois exemples :

Le séminaire, le 18 avril 2009, e 3e cycle pour doctorants et mémorants, à l'université de Lausanne sur «L'apparition de la mécanique quantique en Russie et en URSS (1900-1953) »<sup>(2)</sup> où le conférencier, Vincent Philippon, fait état d'informations extrêmement intéressantes et explique :

**« Le matérialisme dialectique, basé sur les travaux de Hegel, Engels et Lénine, s'oppose à première vue aux bases philosophiques de la mécanique quantique. Toute théorie abandonnant les principes du matérialisme est considérée comme idéaliste et est à proscrire. Les «pseudo-philosophes» (dénommés de cette façon par la majorité des historiens de la physique en URSS, en particulier Vizgin et Gorelik), «apôtres» soviétiques du matérialisme dialectique, qualifieront cette Révolution quantique de métaphysique idéaliste et essayeront, mais en vain, de faire interdire cette nouvelle théorie, comme ils le firent pour la génétique (...) Une forte cohésion entre les physiciens experts en mécanique quantique permettra de contrer les critiques des pseudo-philosophes, à la tête desquels se trouvait Maksimov ».**

Steven Weinberg, prix Nobel de Physique, dans un livre militant - « *le rêve d'une théorie ultime* »<sup>(3)</sup> - en faveur de la construction du Super Collisionneur supraconducteur afin de découvrir de nouvelles particules élémentaires, refusé pour raisons budgétaires par le sénat américain à la fin de 1993 (et qui ne s'est réalisé que 16 ans plus tard avec la construction du Grand collisionneur de Hadrons au CERN de Genève) remarque :

**« Je ne connais personne qui, ayant pris une part active aux progrès de la physique d'après guerre, ait tiré parti des œuvres des philosophes dans ses travaux de recherche (...) Même quand les doctrines philosophiques ont, autrefois, été utiles aux savants, elles ont généralement survécu trop longtemps, finissant par faire plus de mal que de bien. Prenons par exemple la vénérable doctrine du "mécanisme", l'idée que la nature opère en tirant ou en poussant des particules ou des fluides matériels'... Le mécanisme connut son apogée au siècle dernier, quand les atomes permirent d'expliquer brillamment la chimie et la chaleur ... Au siècle dernier, la tradition héroïque qu'il incarnait se vit incorporer, malheureusement, au matérialisme dialectique de Marx et Engels, puis de leurs successeurs. En 1908, Lénine, alors en exil, écrivit sur le matérialisme un livre ampoulé qui d'ailleurs était surtout un moyen de s'en prendre à d'autres révolutionnaires ; mais ses disciples en firent un texte sacré et, un peu plus tard, le matérialisme dialectique retarda pendant un temps l'acceptation de la relativité générale en Union soviétique »**

**Steven Weinberg en 1993**

Cependant on trouvera des avis plus nuancé :

♦ Ilya Prigogine, prix Nobel de chimie, spécialiste en thermodynamique, auteur de la « *théorie des structures dissipatives* » - terme paradoxal car le mot "structure" évoque l'ordre et le terme "dissipative" le désordre - écrit en 1979<sup>(4)</sup> :

«A l'époque où Engels écrivait la *Dialectique de la Nature*, il pouvait sembler que la science physique elle-même s'était dégagée du mécanisme, et imposait l'idée d'un développement historique de la nature. Engels cite trois découvertes fondamentales, celle de l'énergie et des lois de ses transformations qualitatives, celle de la cellule, entité constitutive du vivant qui permet de comprendre à la fois l'unité du monde vivant et la capacité des organismes à se développer, enfin la découverte darwinienne de l'évolution des espèces ; De ce renouveau de la science de son époque, Engels conclut que le mécanisme est mort et que rien ne s'oppose à la recherche, dans l'histoire de la nature et des sociétés humaines, des lois générales du développement historique ; les lois dialectiques... Mais Le matérialisme dialectique s'est, quant à lui, trouvé confronté à cette difficulté majeure : quels sont les rapports entre les lois générales de la dialectique, et les lois tout aussi universelles du mouvement réversible ? ... Il semble que beaucoup des philosophes marxistes de la nature s'inspirent de Engels (repris par Lénine dans les *Cahiers philosophiques*), qui écrivait dans l'*Anti-Dühring*... que le "mouvement lui-même est contradiction" »

• Ilya Prigogine, prix Nobel de chimie

← On voit donc que le conférencier, Vincent Philippon confond le matérialisme dialectique d'Etat et la dialectique de Hegel.

← On pourrait aussi dire que si Steven Weinberg connaissait Havemann et Hegel, son avis serait peut être différent.

← Ilya Prigogine a une position plus ouverte sur cette question

## NOTES

1 : Robert Havemann ; *Dialektik ohne Dogma ? La philosophie a-t-elle aidé les sciences modernes de la nature à résoudre ses problèmes ? (Hat Philosophie den modernen Naturwissenschaften zur Lösung ihrer Problemen geholfen ?)* Conférence prononcée lors du colloque « Les traditions progressistes de la science allemande des 19ème et 20ème siècle », Leipzig, septembre 1962

2 : <http://www2.unil.ch/slav/ling/cours/a0809/SEMI%20UNIL/280409Philippon.html>

3 : « *Le rêve d'une théorie ultime* », Edith Odile Jacob, 1992. Publié aux USA en 1992 sous le titre : « *Dreams of a final theory* ». Steven Weinberg, physicien américain, né en 1933. Prix Nobel de Physique en 1979 pour sa contribution à la théorie de l'interaction électrofaible qui, grosso modo, émet le postulat que l'électromagnétisme et l'interaction faible sont, sous certaines conditions, une seule et même interaction. A également écrit : *Les Trois premières minutes de l'Univers*

4 : « *La nouvelle Alliance-Métamorphose de la science* », publié en 1979. Rédigé en commun avec le physicien et chimiste belge d'origine russe Ilya Prigogine (1917-2003), prix Nobel de chimie 1977 pour ses contributions à la thermodynamique de non-équilibre, en particulier la théorie des structures dissipatives.

## IV QU'EST-CE QUE LA DIALECTIQUE ?

3<sup>ème</sup> séminaire de Havemann, à l'université Humboldt à Berlin (Est à l'époque)  
le 31 janvier 1964, intitulée : "Existe-t-il un système de dialectique ?"



Lors du 3<sup>ème</sup> séminaire de Havemann, un auditeur lui pose la question

« *Si elle n'est pas une théorie, qu'est-ce donc que la dialectique ?* »,

Robert Havemann répond :

**« *Si elle n'est pas une théorie,  
qu'est-ce donc que la dialectique ?* »**

*« On doit donc chercher à découvrir la dialectique objective dans les processus réels. Elle ne peut sortir de notre tête à partir de la formulation de catégories dialectiques, par une axiomatisation.*

*La dialectique est la conscience et la prise de conscience du caractère dialectique de la réalité »*

*On ne peut en effet saisir la dialectique que dans la réalité concrète. Quand nous séparons la dialectique de la réalité concrète et la transformons en un pur formalisme, elle devient un schéma terne: elle se fige en un système qui de plus a la prétention d'être le plus général, le plus important et le plus profond de tout ce que connaît l'humanité. Mais, coupée de la réalité, la dialectique n'en est plus une. Coupée de la réalité, elle devient controverses incohérentes, prenant la forme de contradictions étonnantes, absurdes, dépourvues de sens. Une telle dialectique n'est même pas matérialiste. »*

Robert Havemann 1964

En fait, Havemann voit la dialectique en tant qu'approche scientifique et non comme une théorie. Et finalement, à l'Est comme à l'Ouest, c'est le rejet de la dogmatique matérialiste dialectique d'Etat

En réalité le mariage naturel de la dialectique de Hegel avec la mécanique quantique qui aurait dû avoir lieu, a buté sur un Mur de Berlin symbolique :

*Dialectique sans Dogme ?* est une aide pour en venir à bout.

Traduit en plusieurs langues

		
<b>EDITE</b>	<b>EDITE</b>	<b>EDITE</b>
		
<b>Traduit de l'Allemand par Pascal Serman et Danielle Kellere</b>		
<b>ON SOUHAITE FAIRE EDITER !</b>		

## V LE DEBAT

### QUELQUES QUESTIONS POSEES

- ◀ En dehors de Havemann, y-t-il eu des cas analogues en URSS ?
- ◀ Existe-t-il d'autres philosophies que le matérialisme dialectique qui concernait surtout l'Europe de l'Est, auxquelles les scientifiques ont eu recours ?
- ◀ Havemann était-il plus philosophe que scientifique ?
- ◀ Il existe d'autres interprétations : les multi-univers, les paramètres cachés non-locaux

### MESSAGES RECUS APRES

◀ Cher Jean Pierre,

*Philosophie et Science n'ont effectivement rien à voir. Pour s'en rendre compte, il suffit de constater qu'il n'y a aucun progrès (que l'on puisse formuler clairement) entre Diogène et Nietzsche, pour prendre deux philosophes reconnus ; par contre la Science de Newton est incluse dans la mécanique quantique qui est plus générale. La Philosophie ne s'améliore pas, n'évolue pas, la Science, si ! La Philosophie aide à vivre, la Science aide à comprendre. Par contre la Science n'a aucune prétention à vouloir appréhender l'ensemble de la réalité, c'est une petite lumière au milieu de la nuit. Quant au matérialisme dialectique, si je traduis ceci devient : « méthode de raisonnement pour analyser la réalité à travers un prisme matérialiste ». C'est probablement une assez bonne façon de travailler puisque les expérimentations précèdent en général les théories, mais pas toujours. La pensée est-elle matérielle ? Peut-être ! Mais peut-elle s'observer elle-même ? Par contre, je suis intéressé par M. Havemann et j'aimerais en savoir plus sur lui. Hors festivités, je serais heureux de te voir.*

Cordialement, Jacques SIMON

◀ Bonjour Jean Pierre,

*merci encore de ta conférence. J'avais plus commenté qu'une question : de façon générale il me semble qu'il est souvent assez difficile pour les scientifiques de réussir à mettre en perspective les conséquences de leurs travaux avec des problèmes philosophiques ou sociétales (en particulier pour les sciences dures comme la physique). Aussi l'exemple de Havemann est assez intéressant car ses recherches l'ont conduit à critiquer le régime en présence et proposer une interprétation philosophique de la mécanique quantique. Il y a évidemment d'autres exemples dans l'histoire des sciences de tels engagements. Aussi je me demande s'il existe « certaines conditions » qui vont favoriser de telles connexions ou si au contraire, ces connexions sont toujours possibles et pourraient avoir lieu de façon plus fréquente.*

Benoît

### PREMIERES REPONSES ET COMPLEMENTS

En dehors de Havemann, y-t-il eu des cas analogues en URSS ?

L'historien Jean-Jacques Marie relate :

*« Béria, au début de 1949, a demandé à Kourtchatov (physicien ndr) s'il fallait abandonner la théorie de la relativité et la mécanique quantique au motif qu'elles sont idéalistes. Kourtchatov lui répond que la fabrication de la bombe atomique repose sur la théorie de la relativité et sur la mécanique quantique, et que renoncer à l'une et à l'autre c'est renoncer à la bombe. Staline préfère renoncer à sa dénonciation des physiciens idéalistes plutôt qu'à sa bombe » (Staline, Fayard, p 797, 2001) ? et de citer comme référence A. Sanine dans les Nouvelles de Moscou n°12, 25 mars 1990 ; « Comment la bombe a sauvé les physiciens »*

## Science et Philosophie

Lee Smolin, spécialiste en gravité quantique :

*« Des expériences remarquables ont été réalisées avec les accélérateurs de particules, des observations ont été faites en cosmologie : mais, majoritairement, elles ont toutes servi à confirmer la théorie existante. Il y a eu peu d'avancées, et, parmi elles, aucune dont l'importance et la portée soient comparables à celles faites au cours des deux siècles précédents... Le modèle standard de la physique des particules fut le triomphe d'une façon particulière de faire de la recherche, devenue dominante en physique dans les années 1940. Cette façon est pragmatique... elle favorise la virtuosité du calcul plus que la réflexion sur des problèmes conceptuels difficiles. Cela est très différent de la manière dont Albert Einstein, Niels Bohr, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger et les autres révolutionnaires du début du XXe siècle faisaient de la science. Leurs réussites venaient d'une réflexion approfondie sur les questions les plus fondamentales concernant l'espace, le temps et la matière. Ils considéraient ce qu'ils étaient en train de faire comme partie intégrante d'une tradition philosophique plus générale, avec laquelle ils se sentaient à l'aise... Pour poursuivre les avancées de la science, nous devons à nouveau nous confronter aux questions essentielles sur l'espace et le temps, la théorie quantique et la cosmologie ».*

[*Rien ne va plus en physique ! L'échec de la théorie des cordes.* Publié aux USA en 2006 sous le titre *The trouble with Physics -The Rise of String Theory, the Fall of a Science, and what Comes Next.* Lee Smolin, né en 1955, chercheur américain en physique théorique. Il est spécialiste de la gravité quantique à boucles et considère que la théorie des cordes, en grande vogue aujourd'hui, n'est soutenue par aucune preuve expérimentale.]