

Jean-Louis Destouches: théories de la prévision et individualité¹

Michel Bitbol

Paru dans: *Philosophia Scientiae*, 5: 1-30, 2001

Résumé: J-L. Destouches (1909-1980) a engagé durant les années 1940 une refonte complète du concept de théorie physique. Selon lui, si chaque phénomène expérimental exprime une interaction inanalysable entre le système et l'appareillage, la théorie ne peut plus que fournir des *prévisions* pour un résultat expérimental futur, sous la condition de résultats expérimentaux passés. Selon sa théorie générale des prévisions, la «signification profonde» des fonctions Ψ de la mécanique quantique consiste non pas à décrire la propagation d'ondes à la «réalité» douteuse, mais à traduire formellement la relativité des phénomènes à prédire vis-à-vis de contextes expérimentaux parfois incompatibles. Comme la quantification des grandeurs découle elle-même du formalisme ondulatoire, la plupart des traits distinctifs de la mécanique quantique dérive de la contextualité des événements qu'elle a à prédire.

Telle est la contribution majeure de J.L. Destouches: avoir montré qu'il était facile de rendre la mécanique quantique intelligible en adoptant une attitude *réflexive*, alors que tant d'autres se débattaient dans des difficultés inextricables pour satisfaire au besoin d'intelligibilité de la mécanique quantique dans un cadre *ontologique*.

Abstract: J-L. Destouches (1909-1980) is an early French philosopher of physics, and a student of L. de Broglie. He recasted in the 1940 the very concept of physical theory. According to him, whenever phenomena are inextricably relative to the experimental set-up, a physical theory cannot provide anything beyond a *list of predictions* for a future fact given a relevant class of past facts. In his general mathematical theory of predictions, the Ψ -functions of quantum mechanics do not refer to some "real" waves; they are shown to be nothing but the formal expression of the phenomena's being relative to incompatible experimental contexts. Since the quantization of variables can itself be derived from a wave-mechanical formalism, it becomes clear that the most prominent features of quantum mechanics are a mere consequence of contextuality.

The major contribution of J-L. Destouches is thus his ability to prove, in good agreement with Bohr's epistemological program, that it is quite easy to make sense of quantum mechanics provided a *reflexive* attitude is adopted. By contrast, too many difficulties arise when one tries at any cost to make quantum mechanics intelligible within a purely *ontological* framework.

¹ Une version considérablement raccourcie de cet article est en voie de publication dans le volume *L'épistémologie française*, co-édité par J. Gayon et moi-même, en préparation aux P.U.F. L'article dans la présente version complète a été lu attentivement par Madame Paulette Février, et a bénéficié de ses commentaires avertis et pleins de sympathie. Quelle soit ici chaleureusement remerciée.

Pourquoi l'oeuvre de Jean-Louis Destouches, consacrée aux fondements axiomatiques et philosophiques de la physique de la première moitié du XX^{ème} siècle, et considérable aussi bien en qualité qu'en quantité², ne suscite-t-elle quasiment aucun écho de nos jours? Comment comprendre que seule la publication en 1994 d'un recueil de textes partiellement inédits de J.L. Destouches par CNRS éditions³, sous l'impulsion de son ex-épouse et partenaire intellectuelle Paulette Février, soit venue troubler ce silence?

L'un de mes buts sera ici de montrer que cette attitude d'indifférence est intenable, en essayant de restituer la vigueur et la cohérence de la démarche philosophique de J.L. Destouches. Une démarche qui ne va certes pas sans défauts ou zones d'ombre, mais qui est toujours suffisamment précise pour désigner, à travers ses insuffisances mêmes, des voies d'investigation fécondes. L'autre but que je poursuivrai consistera à insérer chemin faisant la réflexion de J.L. Destouches dans le courant de la philosophie de la physique anglo-saxonne contemporaine, car je pense que l'une des raisons majeures de l'oubli de sa pensée a été l'isolement dans une sphère culturelle et linguistique, la nôtre, qui n'offrait pas l'opportunité d'une confrontation systématique des arguments dans ce domaine.

Je procéderai en deux temps. Le premier moment comportera une brève biographie intellectuelle de J.L. Destouches, par laquelle sera mise en évidence l'étendue et la variété de ses activités de recherche et d'enseignement. Le second moment visera à identifier le centre créateur de sa pensée philosophique, celui dont chacun de ses écrits porte la trace ou constitue un prolongement. Nous verrons que ce centre est de nature méthodologique; il consiste à déplacer toutes les interrogations portant sur une théorie physique particulière vers un niveau méta- ou «épi-» théorique, à partir duquel on puisse discriminer, par comparaison avec des théories virtuelles, la part de nécessité et la part de contingence des traits caractéristiques de chaque théorie existante. Appliquée aux théories quantiques, la méthode «épi-théorique» aboutit à établir un lien indissoluble entre: (a) la critique de l'ontologie pré-comprise de corps matériels dont faisaient encore usage les physiciens classiques, et (b) l'indéterminisme qualifié d'«essentiel» qui est la marque distinctive de la physique microscopique. Appliquée plus largement au rapport qu'entretiennent les deux grandes théories physiques du XX^{ème} siècle (la mécanique quantique et la relativité), la méthode épi-théorique a pour

² Elle comprend quelque 25 ouvrages, dont certains contiennent près de 1000 pages, et plus de 300 articles, communications, et cours ronéotypés.

³ P. Février, H. Barreau, & G. Lochak (eds.), *J.L. Destouches Physicien et philosophe*, CNRS Editions, 1994

conséquence de rendre pratiquement *inévitabile* la critique des discours Ontologiques associés à la physique.

I

Commençons donc par esquisser la carrière d'enseignant-chercheur de J.L. Destouches. Né le 9 décembre 1909, il s'inscrivit à la faculté des sciences de Paris en 1929, à l'âge de 20 ans, après ses années de classes préparatoires. Il suivit en mathématiques les cours dispensés par Maurice Fréchet et Emile Borel, et en physique les cours de Jean Perrin, Marie Curie, Irène et Frédéric Joliot-Curie, ainsi que ceux de Louis de Broglie⁴. Il obtint sa licence en 1930, dans un climat d'exaltation intellectuelle provoqué par l'enseignement de Louis de Broglie sur la mécanique quantique qui venait de naître. L'impulsion décisive qu'il ressentit alors est décrite rétrospectivement dans un article qu'il dédia à Louis de Broglie en 1952 à l'occasion des soixante ans de ce dernier⁵. «J'arrivais à la première leçon professée par M. de Broglie, écrit-il, (...) pour entendre parler pour la première fois de la théorie de la quantification dans la nouvelle mécanique, de la complémentarité de Bohr, et de toutes les conséquences extraordinaires de ces vues nouvelles pour l'avenir de la science. Il y avait bien là de quoi susciter des vocations et de quoi pousser dans la voie de la recherche ceux qui avaient la chance de bénéficier de cet enseignement». Peu de temps avant cette leçon inaugurale, en 1928, de Broglie avait abandonné aussi bien sa théorie de l'onde pilote, suivant laquelle chaque corpuscule est guidé par une onde selon la règle d'un accord de phase, que la version la plus évoluée de son modèle dualiste, appelée «théorie de la double solution»; et il s'était rallié, un peu malgré lui, aux conceptions de Bohr et de Heisenberg. Ce sont donc ces conceptions alors dominantes, couramment appelées «interprétation de Copenhague de la mécanique quantique», qui impressionnèrent le jeune esprit de J.L. Destouches à travers l'expression élégante qu'en proposait son maître. Ce sont elles encore dont Louis de Broglie continuera à se faire le porte-parole depuis son ouvrage *La physique nouvelle et les quanta*⁶ publié en 1936 à l'intention du grand public, jusqu'à son traité sur les relations d'«incertitude» achevé en 1951 mais publié bien plus tard sous la direction de Georges Lochak⁷.

⁴ P. Février, *Notice biographique de J.L. Destouches*, 12 Décembre 1980

⁵ J.L. Destouches, «Retour sur le passé», in: A. George, ed., *Louis de Broglie Physicien et penseur*, Albin-Michel, 1953, p. 68

⁶ L. de Broglie, *La physique nouvelle et les quanta*, Champs-Flammarion, 19

⁷ L. de Broglie, *Les incertitudes d'Heisenberg et l'interprétation probabiliste de la mécanique ondulatoire*, Gauthier-Villars, 1982

En 1932, devenu boursier de recherche, J.L. Destouches demande à Louis de Broglie d'organiser un séminaire spécialisé pour sa poignée d'étudiants les plus avancés. C'est là qu'il est initié aux théories de la superquantification (ou seconde quantification) à laquelle il consacre sa thèse de doctorat ès sciences soutenue en 1933. Il considère dès cette époque que les difficultés encore nombreuses en physique quantique, allant de la théorie des champs à la théorie du noyau atomique, ne trouveront leur solution que dans une «(...) étude critique des fondements des théories quantiques et plus tard de la notion même de théorie physique»⁸. Il prend alors du recul par rapport aux préoccupations immédiates des physiciens de son temps et s'intéresse aux structures générales des théories quantiques. En témoigne son étude de 1934 sur la transposition à la mécanique quantique des grands théorèmes généraux de la mécanique classique sur les systèmes de corpuscules. En témoignent également ses travaux de 1933 à 1935 sur les «espaces abstraits» de Fréchet⁹ et sur leur pertinence pour la physique. Ces espaces se définissent par des ensembles d'éléments appelés «points», et de *relations* entre points. L'espace de Hilbert est traité par J.L. Destouches comme un de leurs cas particuliers les plus intéressants pour la physique quantique¹⁰.

En 1936, J.L. Destouches entre au CNRS en qualité de chargé de recherche, et il est chargé d'un cours au collège de France par la fondation Peccot qui lui avait auparavant décerné un prix pour sa thèse de doctorat ès-sciences. Il commence à ce moment à édifier une théorie générale des corpuscules et systèmes de corpuscules qui implique *deux* réorientations radicales par rapport au mode de théorisation de la physique classique: une refonte en profondeur du concept même de corpuscule, et un déplacement des priorités théoriques consistant à renoncer à la *description* des prédicats d'objets corpusculaires en faveur de la *prévision* des résultats de celles des expériences qui sont supposées porter sur eux. En 1938, il devient docteur ès lettres après avoir soutenu une thèse principale sur la «forme générale des théories physiques» et une thèse complémentaire sur «l'unité des théories physiques». Dans sa thèse principale¹¹, il propose un plan de formation de la théorie physique en trois temps, qui formera l'armature de la plupart de ses ouvrages ultérieurs. Ces trois temps, dont il fournit une analyse détaillée en s'appuyant sur les travaux d'Edouard Le Roy, de

⁸ P. Février, *Notice biographique de J.L. Destouches*, 12 Décembre 1980

⁹ M. Fréchet, *Les espaces abstraits*, Gauthier-Villars, 1928

¹⁰ J.L. Destouches, *Le rôle des espaces abstraits en physique nouvelle*, Hermann, 1935. J.L. Destouches, "Superquantification et mécaniques dans des espaces abstraits", C.R. Acad. Sci., 196, 529-531, 1933, in: P. Février, H. Barreau, & G. Lochak (eds.), *J.L. Destouches Physicien et philosophe*, op. cit. p. 81

¹¹ J.L. Destouches, *Essai sur la forme générale des théories physiques*, Institutul de arte grafice, Cluj (Roumanie), 1938; Voir également le premier volume des *Principes fondamentaux de physique théorique*, Hermann, 1942

Ferdinand Gonseth, et de Gaston Bachelard, sont la «synthèse inductive», la formulation des axiomes, et le déroulement déductif.

La période entre 1937 et 1941 est celle d'une extraordinaire activité productive, qui va aboutir (entre autres) à la publication de deux gros ouvrages sur les fondements de la physique quantique. Le premier, intitulé *Corpuscules et systèmes de corpuscules*, est publié par Gauthier-Villars en 1941; le second, intitulé *Principes fondamentaux de physique théorique* et comprenant trois volumes, est publié par Hermann en 1942. Cette période est aussi celle du début d'un travail en coopération avec un autre chercheur français marquant en philosophie de la physique: Paulette Février.

A partir de 1941, Jean-Louis Destouches entame une double carrière d'enseignant. La première le conduit à enseigner la physique mathématique à la faculté des sciences, d'abord en tant que chargé de cours jusqu'en 1945, puis en tant que maître de conférence jusqu'en 1949-50, et enfin en tant que professeur à partir de 1950. Sa seconde carrière d'enseignant concerne «la logique et la méthodologie des sciences»; elle se déroule à la faculté des lettres de l'Université de Paris où il est chargé de cours entre 1942 et 1948. Par la suite, il est aussi appelé dans diverses institutions françaises et étrangères pour enseigner les applications de sa théorie générale des prévisions en dehors du cadre de la physique théorique où elle avait été formulée initialement (par exemple en économie).

En 1951 se produit une sorte de fracture dans la famille intellectuelle dont fait partie J.L. Destouches. Louis de Broglie vient alors de réactualiser son idée abandonnée en 1927 d'une dualité réelle de l'onde et du corpuscule, en lui donnant l'aspect d'une nouvelle version de sa théorie de la double solution. Cette théorie consiste, comme son nom le suggère, à identifier deux solutions couplées de l'équation d'ondes: l'une est l'onde ψ habituelle de la mécanique quantique, et l'autre, appelée onde u , présente une singularité mathématique censée représenter un corpuscule¹². En 1952, la publication par David Bohm d'une version modernisée de la théorie initiale de l'onde pilote, apte à reproduire la totalité des conséquences expérimentales de la mécanique quantique standard, conforte Louis de Broglie dans sa réorientation.

Mais J.L. Destouches manifeste très tôt son peu d'enthousiasme vis-à-vis de ce tournant; il rédige en 1951 un long article dans lequel il explique les motifs de sa réticence à l'égard de la réorientation de la pensée de de Broglie. L'un des motifs principaux qu'invoque J.L. Destouches doit de nos jours être tenu pour inacceptable. Il s'appuie en effet sur le célèbre théorème de Von Neumann de 1932, que l'on continuait à tort de tenir à

¹² L. de Broglie, Conférence au Palais de la découverte, 16 Octobre 1954, reproduite dans: M.A. Tonnelat, *Louis de Broglie*, Seghers, 1966, p. 111

l'époque, en dépit de sa réfutation confidentielle par Grete Hermann¹³ en 1935, pour un théorème d'*impossibilité* de théories déterministes à variables supplémentaires (ou variables «cachées») aptes à reproduire les prédictions de la mécanique quantique. Mais, anticipant sur les travaux bien connus de Bell et de Kochen et Specker qui datent du milieu des années 1960, J.L. Destouches esquisse aussi un ensemble d'arguments plus convaincants. Il souligne qu'à supposer même qu'une telle théorie à variables supplémentaires puisse voir le jour, elle aurait au moins deux conséquences à ses yeux inacceptables, que l'on appellerait à l'heure actuelle: (1) *le contextualisme* (c'est-à-dire l'influence instantanée exercée sur les hypothétiques propriétés par les conditions expérimentales de leur «mise en évidence») et (2) *l'inaccessibilité principielle à l'expérimentation de la cinématique et de la dynamique sous-jacentes postulées*.

Cet article rédigé en 1951 obtint le soutien de J. Von Neumann et de P. Jordan, mais il se heurta à l'opposition de Louis de Broglie. Il resta donc inédit jusqu'à sa parution dans le recueil publié en 1994 par les éditions du CNRS. Seul un résumé fut publié dans le volume d'hommages à Louis de Broglie de 1952.

L'un des effets de cette divergence entre Louis de Broglie et ses anciens élèves, parmi lesquels J.L. Destouches, fut de susciter la formation d'un nouveau groupe de jeunes chercheurs désireux d'explorer avec lui la voie des théories à variables cachées. Mais J.L. Destouches, bien qu'écarté du courant principal des recherches menées autour de Louis de Broglie, ne cessa pas pour autant de dialoguer avec lui et de s'intéresser à ses recherches. J.L. Destouches entreprit en particulier de démontrer la cohérence du nouveau point de vue broglie en utilisant ses propres méthodes méta-théoriques. Il en vint même à édifier ce qu'il appelait une «théorie fonctionnelle des systèmes de corpuscules»¹⁴, dans laquelle chaque corpuscule est représenté, un peu comme dans la théorie de la double solution de de Broglie, par une fonction u qui obéit à une équation non-linéaire et qui se décompose en autant de sous-fonctions que de valeurs des spectres expérimentalement observables. La seule différence de quelque importance entre les deux théories est d'ordre philosophique, puisque J.L. Destouches substitue à la conception réaliste et substantialiste du corpuscule soutenue par de Broglie une conception phénoméniste et «fonctionnelle». Il montre ainsi qu'on peut être convaincu de l'intérêt *formel* et *heuristique* des travaux des partisans des théories à variables cachées sans nécessairement partager leur désir de retrouver coûte que coûte le climat philosophique pré-critique qui, en dépit de Kant, continuait

¹³ G. Hermann, *Les fondements philosophiques de la mécanique quantique*, présentation et postface de L. Soler, Vrin, 1996

¹⁴ J.L. Destouches & F. Aeschlimann, *Les systèmes de corpuscules en théorie fonctionnelle*, Hermann, 1959

de dominer le discours des physiciens classiques jusqu'au début du XX^{ème} siècle.

Parmi les derniers travaux de J.L. Destouches, vers la fin des années 1970, on trouve une tentative de solution du paradoxe d'Einstein-Podolsky-Rosen dans le cadre de la théorie fonctionnelle des corpuscules¹⁵. Le point de départ de cette tentative consiste à représenter chaque corpuscule non pas par *une* fonction u , mais par *l'ensemble infini* des fonctions u qui sont compatibles avec sa préparation expérimentale. Le raccord avec la mécanique quantique, indispensable pour toute théorie à variables cachées, se trouve effectué en supposant que la fonction ψ d'un corpuscule est la moyenne des fonctions u de l'ensemble qui lui est associé. Par la suite, on admet qu'une interaction entre deux corpuscules sélectionne un sous-ensemble de paires ordonnées de fonctions u . C'est ce sous-ensemble qui pré-détermine la corrélation entre les résultats de mesures effectuées sur les corpuscules en des points séparés par un intervalle du genre espace. L'explication des corrélations EPR consiste donc ici à les reconduire à des *causes communes* datant de la période d'interaction entre les corpuscules. Une telle attribution rétrospective est rendue possible par l'absence de processus de type «réduction du paquet d'ondes» pour les fonctions u , qui rend leur évolution temporellement symétrique. L'explication utilisant la théorie fonctionnelle des corpuscules diffère à cet égard, souligne J.L. Destouches, de l'approche défendue par O. Costa de Beauregard (et plus tard par J.G. Cramer¹⁶). Ces auteurs cherchent aussi à remonter à des causes communes à partir du résultat final des mesures corrélées, mais leur conception étant entièrement cantonnée dans le domaine des ondes ψ (qui, dans l'interprétation standard, sont affectées de processus asymétriques de «réduction»), ils sont conduits à imaginer des influences physiques remontant le cours du temps. La question cruciale de savoir si, à l'instar de toutes celles qui font intervenir des variables cachées locales, cette explication par causes communes viole les inégalités de Bell reste toutefois dans l'ombre.

Jean Louis Destouches meurt le 28 octobre 1980.

II

¹⁵ J.L. Destouches, «Le paradoxe d'Einstein, Podolsky et Rosen et les ondes physiques de Louis de Broglie», Bull. Acad. Roy. de Belgique, série 5, LXV, 1979, 31-42, 1979, in: P. Février, H. Barreau, & G. Lochak (eds.), *J.L. Destouches Physicien et philosophe*, op. cit. p. 249. Voir également: J.L. Destouches, «Using de Broglie's physical waves to solve the Einstein-Podolsky-Rosen Paradox», Il Nuovo Cimento, 58B, 73-85, 1980. Je remercie à ce point un rapporteur anonyme de m'avoir donné de bonnes indications pour rectifier ce bref exposé de la conception du paradoxe EPR que défendait Destouches.

¹⁶ J.G. Cramer, «The transactional interpretation of quantum mechanics», Rev. Mod. Phys., 58, 647-687

Focalisons à présent notre attention sur le travail épistémologique de J.L. Destouches. Et d'abord demandons-nous ce qui l'a incité à s'écarter, lui physicien, du courant principal de la physique en train de se faire, pour adopter un point de vue *philosophique* sur elle. Il explique brièvement sa motivation dans les notes manuscrites du cours qu'il donna à la faculté des lettres en 1943. La science classique telle qu'on la concevait au dix-neuvième siècle, souligne-t-il, s'est édifiée dans un climat éminemment anti-philosophique qui favorisait tantôt un réalisme sommaire extrapolant l'«attitude naturelle» de la vie quotidienne, tantôt un positivisme extrême qui faisait de ce qu'il est convenu d'appeler les «faits» le fondement ultime et le seul objet acceptable de l'activité scientifique. Mais les «difficultés fondamentales» rencontrées au début du vingtième siècle, ont progressivement conduit les physiciens à opérer un retour réflexif sur les objectifs et les méthodes de leur science. J.L. Destouches veut prendre acte de ce changement d'attitude et en tirer toutes les conséquences: «Aujourd'hui, dit-il, pour surmonter les obstacles et poursuivre sa route, la science a besoin de philosophie»¹⁷. Simplement, le type de philosophie requis doit selon lui éviter les excès spéculatifs, rester «étroitement engagé dans les débats de la technique scientifique»¹⁸, et être révisable en fonction des contraintes imposées par une science en voie d'édification, comme le demande Ferdinand Gonseth dans sa position qualifiée d'«idonéiste»¹⁹.

De là découle l'attitude que J.L. Destouches a adoptée de façon constante: suivre de près l'évolution des théories physiques, mais n'y participer qu'au deuxième degré, en cherchant à dégager les règles générales de leur formation, les lois qui régissent leurs relations mutuelles, ou les théorèmes qui valent pour un grand nombre d'entre elles parce qu'ils découlent d'un fond commun d'hypothèses parfois tacites. Selon lui, pour répondre à certaines questions concernant l'universalité d'une caractéristique théorique, il faut s'affranchir de l'auto-limitation du physicien qui «(...) n'envisage jamais d'une manière systématisée un ensemble de théories possibles, ou les conditions générales qui doivent être satisfaites pour toute théorie acceptable (...). (Il faut) s'élever d'un degré dans l'abstraction, d'une manière analogue au passage de la mathématique à la méta-mathématique». En défendant et en pratiquant systématiquement ce genre de raisonnement méta-théorique, il s'inscrivait dans une ligne de pensée inaugurée par J. Von Neumann, et codifiée plus tard, durant les années 1960, par des chercheurs comme John Bell²⁰, Bernard d'Espagnat²¹, et Michael Redhead²².

¹⁷ J.L. Destouches, *Cours de logique et méthodologie des sciences*, Faculté des lettres de Paris, 1943

¹⁸ *ibid.*

¹⁹ J.L. Destouches, «Les thèses fondamentales de l'idonéisme», in: *Etudes de philosophie des sciences en hommage à F. Gonseth*, Bibliothèque scientifique 20, série Dialectica, Editions du Griffon, 1950

²⁰ J.S. Bell, *Speakable and unspeakable in quantum mechanics*, Cambridge University Press, 1987

Elargissant la perspective en surplomb qu'il s'est choisie, J.L. Destouches place l'étude du mode de formation des théories au centre de la philosophie des sciences. Car cette formation n'est pas seulement selon lui un processus historique contingent, que le scientifique peut oublier une fois qu'il a été accompli. Elle conditionne à chaque étape, par sa dynamique même, une part considérable du *contenu* des sciences. Pour peu qu'on en fasse une lecture suffisamment radicale, les révolutions scientifiques du vingtième siècle illustrent bien cette thèse. Rappelons-nous en effet que la chute des certitudes substantialistes et prédicatives de la physique classique, occasionnée par l'avènement de la physique quantique, a manifesté le caractère hypothétique et provisoire de certaines des présuppositions les plus fondamentales qui sous-tendent la connaissance humaine. Tirant les leçons de cette mise en cause des soubassements, toute construction ultérieure devra «(...) être faite en sachant d'avance que l'on n'a et que l'on ne pourra avoir aucune base définitive»²³. Dans cet état épistémique dont l'instabilité a été reconnue, le travail de formation est au moins aussi important que la forme obtenue. «Si aucune connaissance n'est prédicative, écrit J.L. Destouches, le domaine d'application d'un concept ne peut jamais être définitivement clos, le sens de celui-ci ne peut jamais être définitivement fixé, il demeure toujours ouvert et en devenir, suspendu entre un concret dont il est issu et un abstrait toujours en formation»²⁴. En somme, il faut tirer parti des récents bouleversements de la physique pour se rappeler que le concept n'est significatif qu'en tant que moment, toujours fugace, de son processus performativo-symbolique de définition; il faut à l'inverse éviter de s'installer dans l'univers étroit d'une étape paradigmatique, au regard de laquelle le processus de la recherche apparaît comme un moyen indifférent pour parvenir au concept. Tout l'intérêt du méta-théoricien doit à partir de là se porter vers le front évolutif de la constitution des concepts, et non pas vers le résidu temporairement stabilisé qu'il laisse derrière lui.

Or, souligne J.L. Destouches, à la frange mobile entre le concret de la manipulation expérimentale et l'abstraction du processus déductif, se tient l'axiomatique. Non pas une axiomatique déterminée rétrospectivement, une fois fixée la forme canonique et mathématiquement rigoureuse de la théorie, mais une «axiomatique en construction»²⁵, qui fixe le terme provisoire du processus de schématisation dont une théorie va naître. Le problème le plus intéressant que peut se poser l'épistémologue concerne donc les procédés qu'emploie le scientifique, et particulièrement le

²¹ B. d'Espagnat, *Le réel voilé*, Fayard, 1994

²² M. Redhead, *Incompleteness, non-locality, and realism*, Oxford University Press, 1987

²³ J.L. Destouches, *Essai sur la forme générale des théories physiques*, op. cit. p. 1

²⁴ *ibid.*

²⁵ J.L. Destouches, *Essai sur la forme générale des théories physiques*, op. cit. p. 76

physicien, pour parvenir au germe axiomatique de ses théories. Cette famille de procédés est appelée par J.L. Destouches la «synthèse inductive». Mais il prend bien soin en même temps de se démarquer des connotations empiristes du mot et du concept d'induction. «Une opinion très répandue, écrit-il, est que les résultats expérimentaux suffisent pour pouvoir édifier une théorie. Rien n'est plus erroné; (...) tant qu'on n'a pas pu dégager d'idée simple, le matériel expérimental demeure inutilisable»²⁶. La synthèse inductive ne se borne pas à remonter *inductivement* d'un certain nombre de propositions factuelles singulières vers un corps de propositions générales; elle utilise aussi le procédé de la *synthèse* qui fait intervenir dans le processus de remontée du particulier au général, les fragments d'une orientation cognitive antérieure. Comme l'écrit J.L. Destouches, la synthèse inductive est «Synthèse car son but est d'englober dans un même schéma des connaissances disparates; (et elle est) inductive car elle conclut du particulier au général, du partiel au complété, du concret à l'abstrait, (...) de l'assuré au conjectural»²⁷. Si l'on retient cette définition, la synthèse inductive de J.L. Destouches manifeste davantage d'affinité avec l'abduction au sens de Peirce²⁸, cette procédure complexe qui part d'un écart par rapport à ce qui est attendu, qui isole des circonstances expérimentales pertinentes, qui modèle des conjectures et les confronte avec l'écart initial, qu'avec la simple déduction linéaire inversée du syllogisme inductif des *premiers analytiques* d'Aristote²⁹. Mais J.L. Destouches insiste plus encore que Peirce sur la part des connaissances préalables dans la démarche inévitablement tâtonnante du chercheur en train de procéder à la synthèse inductive. Il remarque, en s'appuyant sur les travaux d'Edouard Le Roy, que les concepts scientifiques découpent non pas une réalité brute donnée à notre réceptivité sensible, mais une réalité déjà informée par des concepts communs³⁰. Il ajoute que, lorsque la synthèse inductive concerne une nouvelle théorie à édifier sur un terrain déjà en partie occupé par un réseau théorique ancien, elle «(...) est, par nécessité, *hétérogène*, comprenant des morceaux de théories déductives, des comparaisons avec des théories antérieures, des explications plus ou moins formalisées faisant appel à l'intuition»³¹. Sa seule unité réside dans son objectif: celui de formuler l'axiomatique cohérente d'une théorie encore inconnue.

²⁶ J.L. Destouches, *Physique moderne et philosophie*, Hermann, 1939, p. 77

²⁷ J.L. Destouches, *Physique moderne et philosophie*, Hermann, 1939, p. 62

²⁸ C.S. Peirce, «A neglected argument for the reality of God», in: *Selected writings*, P.P. Wiener (ed.), Dover, 1958, p. 367

²⁹ Aristote, *Organon III, Premiers analytiques II*, 23, Vrin 1971, p. 311

³⁰ J.L. Destouches, *Essai sur la forme générale des théories physiques*, op. cit. p. 17

³¹ *ibid.* p. 86; Voir également J.L. Destouches, *Principes fondamentaux de physique théorique*, Volume I, op. cit.

Complétant sa critique des conceptions les plus communes de la connaissance, J.L. Destouches s'attaque enfin au roc intangible de la démarche scientifique vue à travers une grille de lecture positiviste: *le fait expérimental*. «Nous serions assez tentés d'appeler 'réalité physique' uniquement les résultats de mesure (...)» commence-t-il. Mais il ajoute aussitôt après: «Une telle réalité est loin d'être immédiate et d'être une donnée primitive; elle n'apparaît au contraire qu'après une longue évolution mentale. Ces résultats de mesure ne peuvent prendre une signification qu'une fois édifiée une théorie dans laquelle ils s'incorporent, et l'appareil de mesure lui-même ne se comprend qu'au moyen d'une théorie»³². Une théorie qui, réciproquement, incorpore des relations structurales entre les caractères génériques des appareils. J.L. Destouches proclame ainsi la priorité, désormais bien acceptée en philosophie des sciences, de *l'anticipation* (proto-théorique ou théorique) sur le constat (factuel). Il affirme pour son propre compte la «Theory-ladeness», c'est-à-dire la *charge théorique*, des propositions expérimentales; il s'inscrit dans le droit fil de la critique Popperienne des «énoncés protocolaires», et les remplace aussi à sa manière par des «énoncés de base» relatifs au contexte théorique du discours. Dans sa critique du positivisme encore prégnant à son époque, il se rapproche à bien des égards de l'actuelle «conception sémantique» des théories³³, selon laquelle une théorie n'est jamais confrontée à des données brutes mais à des modèles de données dépendant du modèle global qui lui est associé.

A travers la description générale que propose J.L. Destouches du processus de formation des théories physiques, on est tenté de lire en filigrane un tableau saisissant de l'état des sciences durant la période pré-révolutionnaire du tout début du XX^{ème} siècle; cette période incertaine durant laquelle la confiance dans les théories physiques passées avait progressivement cédé la place au doute, sans qu'une autre théorie consistante soit venue les remplacer. L'époque de la théorie de l'atome de Bohr, entre 1913 et 1924, me semble correspondre très exactement au moment de synthèse inductive dont parle Destouches: des morceaux de théories déductives, mais *seulement* des morceaux car le modèle global utilisé par Bohr n'est pas pleinement consistant; des comparaisons avec des théories antérieures, qui ont pris chez Bohr la forme systématique du principe de correspondance; et enfin des explications mêlant des développements formels fragmentaires à une représentation intuitive prise seulement à moitié au sérieux: celle d'électrons en orbite autour d'un noyau. L'étape de mise en place d'une «axiomatique en construction» sera franchie en 1925-26, par Heisenberg et Schrödinger; et l'étape ultime de

³² *ibid.* p. 92

³³ B. Van Fraassen, *Laws and symmetry*, Oxford University Press, 1989, p. 229; Trad. Fr. C. Chevalley, *Lois et Symétrie*, Vrin, 1995

formalisation axiomatique par Von Neumann en 1932. Une explication possible de la longueur exceptionnelle de la phase de synthèse inductive dans le cas de la mécanique quantique, et des traces encore perceptibles qu'elle a laissée dans les représentations communément véhiculées par les physiciens, est suggérée par J.L. Destouches, dans le prolongement des idées de Bohr: «Du fait qu'un appareil est à notre échelle, il suit que (...) les mesures qu'on peut effectuer avec lui (...) s'interprètent nécessairement dans le langage de la mécanique et de la physique classiques»³⁴. Dans ces conditions, le plan de fonctionnement même des appareillages rend inévitable l'intervention par fragments d'un mode d'anticipation propre aux théories classiques. Cette circonstance rend particulièrement difficile la discrimination entre ce qui revient à l'usage de l'ancien réseau théorique dans la constitution des phénomènes, et ce qui revient aux lois nouvelles auxquelles sont soumis les phénomènes constitués. Rien d'étonnant qu'il ait fallu autant de temps (environ dix ans, entre 1913 et 1923-24) pour tirer toutes les conséquences du fait que «(...) l'intervention des grandeurs de la physique classique par le fait des appareils de mesure *n'implique pas* que les (...) résultats des mesures (...) soient liés par les lois classiques»³⁵.

L'une de ces conséquences est que si, à toute échelle, les grandeurs sont définies par l'indication de leur procédure de mesure décrite en termes classiques, ce n'est qu'à l'échelle *macroscopique* qu'existent *entre* valeurs de ces grandeurs des liaisons fonctionnelles fournies par les lois de la physique classique. Ce n'est qu'à l'échelle macroscopique qu'on peut donc leur attribuer la «signification complète» qu'elles avaient en physique classique. A l'échelle *microscopique*, par contre, cette classe de liaisons légales manque; et par conséquent, en dépit de l'extrapolation de leur définition opératoire, la «signification complète» des grandeurs change du tout au tout. Dès lors, pour J.L. Destouches, la physique quantique a bien pour tâche de construire de nouvelles significations et *de nouveaux concepts*. Il s'écarte en cela de Bohr, qui, mettant davantage l'accent sur la définition opératoire des phénomènes que sur leurs liaisons fonctionnelles, affirmait que les seuls concepts utilisables en physique, y compris en physique quantique, étaient des concepts classiques. Et il se rapproche un peu de Schrödinger, qui, focalisant au contraire son attention sur la forme des nouveaux modes de liaison de type légal au détriment de la définition opératoire des phénomènes, insistait dès 1928 sur la nécessité de forger des concepts entièrement inédits³⁶.

Passons à présent à un deuxième thème de l'oeuvre méta-théorique de J.L. Destouches: celui des relations qu'entretiennent les unes avec les

³⁴ J.L. Destouches, *Essai sur la forme générale des théories physiques*, op. cit. p.97

³⁵ *ibid.*

³⁶ E. Schrödinger, Lettre à Bohr du 5 mai 1928, In: N. Bohr, *Collected works* volume 6, J. Kalckar (ed.), North-Holland, 1985

autres des théories physiques déjà formées. Le constat dont il faut partir est ici celui de la multiplicité des théories physiques utilisées à une époque donnée. Certaines de ces théories sont quantitativement emboîtées en ce sens qu'on peut obtenir par l'une approximativement les mêmes conséquences numériques que par l'autre *dans un sous-domaine bien défini*. C'est le cas, entre autres, de la mécanique quantique et de la mécanique newtonienne, dans le sous-domaine où la valeur de la constante de Planck peut être considérée comme négligeable. D'autres théories ont apparemment des domaines d'application disjoints, et il ne semble même pas possible d'établir le type précédent de relation entre elles. C'est le cas par exemple de la mécanique quantique standard de 1926 et des théories relativistes. Mais la circonstance la plus gênante pour le physicien qui se préoccupe de l'architecture générale de sa science est que les modèles associés aux diverses théories dont il se sert peuvent comporter des représentations mutuellement incompatibles et des propositions mutuellement contradictoires. Durant le premier quart du XX^{ème} siècle, par exemple, la théorie corpusculaire de la lumière proposée par Einstein pour rendre compte du rayonnement du corps noir et de l'effet photo-électrique, apparaissait incompatible dans son mode de représentation et dans ses propositions avec la théorie ondulatoire de l'électromagnétisme qui restait nécessaire pour rendre compte des phénomènes d'interférence.

On ne doit alors pas s'étonner que la réalisation de l'unité des théories ait été et soit encore l'un des projets à la fois les plus difficiles et les plus motivants de la recherche en physique; un projet qui de surcroît s'est souvent révélé fécond parce que les théories unitaires comportent généralement des conséquences testables plus nombreuses que les théories initiales. Pourtant, insiste J.L. Destouches, on n'a aucune raison d'être certain que cette unification soit toujours possible. Il faut en examiner les conditions et considérer jusqu'à nouvel ordre que l'unité de la physique n'est qu'une «croyance»; qu'elle «(...) est affaire de méthode, non de réalité, (qu'elle est) voulue par nous, en nous, pour nous»³⁷. S'il avait emprunté son vocabulaire au Kant de la *Critique de la faculté de juger*, J.L. Destouches aurait dit que l'unité du système des lois de la nature est une perspective seulement régulatrice, subjectivement nécessaire pour notre pouvoir de connaître.

Mais quelles sont donc les conditions de l'unification théorique? Dans un premier temps, J.L. Destouches montre que si deux théories (ou plutôt leurs modèles associés) «(...) sont telles qu'aucune proposition n'a sa négation appartenant à l'autre, il existe une théorie englobante, ayant pour termes primitifs la réunion des termes primitifs et pour (...) axiomes le

³⁷ J.L. Destouches, *Physique moderne et philosophie*, op. cit. p. 63

produit logique de tous les axiomes de la théorie»³⁸. Bien entendu, le cas le plus intéressant n'est pas celui-ci; il est plutôt celui des théories dont les modèles associés comportent des propositions contradictoires. Pour unifier deux théories de ce type, souligne J.L. Destouches, le seul moyen est d'altérer les règles de la logique courante, par exemple en restreignant le champ d'application du produit logique³⁹, comme dans les logiques non-classiques de Hans Reichenbach ou de Paulette Destouches-Février. Or, ces manipulations formelles reviennent, lorsqu'on tire leurs conséquences pragmatiques, à restreindre la validité de chaque proposition à un certain contexte d'énonciation, et à refuser d'attribuer un sens à une proposition si on ne s'est pas assuré auparavant que le contexte dans lequel elle vaut n'implique pas la conjonction de deux ou plusieurs contextes mutuellement incompatibles. En d'autres termes, comme l'écrit J.L. Destouches, «Ces modifications (de la logique) entraînent (...) la complémentarité de Bohr»⁴⁰. L'exemple type en est fourni par la coexistence préalable d'une théorie corpusculaire et d'une théorie ondulatoire du rayonnement électromagnétique, suivie de leur unification dans le cadre d'une théorie, la mécanique quantique, dont le formalisme s'associe à une logique d'arrière-plan non classique, et qui utilise comme principe directeur la contextualité des déterminations ainsi que l'incompatibilité de certains couples de contextes.

Ces conclusions peuvent aussi être obtenues plus directement, sans passer par l'intermédiaire des logiques non-classiques. Supposons que, dans un premier stade de l'investigation scientifique, on soit parvenu à un ensemble de théories et de modèles associés dans lesquelles toutes les déterminations attribuées aux objets peuvent être considérées comme des propriétés intrinsèques, indépendantes du contexte de leur mise en évidence. S'élever à un niveau supérieur d'unification théorique revient à considérer chacune des théories précédentes comme reflétant seulement un *aspect* fragmentaire d'une réalité encore mal cernée. Mais si les modèles associés aux théories comportent des propositions contradictoires, il faut admettre que les «aspects» postulés s'excluent l'un l'autre. La seule manière de comprendre cela est de supposer que l'un des aspects n'apparaît que sous certaines circonstances tandis qu'un autre aspect n'apparaît que sous des circonstances incompatibles avec les premières⁴¹. La théorie unifiée est donc condamnée à thématiser les circonstances ou contextes d'arrière-plan de la recherche expérimentale; elle ne peut plus faire

³⁸ J.L. Destouches, *Physique moderne et philosophie*, op. cit. p. 63; *Essai sur l'unité des théories physiques*, Institutul de arte grafice, Cluj (Roumanie), 1938

³⁹ J.L. Destouches, *Physique moderne et philosophie*, op. cit. p. 64

⁴⁰ *ibid.*

⁴¹ J.L. Destouches, *Principes fondamentaux de physique théorique*, op. cit. Volume 2, p. 470; voir aussi une discussion dans G. Bachelard, *La philosophie du non*, P.U.F., 1973, p. 142

l'économie d'un discours réflexif portant sur les moyens de l'investigation et s'en tenir, comme c'était la règle en physique classique, à un discours portant exclusivement sur son objet.

L'enseignement philosophique que l'on peut tirer de ce raisonnement est considérable. Car il signifie que l'idéal d'unification des théories poussé jusqu'à ses ultimes conséquences a pour effet inévitable le renoncement à un autre idéal: celui de n'inclure dans une théorie scientifique que des propositions valant indépendamment du contexte ou du processus d'acquisition des connaissances, et pouvant donc être considérées comme énonçant des caractéristiques intrinsèques d'objets définis préalablement à toute procédure d'investigation expérimentale.

Malheureusement, J.L. Destouches énonce ces conclusions fortes en utilisant un vocabulaire philosophiquement faible et inapproprié qui n'a pu que favoriser les malentendus. Là où je me suis limité à opposer l'absolu au relatif, l'intrinsèque au contextuel, J.L. Destouches parle d'un passage de l'objectif au subjectif. Il écrit par exemple: «(...) l'unification de deux théories qui se contredisent et sont toutes deux partiellement adéquates a pour conséquence de faire passer certaines propriétés du plan totalement objectif au plan subjectif»⁴². Et il ajoute, pour préciser ce qu'il entend par «subjectif», que les affirmations d'une théorie unifiée comme la mécanique quantique apparaissent «(...) liées aux connaissances acquises par l'observateur»⁴³. Cette insistance sur le caractère «subjectif» des propriétés visées par la mécanique quantique, sur le «principe de subjectivité»⁴⁴, sur l'opposition entre théories subjectivistes et objectivistes, ou sur l'immixtion de l'observateur dans le discours scientifique, faisait partie d'un fond commun de théorie de la connaissance approximative utilisée par les physiciens-philosophes qui se reconnaissaient dans ce qu'on a appelé plus tard (non sans un certain flou géographique et historique) «l'interprétation de Copenhague de la mécanique quantique». La réaction ne s'est pas faite attendre. Comme l'écrit P. Février⁴⁵, celui qui évoquait l'intervention du «sujet observant» en physique autour des années 1950, se heurtait à des critiques ironiques venant aussi bien des physiciens d'esprit moins spéculatif que des philosophes institutionnels. Car, remarquaient à juste titre ces derniers, il n'y a aucune raison de croire que la physique quantique soit davantage soumise à l'arbitraire du sujet individuel que la physique classique. Le résultat a été que le remarquable effort d'analyse méta-théorique et pragmatiquement réflexive inauguré par J.L. Destouches est tombé dans un discrédit que seul son lexique naïvement idéaliste méritait. Il aurait pourtant suffi que l'on regarde de plus près comment J.L.

⁴² *ibid.* p. 469

⁴³ *ibid.*

⁴⁴ J.L. Destouches, *Physique moderne et philosophie*, op. cit.

⁴⁵ P. Février, H. Barreau, & G. Lochak (eds.), *J.L. Destouches Physicien et philosophe*, op. cit. p. 17

Destouches utilisait les vocables dérivés de «subjectif», pour se rendre compte que mis à part quelques glissements verbaux, il ne tendait pas à introduire dans la physique les caractéristiques psychologiques ou anthropologiques du sujet connaissant, mais plutôt son échelle, son projet, ses normes d'exploration instrumentale, et sa capacité de choix entre contextes expérimentaux. En utilisant un système d'oppositions développé par Alexandre Kojève⁴⁶ dans un texte écrit vers 1932 mais resté inédit jusqu'en 1990, J.L. Destouches se référait tout au plus au «sujet physique» et au «sujet gnoséologique», certainement pas au «sujet psychophysologique individuel». La nécessité d'éviter une telle confusion a été perçue par Bohr lui-même à la suite d'un échange de lettres avec le physicien soviétique Vladimir Fock dans les années 1950, qui lui reprochait sa prise de position idéaliste, inacceptable dans un environnement marxiste⁴⁷. Bohr a évité à partir de là d'invoquer l'influence de l'observateur, pour s'en tenir à l'impossibilité de séparer le phénomène des moyens instrumentaux de sa manifestation.

Dans la suite de cet article, j'essaierai donc d'éviter cet écueil à la manière du Bohr des dernières années. Je substituerai «contextualité» à «subjectivité» lorsque l'emploi de ce dernier terme par J.L. Destouches le permet; par exemple quand il appelle «Principe de Subjectivité» la proposition selon laquelle «les résultats de mesures ne peuvent être considérés comme des propriétés intrinsèques des systèmes observés (...) (ils) sont des propriétés du complexe appareil-système, sans qu'on puisse dire quelle est la part du système dans le résultat»⁴⁸. Dans d'autres cas, quand la substitution précédente ne se justifie plus, je préciserai le champ sémantique du mot «subjectivité».

Quelles sont à présent les conséquences de la démarche réflexive de J.L. Destouches? La première est d'ordre architectonique. Puisque la physique traite non pas de prédicats mais de relations qui interviennent entre des systèmes et des observateurs dotés de leur grille de lecture instrumentale et conceptuelle, cette science doit se subdiviser non pas selon la variété des domaines naturels qu'elle explore mais selon la variété de ses modes d'investigation. Ainsi, les deux grandes parties des *Principes fondamentaux de physique théorique* publiés par J.L. Destouches en 1942 sont intitulées *Physique du solitaire* et *Physique collective*. Une lecture superficielle de ces titres, conditionnée par l'idée commune d'une orientation exclusive de la physique vers son objet, pourrait laisser penser que la première partie traite du corpuscule isolé et que la seconde traite des systèmes de corpuscules. Mais il suffit d'ouvrir les volumes correspondants

⁴⁶ A. Kojève, *L'idée du déterminisme*, Le livre de poche, 1990

⁴⁷ M. Jammer, *The philosophy of quantum mechanics*, J. Wiley, 1974

⁴⁸ J.L. Destouches & P. Destouches-Février, «Sur l'interprétation physique de la mécanique ondulatoire», C.R. Acad. Sci., 222, 1087-1089, 1946

pour s'apercevoir qu'il n'en est rien. La *Physique du solitaire* traite de la relation qui s'établit entre l'observateur isolé et des systèmes, à travers une instrumentation; tandis que la *Physique collective* porte sur la coordination des informations obtenues par plusieurs observateurs répartis dans l'espace et dans divers repères en mouvement les uns par rapport aux autres. La *Physique du solitaire* se ramène pour l'essentiel à la mécanique quantique standard, et la *Physique collective* y rajoute la dimension relativiste.

Un deuxième corrélat de l'attitude réflexive de J.L. Destouches porte sur sa conception de la nature même de la théorie physique. Si aucun trait des phénomènes ne rendait intenable la position selon laquelle la recherche expérimentale se contente de révéler les propriétés intrinsèques d'objets pré-existants, la théorie pourrait se donner comme objectif de décrire ces propriétés et leur évolution. Mais à partir du moment où l'on a dû admettre que chaque résultat expérimental exprime une interaction inanalysable et singulière entre le système et l'appareillage, la théorie ne peut plus s'en tenir à sa visée antérieure qu'au prix d'un discours que J.L. Destouches qualifie de «métaphysique» sur des prédicats principiellement inaccessibles⁴⁹. La théorie doit dès lors se contenter de fournir des *prévisions* pour un résultat expérimental futur, sous la condition d'un ou de plusieurs résultats expérimentaux passés. Cet objectif minimal pouvait déjà, du temps de la physique classique, être considéré par certains épistémologues comme l'un des seuls auquel puisse légitimement prétendre la théorie physique; il suffit de se rappeler la position de Pierre Duhem⁵⁰ selon lequel la théorie physique n'a pas à fournir d'explication, mais seulement une représentation, une classification économique, et une anticipation des phénomènes. Mais cette orientation peut se prévaloir de raisons bien plus contraignantes en physique quantique qu'en physique classique.

En premier lieu, le concept même de phénomène a subi une altération décisive entre le discours d'un Pierre Duhem⁵¹ qui parle d'attributs des corps auxquelles la mesure fait simplement correspondre un symbole ordinal, et les réflexions de Bohr et de J.L. Destouches pour lesquels l'opération de mesure est indissolublement *constitutive* du phénomène. Dans cette situation où l'on a affaire à des phénomènes suspendus à la mise en place de leurs conditions de constitution, la *prévision* est une tâche à la fois indispensable et complètement distincte de celle de représentation et de classification qui suppose des phénomènes déjà constitués.

⁴⁹ J.L. Destouches, «Retour sur le passé», in: A. George, ed., *Louis de Broglie Physicien et penseur*, op. cit.

⁵⁰ P. Duhem, *La théorie physique*, Vrin, 1989

⁵¹ *ibid.* p. 159

En second lieu, comme l'a montré Paulette Février⁵² et comme le souligne J.L. Destouches⁵³, une théorie traitant de phénomènes contextuels, et dans laquelle existe au moins une paire de grandeurs incompatibles est «essentiellement indéterministe»; c'est-à-dire que cette théorie ne peut pas être considérée comme décrivant statistiquement des processus déterministes sous-jacents «ayant une signification physique». A ce point, il faut fournir quelques précisions sur le concept de «signification physique» chez J.L. Destouches, car sans cela on risque de se méprendre sur ce qu'il veut dire lorsqu'il affirme que la mécanique quantique est «essentiellement indéterministe». Avoir une signification physique, pour un processus ou pour une variable, signifie selon lui *être accessible expérimentalement, en pratique ou au moins en principe*. Par conséquent, lorsque J.L. Destouches et P. Février énoncent un théorème selon lequel la mécanique quantique ne peut être tenue pour une description statistique d'un processus déterministe sous-jacent, ils ne veulent pas dire qu'il ne peut pas y avoir de théorie déterministe à variables supplémentaires apte à reproduire les prévisions de la mécanique quantique. Ils veulent seulement dire que des théories de ce type auraient leurs variables et/ou leur dynamique sous-jacente mises principiellement à l'abri de tout test expérimental, que leurs variables supplémentaires seraient principiellement «cachées», et qu'elles seraient donc «dénuées de signification physique». Dans le même esprit, un autre théorème de P. Février repris par J.L. Destouches, énonce que «(...) si on cherche à compléter (la mécanique ondulatoire) en faisant intervenir des grandeurs ignorées par elle, mais éventuellement accessibles à l'expérience, (...) on obtiendra une nouvelle structure ayant la même structure que la mécanique ondulatoire et, comme elle, essentiellement incomplétable et indéterministe»⁵⁴. Ici encore, l'expression-clé est «éventuellement accessibles à l'expérience». Le théorème d'incomplétabilité de la mécanique quantique n'exclut pas le succès possible de théories à variables principiellement cachées, mais la façon dont J.L. Destouches l'énonce revient à l'écarter d'emblée au nom de son option *antimétaphysique*. Bien sûr, tous les chercheurs ne partagent pas ce genre d'attitude que J.L. Destouches lui-même rapprochait du positivisme. Cependant, même dans ce cas, on ne peut manquer de remarquer la fragilité de l'affirmation d'un modèle dynamique sous-jacent dont les éléments sont en principe inaccessibles au contrôle expérimental *direct*, lorsque ce modèle a des conséquences expérimentales *indirectes* qui le *sous-déterminent*. Sans suivre J.L. Destouches dans son rejet pur et

⁵² P. Destouches-Février, *La structure des théories physiques*, P.U.F., 1951

⁵³ J.L. Destouches, *Etat actuel de la question du déterminisme en physique*, Conférence du palais de la découverte, 1954

⁵⁴ *ibid.*

simple des théories à variables cachées, on est alors conduit à les tenir en suspicion en raison de leur part irréductible d'arbitraire.

Ceci étant acquis, on doit préciser comment l'«indéterminisme essentiel» se reflète dans la forme même de la théorie quantique. Les théories prédictives déterministes ont pour outil symbolique central ce qu'on appelle une «grandeur d'état», c'est-à-dire «une grandeur telle que si l'on connaît à l'instant t_1 sa valeur on en déduit les valeurs de toutes les grandeurs attachées au système»⁵⁵. Le devenir de cette grandeur d'état étant lui-même déterminé à tout instant par des équations aux dérivées partielles comportant le paramètre temps, on peut connaître à travers elle et à tout instant la valeur de chacune des autres grandeurs. Le formalisme d'une théorie déterministe se résume donc à *décrire* l'évolution de la grandeur d'état considérée comme prédicat fondamental du système physique. Son caractère *descriptif* occupe le devant de la scène, et sa capacité *prédictive* semble n'en être qu'une conséquence. Au contraire, dans une théorie qui doit tenir compte de l'incompatibilité de certains couples de déterminations définies relativement à un contexte instrumental, et qui à cause de cela est affectée à la fois d'un «indéterminisme essentiel» et de l'absence d'une grandeur d'état, l'aspect prédictif parvient au premier plan sous la forme probabiliste, tandis que l'aspect descriptif semble secondaire parce qu'il ne concerne plus que l'évolution de l'outil probabiliste lui-même. Ceci explique que la mécanique quantique doive, de façon plus pressante que les théories classiques, être considérée avant tout comme une variété de ce que J.L. Destouches appelle «les théories de la prévision».

La mauvaise perception de ces contraintes se reflète dans le nom de «vecteur d'état» conféré à l'outil de prévision probabiliste de la mécanique quantique par analogie avec des théories antérieures qui comportaient de véritables *grandeurs* d'état. Elle a conduit à des confusions qui n'ont commencé à être dissipées qu'à partir des années 1980, grâce en particulier au travail de Van Fraassen. Selon ce dernier, en effet, si on veut continuer à utiliser le terme «état» en mécanique quantique, on doit au moins établir une distinction entre l'«état dynamique» qui correspond à l'outil prédictif probabiliste régi par l'équation de Schrödinger, et «l'état de valeurs» qui correspond à des valeurs attribuées à la suite d'une expérience effectuée⁵⁶. L'état dynamique régi par une équation d'évolution, et la grandeur d'état permettant le calcul exact de toutes les valeurs accessibles à l'expérimentation, pouvaient se confondre sans dommage dans le cadre des théories classiques, mais ce n'est plus le cas en physique quantique.

⁵⁵ J.L. Destouches, *Essai sur la forme générale des théories physiques*, op. cit. p. 101

⁵⁶ B. Van Fraassen, *Quantum mechanics, an empiricist view*, Oxford University Press, 1991

J.L. Destouches a donc développé, dès son ouvrage de 1941 *Corpuscules et systèmes de corpuscules*, une «théorie générale de la prévision» des résultats expérimentaux, par rapport à laquelle les configurations théoriques où l'on peut décrire les évolutions déterministes d'une grandeur d'état apparaissent comme un simple cas particulier. Conformément à la critique de la connaissance par prédicats amorcée par Bohr et reprise par J.L. Destouches, la version la plus englobante de la théorie de la prévision concerne en effet non pas des grandeurs considérées comme propriétés intrinsèques des systèmes, mais des phénomènes impliquant de façon indissoluble les systèmes et les appareils de mesure. C'est seulement lorsqu'on se trouve dans une situation au sein de laquelle la mise en oeuvre de ces appareils n'est pas mutuellement incompatible, ou bien lorsque l'incompatibilité est compensable, que la théorie générale de la prévision peut le cas échéant se ramener au calcul de l'évolution d'une grandeur d'état, et qu'elle se réduit alors à son cas particulier classique. D'autre part, ce n'est que dans le cadre neutre de la théorie générale des prévisions que les questions concernant le déterminisme possible, ou l'indéterminisme irréductible, des théories aptes à prédire les mêmes phénomènes que la mécanique quantique peuvent être tranchées. Les théorèmes que j'ai cités précédemment ont été dérivés par Paulette Février en s'appuyant sur le formalisme de la théorie générale de la prévision de J.L. Destouches.

Mais en quoi consiste exactement la théorie générale de la prévision? Son but, explique J.L. Destouches⁵⁷, consiste à exprimer mathématiquement la connaissance que nous procure une mesure initiale effectuée sur un système, de façon à pouvoir calculer à partir de là une anticipation (exacte ou probabiliste) pour le résultat d'une mesure ultérieure effectuée sur le *même* système. En vérité, cet objectif peut être encore élargi si l'on substitue, comme je l'ai fait dans mon livre⁵⁸, la notion de préparation expérimentale due à H. Margenau à celle d'une mesure initiale qui n'a pas toujours été effectuée. Le but d'une théorie générale de la prévision consiste alors à fournir un symbole mathématique exprimant une *opération* de préparation expérimentale, de façon à calculer à partir de là une anticipation pour le résultat des mesures qui pourraient être effectuées à la suite de cette préparation. La référence au système, et la nécessité corrélatrice de s'appuyer sur son identité à travers le temps, peuvent dès lors être évitées. Comme nous le verrons, une telle stratégie de mise entre parenthèse de tout résidu de discours ontologique aurait pu éviter à J.L. Destouches des tensions mal résolues entre sa critique approfondie de la théorie classique, dualiste, de la connaissance, et son

⁵⁷ J.L. Destouches, «La signification physique de la mécanique ondulatoire», dans P. Février, H. Barreau, & G. Lochak (eds.), *J.L. Destouches Physicien et philosophe*, op. cit.

⁵⁸ M. Bitbol, *Mécanique quantique, une introduction philosophique*, Flammarion, 1996

maintien formel d'une opposition entre le sujet physique et la multiplicité d'objets corpusculaires sur lesquels portent les opérations expérimentales. Mais n'allons pas trop vite. Avant d'essayer de clarifier les présuppositions à peine thématiques de la théorie générale de la prévision de J.L. Destouches, décrivons-en brièvement les caractéristiques structurales explicites.

J.L. Destouches montre en premier lieu qu'il est possible d'analyser la procédure de calcul des prévisions en trois étapes. Ces étapes consistent: (1) à traduire les conditions initiales de l'expérience en un élément symbolique initial de prévision, (2) à calculer des éléments symboliques de prévision à un instant quelconque à partir de l'élément initial, et (3) à évaluer les prévisions probabilistes pour un instant donné à partir de l'élément symbolique correspondant à cet instant⁵⁹. En second lieu, il analyse la dernière étape (3), celle de l'évaluation des probabilités proprement dites à partir de l'élément de prévision à l'instant t , en trois moments: (1') la détermination des éléments «de base» de la grandeur qu'on a choisi de mesurer, c'est-à-dire des éléments de prévision qui fourniraient une probabilité 1 pour l'obtention de l'une des valeurs possibles de cette grandeur; (2') la décomposition de l'élément de prévision effectivement obtenu en une superposition linéaire d'éléments de base; et (3') le calcul de la probabilité d'une valeur à partir du coefficient qui, dans la superposition linéaire, multiplie l'élément de base correspondant.

Le temps fort de la série de démonstrations de J.L. Destouches concerne la toute dernière étape (3'), c'est-à-dire le calcul des probabilités à partir des coefficients de la superposition linéaire au moyen de laquelle on développe l'élément de prévision. En 1941, dans son ouvrage fondateur *Corpuscules et systèmes de corpuscules*, J.L. Destouches se contentait de restreindre considérablement la classe des expressions qui pouvaient permettre d'estimer la probabilité à partir des coefficients de la superposition linéaire. Mais en 1946, Paulette Février montrait, en s'appuyant sur une version généralisée du théorème de Pythagore, que lorsqu'un élément de prévision unique doit servir à calculer les probabilités de phénomènes indissociables de contextes instrumentaux parfois incompatibles, une seule expression de la probabilité en fonction de chaque coefficient de la superposition linéaire peut être retenue⁶⁰. Selon cette expression, la probabilité d'une valeur est égale au carré du module du coefficient correspondant de la superposition linéaire. Mais une telle expression correspond exactement à la règle de Born, énoncée dès 1926. Et elle est également isomorphe à la formule de l'intensité d'une composante

⁵⁹ J.L. Destouches, *La mécanique ondulatoire*, Que sais-je n°311, P.U.F., 1981

⁶⁰ P. Destouches-Février, «Signification profonde du principe de décomposition spectrale», C.R. Acad. Sci., 222, 867-868, 1946

chromatique, dans le principe de décomposition spectrale d'une onde. Aussi P. Février et J.L. Destouches pouvaient-ils affirmer qu'ils avaient élucidé la «signification profonde» de ces surprenantes «ondes de probabilité» qui interviennent dans le formalisme de la mécanique quantique. Cette signification consistait non pas à décrire la propagation d'une onde à la «réalité» douteuse dans un espace de configurations, mais à traduire la relativité des phénomènes vis-à-vis de contextes expérimentaux parfois incompatibles. Et comme la quantification des grandeurs découlait elle-même du formalisme ondulatoire, P. Février et J.L. Destouches concluaient que la totalité des traits distinctifs de la mécanique quantique dérivait de cette contextualité des phénomènes et de cette incompatibilité des contextes. Le ton du dernier paragraphe de leur article commun de mai 1946 ne laisse aucun doute sur leur sentiment d'avoir débouché sur une découverte méta-théorique de première importance: «Ainsi, écrivent-ils, disparaît le mystère des quanta: les quanta ont leur origine dans la non-existence d'un monde physique extérieur totalement objectif, indépendant de la façon dont on expérimente sur lui. Il y a eu déplacement de l'objectivité (...) cela suffit à entraîner la quantification et tous les autres caractères des théories quantiques»⁶¹. Il me semble⁶² que nous pouvons toujours aujourd'hui les suivre sur l'essentiel de leurs conclusions, en les appuyant sur d'autres théorèmes apparentés comme celui d'Everett ou celui de Gleason⁶³. Il faut simplement prendre garde à leur usage flottant de concepts comme objectivité, subjectivité, ou existence, et à quelques imprécisions dans l'énoncé des prémisses de leur raisonnement. En particulier, leur insistance presque exclusive sur ce qu'ils appellent la «subjectivité» des phénomènes au détriment d'autres éléments de la démonstration du théorème de décomposition spectrale, comme l'incompatibilité des dispositifs de mesure et l'exigence régulatrice d'utiliser un seul élément de prévision pour une préparation donnée quelle que soit la mesure effectuée à sa suite, a pu créer des malentendus et permettre que leurs remarquables résultats tombent dans un oubli immérité.

Venons-en à présent à la tension évoquée précédemment entre le mode d'expression réaliste que J.L. Destouches continue à utiliser dans sa théorie générale de la prévision, et sa critique serrée, sur un mode réflexif, de ce mode d'expression. En dehors des passages les plus vigoureusement critiques de ses textes, J.L. Destouches continue d'affirmer qu'«un appareil **aA** permet d'effectuer une mesure de la grandeur **A** d'un système **S**», que toute mesure *porte sur* un certain système fait d'un ou plusieurs

⁶¹ J.L. Destouches & P. Destouches-Février, «Sur l'interprétation physique de la mécanique ondulatoire», C.R. Acad. Sci., 222, 1087-1089, 1946

⁶² M. Bitbol, *Mécanique quantique, une introduction philosophique*, op. cit.

⁶³ A.M. Gleason, «Measures on the closed subspaces of a Hilbert Space», Journal of mathematics and mechanics, 6, 885-893, 1957

corpuscules⁶⁴, et que d'autre part les fonctions de probabilité calculables à partir de l'élément de prévision «dépendent du système observé»⁶⁵. Ces phrases laissent entendre qu'il y a un quelque chose, le système de corpuscules, qui est traité comme distinct des procédures expérimentales qui s'exercent sur lui, qui est ce à propos de quoi on fait des prévisions, et qui représente ce sur quoi on mesure les grandeurs. Elles seraient à la rigueur compatibles avec la remarque déjà commentée de J.L. Destouches selon laquelle les valeurs obtenues ne sauraient être attribuées en propre au système, si, indépendamment de ses déterminations, le système «lui-même», en tant qu'élément interagissant avec l'appareil et participant à l'émergence d'un phénomène, pouvait être rendu complètement indépendant de toute procédure instrumentale de définition. Or, justement, ce n'est pas le cas selon J.L. Destouches. La notion de système physique est l'ultime résultante d'un processus opératoire de «morcellement», de «découpage de la réalité indifférentiée»⁶⁶. Un système physique est *relatif* à ce processus opératoire de découpage, et son unité minimale dans le paradigme atomiste, la particule élémentaire, résulte du constat des limites auxquelles on parvient en utilisant une classe maximale de processus de découpage. D'où la définition proposée par J.L. Destouches: «une partie d'un système physique sera dite corpuscule *relativement à certains procédés de morcellement* si elle se montre insécable par rapport à ces procédés»⁶⁷. Ce qu'affirme J.L. Destouches au sujet des propriétés d'un système s'étend par conséquent à la définition même du système: «Nous renonçons à parler de système physique en soi (...) mais nous pourrions parler de système physique observé par un observateur»⁶⁸. Moyennant cette précaution qui consiste à relativiser à la fois les déterminations et la définition du système, en les rapportant respectivement à un contexte expérimental de mesure et à un contexte expérimental de morcellement, J.L. Destouches se croit autorisé à éviter une réforme en profondeur du mode habituel d'expression des physiciens, inspiré de l'«attitude naturelle»: «Il nous sera possible, écrit-il, de conserver un langage presque réaliste pour parler des systèmes physiques et des parties de ces systèmes, seulement nous savons que ce langage n'a plus une valeur absolue, «en soi», mais est relatif à un observateur»⁶⁹. En vérité, les choses sont un peu plus compliquées que ne les présente J.L. Destouches dans cette phrase. Si l'on ne perd pas de vue l'enseignement de la philosophie critique, le problème n'est pas de savoir s'il existe ou s'il n'existe pas des systèmes

⁶⁴ P. Février, H. Barreau, & G. Lochak (eds.), *J.L. Destouches Physicien et philosophe*, op. cit. p. 191

⁶⁵ J.L. Destouches, *La mécanique ondulatoire*, op. cit. p. 75

⁶⁶ J.L. Destouches, *Principes fondamentaux de physique théorique*, op. cit. Volume 2, p. 176

⁶⁷ *ibid.* p. 179

⁶⁸ *ibid.* p. 176

⁶⁹ *ibid.* p. 177

physiques «en soi», mais seulement de savoir si l'ordre des phénomènes est tel qu'il permet de s'exprimer *comme si* ils reflétaient le comportement de systèmes physiques ayant des déterminations et une identité en propre. Or, à cette dernière formulation du problème, J.L. Destouches répond sans ambiguïté par une double négative. D'une part, comme on l'a vu, l'ordre des phénomènes relatifs à des contextes parfois incompatibles ne permet pas de s'exprimer comme s'ils traduisaient des déterminations intrinsèques. D'autre part, ainsi que le souligne J.L. Destouches, le concept de système physique requiert non seulement l'aboutissement d'une procédure de morcellement, mais aussi la *permanence* des produits du morcellement⁷⁰ permettant leur *réidentification*. Mais il se trouve que, selon lui, cette permanence, loin d'être assurée en toutes circonstances, dépend des conditions expérimentales⁷¹. Plus grave encore, en l'absence d'un critère de permanence des produits du morcellement, initial, comme la continuité de leur trajectoire⁷², il n'est même plus possible d'assurer leur discernabilité. Et des objets indiscernables, remarque J.L. Destouches ne sont plus ordonnables⁷³, ni même dénombrables, puisque la procédure de dénombrement suppose l'incrémentation itérative d'un nombre ordinal lors de chaque acte de mise à part d'un objet discerné des autres. Ce n'est en fait que dans le cas particulier où tous les corpuscules d'un ensemble appartiennent à des espèces différentes les unes des autres, définies par des «grandeurs univalentes»⁷⁴ comme la masse et la charge, qu'il reste toujours possible de les discerner.

Dès lors, les entités que J.L. Destouches continue d'appeler des «ensembles de corpuscules», y compris lorsque les corpuscules appartiennent à la même espèce, acquièrent des caractéristiques surprenantes qui les éloignent considérablement des objets de la théorie standard des ensembles. En effet, précise-t-il, «à un ensemble d'éléments physiques de même espèce on peut attribuer un nombre cardinal, mais on ne peut établir aucune relation d'ordre entre les éléments; la notion de nombre ordinal n'a dans ce cas aucune signification physique»⁷⁵. Les implications de cette dissociation entre nombre cardinal et nombre ordinal sont considérables. Elle traduit en termes d'altération du concept de nombre de corpuscules l'absence d'un critère d'identité permanente pour chaque corpuscule. De même qu'un corpuscule ne se définit que relativement à une procédure de découpage ou de morcellement maximale, sans possibilité en général de garantir l'identité permanente de chaque

⁷⁰ *ibid.*

⁷¹ *ibid.* p. 187

⁷² *ibid.* p. 239

⁷³ *ibid.* p. 281; voir aussi, sur tous ces points, le chapitre I de *Corpuscules et systèmes de corpuscules*, *op. cit.*

⁷⁴ *ibid.* p. 222

⁷⁵ *ibid.* p. 180

élément résultant du découpage, le nombre cardinal d'un ensemble de corpuscules est relatif à une procédure de découpage, sans possibilité en général d'en tester à tout instant la valeur par un dénombrement ordinal indépendant d'une procédure de ce type⁷⁶. Les critères ordinaux de l'attribution d'une propriété «nombre» à un ensemble de corpuscules ne sont en définitive pas davantage remplis que les critères phénoménaux de l'attribution de propriétés dynamiques à chaque corpuscule. Le nombre cardinal d'un ensemble de corpuscules, dirait-on de nos jours en s'appuyant sur le formalisme de la théorie quantique des champs, n'est rien de plus qu'une *Observable*, dont la valeur expérimentale peut fluctuer pour cet ensemble au gré de ce qu'il est convenu d'appeler des processus de *création et d'annihilation*. J.L. Destouches reconnaît tout cela; il considère les processus de création et d'annihilation comme autant d'arguments supplémentaires, aux côtés de la contextualité des déterminations, en faveur d'un remaniement important du concept d'objet en physique microscopique. Et il écrit alors «les corpuscules élémentaires, s'il y a indiscernabilité, n'ont qu'une partie des propriétés des objets usuels (...): c'est pourquoi nous leur avons donné le nom d'objets affaiblis»⁷⁷. Mais, en dépit de sa parfaite perception des difficultés qui entravent le bon fonctionnement du discours superficiellement réaliste que les physiciens associent aux développements du formalisme quantique, J.L. Destouches n'a peut-être pas pris la pleine mesure de la radicalité des refontes qu'imposent ces difficultés. Des chercheurs contemporains, confrontés au même constat concernant la dissociation des ordinaux et des cardinaux, en ont déduit que l'axiomatique de la théorie standard des ensembles ne pouvait s'appliquer aux particules élémentaires, que l'axiome d'extensionnalité devait en particulier être abandonné, et qu'on n'avait par conséquent plus affaire à des ensembles mais seulement à ce qu'ils ont appelé des *quasi-ensembles*⁷⁸. Par ailleurs, le même constat concernant l'indiscernabilité ne les a pas conduit à considérer qu'on avait encore affaire à des objets corpusculaires affaiblis dont certains ensembles forment des espèces, mais que les vrais objets de la physique quantique sont les *sortes* ou les *espèces* elles-mêmes, auxquelles on associe, pour sacrifier à la structure logique de la langue et des procédures

⁷⁶ Une série de traces dans une chambre à bulles peut certes être considérée comme un moyen de déterminer, par dénombrement, un ensemble de particules. Il ne faut pas cependant pas oublier que l'interaction du rayonnement avec le milieu gazeux de la chambre à bulles revient à le soumettre à une procédure de découpage. Ce qui est dénombré, ce ne sont pas «les particules» mais les résultantes macroscopiques (les bulles) de la procédure de découpage; et d'autre part cette évaluation n'intervient pas à tout instant, mais à chaque moment de production d'une bulle.

⁷⁷ J.L. Destouches, *Principes fondamentaux de physique théorique*, op. cit. Volume 2, p. 282

⁷⁸ Ces chercheurs sont en particulier D. Krause, M. L. Dalla Chiara, et G. Toraldo di Francia, voir M. Bitbol, *Mécanique quantique, une introduction philosophique*, op. cit., p. 338

d'instanciation, des formes vides d'individus qu'on appelle des «particules».

On ne peut donc s'affranchir de l'impression (toujours facile, il est vrai, avec le recul du temps) que J.L. Destouches a manqué d'audace lorsqu'il a tiré les enseignements ontologiques de son analyse critique, pourtant remarquablement raffinée. La raison de cette relative timidité est sans doute à chercher du côté de la persistance chez lui du vocabulaire et des catégories de la théorie dualiste de la connaissance. J. L. Destouches continue à opposer systématiquement, dans tous ses écrits, l'«en soi» de l'objet à notre subjectivité. Il repousse le concept formel d'un système possédant des déterminations en propre mais le remplace par une entité hybride qui est le système-tel-qu'il-apparaît-à-l'observateur (avec un nombre approprié de traits d'union). En cela, et par sa référence insistante au «subjectivisme» de la nouvelle physique, il se rend coupable du même genre de concession au réalisme naïf que celle d'un philosophe sceptique qui affirmerait que nous sommes irrémédiablement séparés de l'être en soi et limités à l'être pour le sujet, et qui laisserait ainsi inquestionnée la pertinence même de l'opposition entre ce qui *est* et ce qui nous en apparaît. Comme le remarque M. Merleau-Ponty dans les remarques brèves mais pertinentes qu'il consacre à la mécanique quantique dans *Le visible et l'invisible*, on devrait «(...) non pas faire passer toutes les vérités de la physique du côté du 'subjectif', ce qui maintiendrait les droits à l'idée d'une 'objectivité' inaccessible, mais contester le principe même de ce clivage»⁷⁹. Une fois le principe du clivage contesté, on pourrait procéder à une inversion complète de la problématique gnoséologique dont J.L. Destouches reste tributaire: il ne s'agirait plus de manipuler le résidu affaibli d'une polarité sujet connaissant / objet transcendant considérée comme première, mais de s'interroger sur la possibilité de renouveler l'acte d'objectivation que présuppose notre action et notre parole quotidiennes, cette fois à partir du plan immanent des phénomènes qu'ordonne la mécanique quantique plutôt que de celui des perceptions.

S'il est vrai, comme nous venons de le voir, que J.L. Destouches est resté insuffisamment radical dans l'énoncé de la portée des différents moments de la révolution quantique, il est cependant allé plus loin que la plupart des autres épistémologues, y compris contemporains, lorsqu'il s'est agi d'établir une *relation* entre ces moments. Il a en effet montré de façon convaincante qu'il n'y a pas moyen de toucher à l'un des éléments de l'édifice classique sans faire tomber par contre-coup la plupart des autres. En cela, il s'accorde avec Cassirer⁸⁰ et Kojève, selon lesquels il est parfaitement artificiel d'isoler l'une des remises en cause suscitées par

⁷⁹ M. Merleau-Ponty, *Le visible et l'invisible*, Gallimard, 1964, p. 33

⁸⁰ E. Cassirer, *Determinism and indeterminism in modern physics*, Yale University Press, 1956; A. Kojève, *L'idée du déterminisme*, op. cit.

l'avènement de la mécanique quantique, comme par exemple celle du déterminisme, et d'insister exclusivement sur elle. Car au fond, la crise du déterminisme est indissociable de beaucoup d'autres crises qui ne sont restées provisoirement moins apparentes qu'en raison de la stratégie de sauvetage raisonné ou implicite de lambeaux de pensée classique qu'ont adoptée les physiciens. Kojève insiste sur la crise associée de l'absolutisation des déterminations d'objet, et Cassirer écrit que, selon lui «le problème essentiel posé par la mécanique quantique (...) porte surtout non pas sur la catégorie de cause et d'effet, mais sur la catégorie de chose et d'attribut»⁸¹. Mais J.L. Destouches va encore plus loin que ces deux auteurs en liant tous les temps forts de la crise épistémologique provoquée par la physique quantique dans un réseau fortement articulé. Il montre⁸² la solidarité et l'interconvertibilité partielle d'au moins quatre traits inédits associés à la mécanique quantique: (1) l'indéterminisme «essentiel» et les relations d'incertitude, (2) le remplacement d'une mécanique ponctuelle par une mécanique ondulatoire associée à la règle probabiliste de Born, (3) L'indiscernabilité des corpuscules, et (4) ce qu'il appelle le «principe de subjectivité», c'est-à-dire l'inséparabilité entre les phénomènes et leur contexte expérimental de manifestation, associée au caractère mutuellement exclusif de ces contextes. La voie suivie par la plupart des physiciens consistait à prendre la mécanique ondulatoire associée à la règle de Born pour point de départ, puis à en dériver les relations d'«incertitude», le caractère non-simultanément mesurable des grandeurs, la quantification, et l'indiscernabilité des corpuscules. Mais, ainsi qu'on l'a vu précédemment, il est possible de partir à l'inverse du «principe de subjectivité» au sens faible, contextuel, de J.L. Destouches, puis de dériver à partir de là et de quelques hypothèses auxiliaires, la quantification, l'indéterminisme «essentiel», et un principe de décomposition spectrale isomorphe à celui des ondes. S'appuyant sur des résultats obtenus en 1939 par P. Février, J.L. Destouches signale enfin qu'il est également possible de prendre comme hypothèse de départ l'indiscernabilité des corpuscules, puis d'en dériver l'indéterminisme «essentiel», le «principe de subjectivité», et une expression des relations d'«incertitude» où seule la valeur de la constante de Planck reste à fixer empiriquement. C'est ce lien réciproque établi entre indiscernabilité d'une part, indéterminisme et principe de subjectivité motivant l'assimilation de la mécanique quantique à une théorie des prévisions d'autre part, qui a motivé le sous-titre de cet article: *théories de la prévision et individualité*.

Au total, même si le détail des dérivations de J.L. Destouches reste à préciser, même si plusieurs hypothèses parfois tacites de ses raisonnements

⁸¹ E. Cassirer, *Determinism and indeterminism in modern physics*, op. cit. p. 188

⁸² J.L. Destouches, *Principes fondamentaux de physique théorique*, op. cit. Volume 2, p. 472 suiv.

restent à expliciter et à justifier, le résultat de son travail devrait désormais être pris en compte dans toute appréciation du contenu de la révolution scientifique en laquelle a consisté la mécanique quantique. La physique classique pouvait reposer sur la triade constituée d'une objectivité pré-constituée, d'objets individuels de type «corps matériels» porteurs de prédicats intrinsèques, et de lois déterministes régissant l'évolution des prédicats spatio-cinématiques de ces objets. Or, ce que J.L. Destouches souligne, c'est qu'à moins d'adopter une stratégie méthodologiquement désespérée mettant en oeuvre des prédicats principiellement inaccessibles au contrôle expérimental, la révolution quantique n'a aucune chance d'être limitée à la mise en cause de l'un des éléments de la triade, par exemple l'élément légal. Une fois ce dernier élément soumis à la refonte, les autres ne sauraient rester intouchés. Non seulement les objets de la physique quantique ne peuvent pas être considérés comme les mêmes que ceux de la physique classique, mais la relative sécurité d'une objectivité pré-comprise doit être abandonnée au profit de la mise au jour d'une oeuvre d'objectivation et de la prise de conscience de son caractère à jamais précaire, partiel, et inachevé.