

Rougier et la physique

Jan Lacki

Université de Genève
Centre Romand LHPS

1 Introduction

Un examen des écrits de Louis Rougier consacrés à la physique conduit à s'interroger sur le rôle que cette science a pu jouer dans l'économie générale de sa pensée. Au-delà d'une simple curiosité qui ne nous surprendrait guère de la part d'un homme à la culture si vaste, on décèle rapidement que son intérêt est sous-tendu par des visées plus systématiques. Rougier s'intéressa en effet à la physique de son temps pour y chercher des arguments justifiant ses vues épistémologiques ou méthodologiques. Il fut un commentateur *engagé* de la science, et ses écrits manifestent une claire volonté programmatique. Celle-ci reflète tout l'engagement de Rougier dans le courant empiriste logique qui a été déterminant pour façonner son rapport à la science, et à la physique en particulier. Cet engagement a directement déterminé ses prises de position face aux théories de son temps, a motivé ses louanges et a nourri ses critiques. Il lui a donné les moyens d'une grande perspicacité et lucidité, mais l'a aussi parfois quelque peu aveuglé lorsqu'il se laissa emporter, au nom de sa doctrine, par des schématisations trop générales. Mais même dans ces excès, il se montra le digne représentant d'un courant qui vit une grande partie de ses idéaux s'effondrer sous le poids de leur propre ambition. Pour comprendre le rapport de Rougier à la physique, il faut donc commencer par rappeler les traits caractéristiques de son empirisme logique. Précisons toutefois que maints thèmes caractéristiques de ce mouvement sont en fait déjà présents dans les écrits de Rougier avant qu'il ne prenne connaissance des idées de ses collègues viennois et berlinois. Ces idées, plutôt que de lui fournir des nouveaux objectifs philosophiques, lui ont surtout fourni des outils critiques plus tranchants.

Faut-il donc penser que Rougier ne considéra la physique que comme un terrain où puiser ses munitions philosophiques ? Il semble difficile de le croire quand on découvre la minutie et l'étendue des connaissances scientifiques qu'il manifeste dans ses écrits. Ses longues analyses en profondeur plaident en faveur d'un homme authentiquement passionné par la science. Ce premier constat demande cependant à être affinée. Une confrontation des écrits de Rougier avant et après la guerre montre une différence notable dans sa stratégie d'exploitation des résultats de la science. Dans la deuxième partie de cette étude, je montrerai comment les convictions philosophiques de Rougier ont dirigé son attention tour à tour sur des aspects différents des mêmes théories, reflétant ainsi l'évolution de sa pensée. Les analyses très techniques des certaines théories physiques que l'on trouve dans ses écrits d'après-guerre, en particulier dans son *Traité de la connaissance* de 1955, ne sont pas que les fruits d'une familiarité accrue avec le sujet. Rougier possède, depuis les années trente déjà, un agenda philosophique définitif en ce qui concerne la philosophie scientifique, et ce qu'il cherche désormais dans la relativité ou encore dans la théorie quantique dépasse le cadre d'une simple critique du kantisme ou du déterminisme. En s'intéressant de plus près aux aspects formels de ces théories, Rougier cherche des armes nouvelles contre les derniers bastions de l'*a priori*, en particulier ceux de la logique.

Cette aptitude à descendre dans les tréfonds les plus formels des théories à laquelle l'amènèrent ses batailles philosophiques suscite des interrogations. Quels furent les sources et surtout les guides de Rougier dans ces domaines où il manquait de formation ? La dernière partie de mon texte tentera de montrer ce que les positions de Rougier, en particulier celles relatives aux enseignements à tirer de la théorie quantique, doivent à deux importants acteurs français du débat sur les fondements de la physique, Jean-Louis Destouches et Paulette Février. La filiation intellectuelle qui lie Rougier à ces deux physiciens de l'école de Broglie viendra s'ajouter aux autres motivations qui nous font aujourd'hui redécouvrir leur œuvre.

2 La philosophie des sciences de Rougier

Interrogeons-nous tout d'abord sur ce qui constitue pour Rougier l'objet et la légitimité de la physique. Nous retrouverons à cette occasion des thèses caractéristiques de l'empirisme logique, mais sans que ici et là l'originalité des conceptions propres de Rougier ne manque de se manifester, ceci d'autant plus que certaines d'entre elles datent

d'avant sa rencontre avec les empiristes logiques viennois et allemands. Les conceptions de Rougier trahissent encore d'autres influences, celles en particulier de personnages incontournables de la pensée épistémologique française, Bernard, Poincaré et Duhem. Il reviendra à une autre étude d'examiner comment, en la personne de Rougier, le terreau positiviste français fut ensemencé par les thèses logicistes venues de l'Est.

J'ai choisi plus bas d'exposer les positions de Rougier en me basant sur l'un de ses derniers ouvrages, *Théorie de la connaissance* [Rougier 1955a], qui, de la déclaration même de son auteur, continue et développe le travail philosophique entamé bien plus tôt avec *La structure des théories déductives* [Rougier 1921a]. Cet ouvrage est ainsi censé fournir « la justification épistémologique et logique » (voir l'*Avertissement*) de ses deux ouvrages précédents, *Les paralogismes du Rationalisme* [Rougier 1920b], et *Scolastique et Thomisme* [Rougier 1925a]. Pendant le laps de temps qui sépare ses premiers ouvrages du *Traité*, Rougier rencontre le cercle de Vienne, et suit son évolution. Mon compte rendu n'a pas l'ambition de retracer le cours de la pensée de Rougier depuis ses origines, mais de rapporter l'état d'une réflexion qui, à ses yeux, avait atteint un stade abouti.

Encore une précision : les références aux thèses de l'empirisme logique que l'on trouvera plus bas ne tiennent pas compte, la plupart du temps, de toutes les nuances et des débats internes de ce mouvement qui, comme on le sait, fut loin de représenter un bloc monolithique de positions uniformes. Cette schématisation des positions des représentants du cercle de Vienne et des leurs partenaires sert en effet le but de dégager le plus rapidement possible les traits caractéristiques de la philosophie de Rougier, en offrant un cadre général, avant que l'on ne tente d'examiner plus en détail les possibles points de divergence.

2.1 Le *Traité*, vue d'ensemble

L'enseignement principal que Rougier tire de la science est qu'elle a su la première rompre avec les différentes prétentions à une connaissance *a priori*, celles du rationalisme cartésien, puis de l'apriorisme kantien, et qu'elle montre ainsi la voie pour ériger une véritable théorie de la connaissance que la philosophie se doit de suivre. Le *Traité de la connaissance* prend spécifiquement acte de la révolution profonde opérée, au cours des XIX^e et XX^e siècles, par les avancées obtenues dans les mathématiques et la physique. Epaulées par l'analyse du langage et de la logique, elles ont abouti, selon Rougier,

à [...] la ruine totale de la croyance en l'existence de vérités synthétiques *a priori*, inconditionnellement nécessaires, indépendantes de toute l'expérience, que nous saisirions par une faculté *sui generis*, la raison, distincte de l'entendement empirique (p. 11).

Les développements des sciences de la nature ont eu ainsi raison de « l'apriorisme épistémologique » représenté par le criticisme, et qui avait succédé à « l'apriorisme transcendantal » du rationalisme de l'époque moderne. Il a fallu cet apport décisif de la science contemporaine sans lequel les « bastilles du rationalisme que la science des Anciens et celle des Modernes avaient contribué à édifier » (p. 13) ne seraient pas tombées, même si soumises depuis longtemps à la critique des sceptiques et des empiristes. Du côté des mathématiques d'abord, on a assisté à l'émergence des théories alternatives, « géométries non-euclidiennes, arithmétiques non-pythagoriciennes, algèbres non-commutatives, logiques non-aristotéliennes », qui ont montré que :

la logique et les mathématiques classiques ne sont qu'un cas particulier de théories beaucoup plus abstraites et générales, qui ne sont pas « découvertes » mais « construites », et que rien ne vient limiter le pouvoir discrétionnaire que possède notre esprit de créer des symboles, de les combiner en formules et de transformer ces formules en d'autres équivalentes, sous la seule obligation de respecter les propres conventions qu'il a posées (p. 13).

Ce « pouvoir discrétionnaire de notre esprit » s'exerce à travers le recours aux théories déductives comprises comme des systèmes hypothético-déductifs n'impliquant rien d'autre qu'un système cohérent de notions premières, et des règles de déduction. La réussite de la construction ne dépend en rien d'une quelconque nécessité *a priori* puisque :

L'évidence des principes n'intervient pas dans les démonstrations et la déduction n'a d'autre office que d'établir la dépendance logique entre les propositions admises comme premières et d'autres propositions qui en sont les conséquences plus ou moins éloignées. [...] Ce ne sont ni les axiomes ni les théorèmes qui sont nécessaires : c'est le lien logique qui manifeste leur interdépendance (*ibid.*).

Seules les relations prescrites aux termes des notions premières sont significatives, et toute situation où elles sont réalisées constitue un modèle de la théorie :

Ces relations et ces opérations logiques constituent en quelque sorte la définition implicite des symboles de la théorie. Une théorie déductive à laquelle on a fait subir un tel traitement est dite « formalisée ». C'est un barème de déductions toutes faites, un moule à théories concrètes susceptibles de s'appliquer aux matières les plus diverses, moyennant une interprétation convenable des symboles non-définis qui y figurent. Les entités mathématiques, les grandeurs physiques, les objets concrets qu'on leur fait correspondre biunivoquement, et qui en constituent autant de modèles ou d'illustrations, sont uniquement astreints à respecter entre eux les mêmes rapports logiques que ceux énoncés entre les symboles du système formel qu'on leur applique (p. 14).

Les sciences de la nature n'ont pas été en reste dans le renversement des idées anciennes. L'esprit humain y a aussi affirmé sa liberté de concevoir en s'affranchissant des notions anciennes : à travers l'avènement « des cinématiques non-cartésiennes, des dynamiques non-newtonniennes, des statistiques non-boltzmanniennes », de la théorie des champs, de la théorie de la relativité, et de la mécanique quantique, on a pu rejeter « les natures simples' de l'Univers », et « les catégories fondamentales de notre esprit, celles d'espace et de temps absolus, de corps solides, d'objets individualisables ». Les théories physiques nouvelles, qui rejettent aussi bien les principes *a priori* cartésiens que les causes finales leibniziennes, ne sont que « des schèmes commodes, propres à coordonner économiquement nos constatations empiriques et à en suggérer de nouvelles. Elles ne sont jamais définitives ni univoques » (p. 16).

Pour Rougier, la critique des sources *a priori* de la connaissance opérée par les sciences a eu pour effet de redéfinir totalement le rapport entre la vérité formelle et la vérité empirique d'antan. La vérité formelle ne correspond plus à la notion d'évidence mais à la cohérence logique des conventions posées librement, et à la nature tautologique des transformations autorisées par les règles de déduction. La vérité empirique des propositions consiste par contre dans l'accord entre les constatations attendues et « les constatations vécues en vertu des règles de correspondance des notions qui y figurent avec un donné » (p. 17).

Rougier distingue dès lors deux sortes de connaissances : les sciences formelles qui s'expriment dans un langage formel et ne comportent aucun contenu, et les « sciences du réel » qui s'appliquent à une matière et sont exprimées dans un langage objectif. Celui-ci admet, en plus d'une syntaxe, une sémantique, assurée par les règles de correspondance entre ses termes et un donné de référence (*ibid.*).

Mis à part les propositions formelles et les propositions empiriques des sciences formelles et des sciences du réel (empiriques), Rougier, en digne représentant de l'empirisme logique, distingue encore les « pseudo-propositions » qui, bien qu'énonçables dans les langues ordinaires, s'avèrent en fait vides de sens : elles peuvent être soit « logiquement inconstructibles », soit « impensables empiriquement » :

Dans le premier cas, elles résultent de l'écart entre la syntaxe grammaticale d'une langue courante et la syntaxe logique ; dans le second cas, elles résultent ou bien de l'absence de tout donné réel qui leur corresponde, ou bien de l'impossibilité de concevoir une méthode susceptible de vérifier ou d'infirmer leur accord avec ce donné. [...] Dans le premier cas, elles n'ont pas de sens logique ; dans le second cas, elles n'ont pas de sens empirique (*ibid.*).

Les trois livres du *Traité de la connaissance* proposent une analyse détaillée de ces différents types de propositions et de pseudo-propositions. Le livre II, consacré aux énoncés empiriques, s'ouvre sur une distinction entre les mathématiques et les sciences du réel. Les premières ne s'occupent que de la forme des propositions, alors que les secondes prennent en compte le contenu des propositions en s'attachant à en examiner l'accord avec un donné préalablement choisi. Les mathématiques ont encore pour objet d'établir « des propositions formellement vraies en réponse à des questions concernant ce qui est possible logiquement » (p. 179), alors que les sciences du réel établissent « des propositions catégoriques, en réponse à des questions concernant le monde tel qu'il est » (*ibid.*).¹ Les mathématiques et les sciences du réel n'épuisent pas l'ensemble des disciplines scientifiques. En effet :

[...] on peut se placer à un degré supérieur d'abstraction, où l'on traite le langage scientifique comme une matière dont on se propose de faire l'analyse logique [...] Pierre Duhem, P. W. Bridgman, J.-L. Destouches, prenant les théories physiques comme matière, ont créé ce que congrûment on devrait appeler la métaphysique ou théorie des théories physiques. On peut réserver à cette science de la science le nom d'*Analyse logique*. Elle ne figure pas parmi les sciences du réel. Elle constitue ce que l'école de Vienne appelle proprement la philosophie (p. 180).

¹Signalons que les sciences du réel recouvrent pour Rougier l'union des sciences de la nature et des sciences morales et politiques : Rougier cite les termes allemands de *Naturwissenschaften* et *Geistwissenschaften* (p. 180).

Voici donc défini le nouveau rôle de la philosophie.

2.2 Les conditions de la connaissance scientifique

Analysant la donnée première des contenus de conscience, qui forment la « connaissance intuitive », Rougier distingue une catégorie particulière, celle de la « connaissance sensible », qui correspond aux sensations externes, interprétées comme résultant de l'impression de la réalité extérieure sur les organes de sens (p. 181). Ces sensations, *subjectives, qualitatives et utilitaires* (p. 182), sont encore impropres à constituer un contenu de connaissance scientifique car elles ne peuvent pas servir de base à une intersubjectivité. Celle-ci ne deviendra possible que dans la mesure où l'on pourra déceler dans les perceptions extérieures (les sensations extérieures qui donnent lieu à des états représentatifs seconds, images, souvenirs, concepts) une *ordonnance* systématique lors de circonstances définies. Seule cette ordonnance réglée des perceptions — leur *structure* — est communicable d'un individu à l'autre, et c'est elle qui fait l'objet du langage intersubjectif. Ainsi, « *la connaissance scientifique ne retient que les éléments qui sont communicables par le langage et intersubjectivement contrôlables* » (p. 183).

2.3 La spécificité de la physique

La conception de la connaissance scientifique qui vient d'être présentée caractérise bien plus que le strict domaine de la physique. Souvenons-nous que Rougier définit par les *sciences du réel* l'union des sciences de la nature et des sciences morales et politiques (p. 180). En quoi réside la spécificité de la physique ? Elle ne tient pas qu'au type de contenus de conscience retenus — les contenus de conscience formant la *connaissance sensible* ou le *monde phénoménal* — mais aussi au type de langage intersubjectif que ces contenus rendent possible.

La connaissance scientifique est en effet une connaissance discursive qui recourt à un langage pour pouvoir énoncer des propositions au sujet de la réalité extérieure. Seules les propositions peuvent être vraies ou fausses ; « une perception, en tant que telle, n'est ni vraie, ni fausse ; elle est simplement vécue » (p. 183). Pour créer ce langage il faut tout d'abord découper le contenu sensible en objets, événements, propriétés, relations, puis désigner univoquement ces derniers par des symboles. Une proposition, qui énonce des relations entre ces symboles, sera alors vraie, si « appliquant les règles de correspondances entre ces symboles et les

contenus de conscience qu'ils servent à désigner, elle justifie l'attente qu'elle a créée » (p. 184).

Le langage intersubjectif de la physique est rendu possible grâce au constat empirique, qualifié par Rougier de *remarquable*, que l'expérience associe toujours aux variations *qualitatives* des changements *quantitatifs*. Ces derniers sont des changements qui peuvent être analysés en termes de quantité, c'est-à-dire, en fin de compte, en termes d'une *arithmétique* (p. 185). C'est ainsi que le stade d'une physique de la qualité, d'une physique que Rougier attribue typiquement à Aristote, peut être dépassé pour aboutir à une physique quantitative, seule susceptible d'une saisie formelle par les mathématiques :

Si l'on a pu passer de la physique qualitative à la physique quantitative, c'est grâce à un fait empirique que rien ne pouvait faire prévoir a priori. *L'expérience nous enseigne que toute variation qualitative est liée à un changement quantitatif concomitant (déplacement ou déformation), si bien que l'on peut repérer les différents degrés d'intensité d'une variation qualitative à l'aide des différents états de grandeurs d'un changement quantitatif concomitant. [...] C'est cette particularité remarquable de l'expérience sensible qui permet de construire des instruments de mesure et d'appliquer les mathématiques à l'étude de la nature* (p. 185).

L'ensemble des énoncés du langage intersubjectif propre à la physique peut en fin de compte se formuler entièrement en termes de coïncidences (coïncidences entre, typiquement, un pointeur et le trait d'une graduation). L'ordre spatio-temporel de ces coïncidences reflète, « *en vertu de lois physiques invariables, [les] changements qualitatifs que décèlent en première instance nos sens. Cet ordre est le même pour tous les groupes d'observateurs et le langage qui l'énonce a un sens intersubjectif universel* » (p. 186). La connaissance véritablement objective est ainsi celle qui retient des énoncés exprimant des rapports de coïncidence invariables sous des changements de points d'observation, puisque, sans cela : « elle caractérise un certain groupe d'observateurs et non le monde extérieur » (p. 187). Nous le voyons, la leçon de la relativité n'aura pas échappé à Rougier.

Pour résumer, la connaissance physique est la connaissance de relations objectives établies entre des coïncidences spatio-temporelles, relations saisies en termes de structures :

Tout ce que nous pouvons connaître du monde extérieur, c'est sa structure, et c'est précisément cela seul que le lan-

gage peut traduire intersubjectivement. [...] Seul le langage des propriétés, et des relations structurelles est intersubjectif. Les propositions scientifiques sont toutes des propositions de structure (p. 188).

En conséquence, la science doit renoncer à toute tentative de rendre compte d'une quelconque essence ultime, d'une quelconque substance intime des choses, qu'elle remplace, dans le langage intersubjectif, par des mots ou des symboles, qui ont, avec ces dernières, « *des rapports de signe à chose signifiée, non de copie à modèle* » (p. 192). En cherchant exclusivement les relations qu'il faut poser entre ces symboles pour prévoir toutes les relations susceptibles de se manifester entre les objets dont on est parti, la science aboutit en fin de compte à des propriétés structurelles qui sont « l'unique chose qui se laisse symboliser à l'aide de signes logico-mathématiques, qui se laissent formaliser ». On comprend dès lors l'importance, pour Rougier, des théories déductives. Dans une formule digne de Bachelard, Rougier caractérise finalement ainsi l'activité scientifique : « *La science désobjectivise notre connaissance dans la mesure où elle la désubstantialise ; elle la désubstantialise en la formalisant* » (p. 192).

2.4 Un vérificationnisme relativisé

Le langage intersubjectif de la physique s'appuie sur la conjonction constante des variations qualitatives avec les changements quantitatifs. Saisies par les appareils de mesure, ils aboutissent finalement à des constats de coïncidence, véritables invariants sous les multiples opérations qui traduisent la possibilité des points d'observation différents. Cette structure abstraite du monde phénoménal peut alors donner lieu à une formalisation logico-mathématique. Le rapport au monde de la construction à laquelle on aboutit ainsi est assuré par des règles de correspondance qui permettent d'obtenir des propositions empiriques. Le lecteur ne sera pas étonné d'apprendre à ce stade que Rougier soutient le vérificationnisme comme théorie de la signification empirique des énoncés.

Au sein d'un langage préalablement constitué, un énoncé, supposé grammaticalement correct et logiquement constructible, sera dit posséder une signification empirique quand, en vertu des définitions empiriques des termes qui y figurent, il correspond à une situation de fait. Il sera vérifié empiriquement si, affirmant quelque chose au sujet d'états de

conscience susceptibles d'être éprouvés, les constatations qui permettent de le contrôler confirment l'attente qu'il a créée. Il sera infirmé dans le cas contraire (p. 194).

Rougier établit cependant une distinction entre les conditions théoriques et techniques de la vérification d'un énoncé. Il admet en particulier la possibilité d'un énoncé *théoriquement sensé*, mais *techniquement insoluble*. Ce n'est que lorsqu'il n'existe aucune méthode épistémologiquement concevable (!) que le problème peut être déclaré dépourvu de sens empirique : il est alors un *pseudo-problème physique*. Cette distinction, pour être bien comprise, nécessite d'examiner de plus près les conditions de la vérification. Reconnaisant que la plupart des vérifications en physiques sont indirectes (par opposition à celles basées sur des jugements perceptifs immédiats), Rougier admet qu'elles peuvent impliquer des éléments allant au-delà du domaine couvert par les règles de correspondance : on a ainsi recours à des « manipulations, des calculs, des hypothèses auxiliaires ». Il s'en suit que,

Suivant son contexte théorique, la même proposition apparaît comme une convention, une hypothèse heuristique, une anticipation expérimentale, une proposition auxiliaire, une constatation empirique [...] Mais ce que la philosophie scientifique récuse, c'est qu'une proposition douée de contenu puisse être une vérité synthétique *a priori*. L'émancipation du kantisme a joué, dans la science du XX^e siècle un rôle analogue à l'émancipation de la théologie et du joug d'Aristote au XVI^e et XVII^e siècles (p. 195).

Cette sorte de relativisme du sens empirique est peut-être à mettre en rapport avec la date de la composition du *Traité*. À l'époque, l'empirisme logique avait depuis longtemps déjà subi la critique de Popper et voyait ses thèses de nouveau ébranlées par celle de Quine du *Two dogmas of empiricism* (1952).

Dans les pages qui suivent, Rougier surenchérit en déclarant que les théories physiques, non seulement « font intervenir des notions auxiliaires qui n'ont pas, à proprement parler de sens physique » (p. 195), mais que, de plus, « [une] même notion, suivant l'interprétation adoptée, [peut passer] de la catégorie de notion physique à celle d'artifice de calcul » (pp. 195–196). L'exemple qu'il en donne est la contraction des corps qui dans la théorie de Lorentz est conçue comme une réalité physique, alors que la relativité d'Einstein ne lui accorde « aucune réalité absolue ; elle représente seulement la manière différente dont les observateurs en

mouvement les uns par rapport aux autres situent les extrémités des corps en question » (pp. 195–196).

Le relativisme continue encore au niveau des observables. « Une grandeur, observable dans une théorie physique, cesse de l'être dans une autre » (p. 197). Il affecte finalement jusqu'aux problèmes eux-mêmes. Pour Rougier, un problème possède (physiquement) un sens si l'on peut concevoir, étant donnée une connaissance des lois de la physique, une méthode qui permette de lui donner une réponse univoque (p. 201). Il concède dès lors que « la distinction entre les problèmes doués ou vides de sens est donc relative à l'état des connaissances d'une époque donnée » (p. 203).

On pourrait s'attendre à ce qu'il ne soit, dans ces conditions, jamais possible d'identifier une classe de problèmes dénués de sens d'une manière absolue et définitive. C'est oublier le refus foncier de Rougier de toute métaphysique, qui le pousse à affirmer cependant qu'il « existe bel et bien des problèmes vides de signification empirique » (p. 203) :

Un énoncé sera absolument vide de signification empirique si, même en concevant un univers régi par d'autres lois physiques que le nôtre, les termes qui y figurent ne peuvent recevoir aucune définition empirique, c'est-à-dire *s'il n'existe aucune règle de correspondance entre ces termes et une réalité saisissable quelconque.*

Plus loin, Rougier précise quelque peu le sens de son critère :

[Dans l'hypothèse où], quelles que soient la forme des lois physiques et la valeur des constantes universelles, on ne pouvait mettre les termes de la question formulée en correspondance avec aucun état de conscience susceptible d'être vécu, étant donné les lois du fonctionnement de nos organes sensoriels [, alors, nous] nous trouverions en présence de termes privés de toute définition sémantique et le problème formulé serait *épistémologiquement vide de toute signification empirique* (p. 204).

Ainsi, continue Rougier, les habitants du disque dilaté par la chaleur dans l'exemple bien connu de Poincaré (voir son *Science et Hypothèse*, pp. 83-88), comme ceux des univers imaginés par Gamow dans les récits des aventures de M. Tompkins (*Monsieur Tompkins au pays des merveilles*, 1953) font de notre point de vue face, malgré la marche différente des phénomènes dans leurs mondes, à des problèmes empiriquement sensés, puisque nous pouvons concevoir leurs perceptions et leurs constats.

En revanche, estime Rougier, lorsque Bergson nous demande de connaître le mouvement absolu d'un mobile, il énonce une demande vide de sens car elle nécessite de « s'installer dans l'objet » et aucun monde ne permet de concevoir une telle expérience (*ibid.*).

2.5 Un empirisme affaibli

La version passablement relativisée du vérificationnisme défendu par Rougier s'accompagne chez lui d'une critique de l'expérience comme source d'une identification et légitimation univoque des premiers principes. Si le monde phénoménal reste pour Rougier le substrat premier de l'enquête scientifique, il n'a pas pour autant le pouvoir de déterminer de manière *unique* le langage formel qui permettra d'en rendre compte par le truchement des propositions empiriques générées par les règles de correspondance. Pour commencer, le monde phénoménal ne jouit pas d'une stabilité absolue par rapport au regard scientifique qu'on lui jette. Bien que donnée première de l'enquête, il dépend d'un ensemble de *décisions* concernant le découpage du « flux des apparences sensibles » (p. 215). C'est le thème du *morcellement du continu sensible* que Rougier développe au chapitre XI. Les objets, fruits de ce morcellement, sont obtenus sur la base des associations entre les sensations kinesthésiques et visuelles ; les dénominations que nous leurs donnons fondent le langage objectif (p. 208). En ne retenant des objets que leurs caractères existentiels, en les groupant par ce qu'ils ont d'essentiel, on les classe en genres et en espèces : le discours raisonné prend alors la forme de la syllogistique d'Aristote, et la logique de la classification est celle de l'algèbre de Boole (p. 209). Malheureusement, si Aristote a « désubstantialisé » les qualités en permettant ainsi d'exclure « quantité de fausses sciences », il a également « substantialisé les notions de rapports et de classes, en ramenant les rapports à des états absolus de substances individuelles et les notions de classe à la possession par les individus d'une même classe d'une essence commune » (p. 210). Il a ainsi ouvert la voie aux innombrables problèmes qui ont jalonné toute la Scolastique. Si, pour Rougier, on retrouve encore dans la philosophie les échos de cette substantialisation, la pensée scientifique a su s'en affranchir. En effet, on y voit partout l'effort de remplacer les descriptions en termes de propriétés absolues par des descriptions en termes de relations qui permettent de dégager les structures, véritables objets de la connaissance scientifique (p. 212).

Le morcellement du contenu sensible résulte aussi de l'utilisation des échelles de mesure incommensurables avec notre sens commun, résultant

du recours aux appareillages toujours plus précis, et aux méthodes de collecte et d'analyse de données toujours plus sophistiquées mais qui introduisent aussi des nouveaux biais. Prenant l'exemple du tracé d'une courbe passant par des points expérimentaux, Rougier nous met ainsi en garde contre l'oubli du fait que rien ne garantit que les phénomènes naturels soient réguliers et continus. De plus, surenchérit-il, on sait combien un changement de l'intervalle des points considérés peut changer l'allure de la courbe extrapolée. En fin de compte, « les lois de la nature dépendent à la fois du champ expérimental auquel on s'est limité, du choix des variables, de la finesse de nos mesures, de la technique mathématique d'une époque » (p. 216). Le relativisme qui touchait plus haut la signification empirique des énoncés, des observables et des problèmes s'étend ici logiquement aux lois.

Face à cette complexité *modulable* des phénomènes, et en l'absence d'une source transcendante qui dicterait univoquement le choix de principes à adopter, on conçoit combien grande est la marge de manœuvre de la physique qui, pour Rougier, construit des théories avec, comme seules contraintes, celles associées aux critères de l'adéquation et de fécondité (voir plus loin). Si le rationalisme s'avère insuffisant pour fournir un cadre adéquat à la science du XX^e siècle, le tableau présenté par Rougier trouble en quelque sorte par l'excès contraire : l'arbitraire de la démarche pourrait sembler cette fois trop grand. Mais pour Rougier, c'est justement ce qu'il faut pour pouvoir continuer à édifier des systèmes formels susceptibles de saisir toute la complexité des phénomènes, en mettant en jeu une puissance d'abstraction que ne peuvent offrir que les méthodes axiomatiques qui permettent de poser *librement* les points de départ de la déduction.

Il reste à se prononcer sur la méthode qui permet de les identifier. Si Rougier rejette catégoriquement l'apriorisme ontologique des rationalistes classiques, tout comme celui, épistémologique, des kantien et des néo-kantien, il semble en revanche prêt à reconnaître le rôle de ce qu'il appelle un « apriorisme méthodologique ». Dans la section III du chapitre XIII, « Nature des principes physiques », Rougier affirme ainsi que :

Le choix des principes n'est pas le produit d'une création soudaine, mais le résultat d'une longue incubation historico-critique, comme l'a montré Duhem en prenant l'exemple du principe newtonien de l'attraction universelle. Au cours d'une telle élaboration sont souvent intervenues des considérations philosophico-religieuses dans la physique antérieure au XIX^e siècle. Aujourd'hui, ce sont des considérations d'analogie, de

minimum, de covariance, de symétrie, de commodité mathématique comme de n'utiliser que les équations que l'on sait intégrer et d'une façon générale, que des relations analytiques que l'on sait maîtriser, voire même des considérations de pure esthétique mathématique qui prévalent. Une chose est acquise : ni l'évidence cartésienne qui résulte de la simplicité, ni l'intuition conçue à la façon des Kantiens, ni l'expérience même mentale à la façon de Galilée et d'Ampère ne suffisent à découvrir et à justifier les principes des théories physiques. On ne peut se passer de la méthode axiomatique (pp. 231–232).

Dès lors, aux yeux de Rougier, sa théorie de la connaissance :

ne se subsume sous aucune dénomination consacrée. Elle exclut tout exemplarisme, tout apriorisme ontologique ou épistémologique, toute saisie de « vérités en soi », indépendantes des conventions de notre esprit et des constatations de nos sens ; mais elle n'exclut pas un certain apriorisme méthodologique qui, sous sa forme la plus précise, s'identifie avec la méthode axiomatique des systèmes hypothético-déductifs (*ibid.*).

Certes, on peut s'aider de l'induction, qui conduit à identifier certains principes (par exemple celui de la conservation de l'énergie), comme « des inductions de second degré, obtenues en cherchant à coordonner un grand nombre de lois empiriques qui totalisent elles-mêmes un grand nombre d'expériences particulières » (p. 232). Néanmoins, les théories contemporaines sont surtout caractérisées par le recours à la méthode hypothético-déductive, qui « a son achèvement dans la méthode axiomatique » (*ibid.*). Les théories sont finalement sélectionnées sur la base des critères de « l'adéquation » et de la « fécondité ». Une théorie physique est adéquate si elle rend compte de tous les phénomènes observés et permet d'obtenir déductivement les lois empiriques à partir de ses prémisses axiomatiques. Une théorie sera jugée féconde, si elle permet d'unifier des phénomènes déjà connus, et de prévoir des phénomènes nouveaux. Rougier estime par ailleurs que le critère de fécondité est bien supérieur à la confirmation directe d'une loi par l'expérience, « puisque les principes de la théorie sont indirectement confirmés par des myriades d'observations condensées dans les lois empiriques qu'ils permettent de coordonner » (pp. 236–237).

2.6 L'axiomatique : garante d'une liberté infinie, génératrice de nouvelles responsabilités

La suite de l'ouvrage de Rougier confirme toute la force qu'il attribue à la méthode axiomatique. Il la considère en effet comme l'unique voie de succès pour une science confrontée aux domaines frontières (physique relativiste, physique quantique). La méthode axiomatique garantit aussi pour Rougier la pérennité de la liberté de création scientifique, dans la mesure du moins où l'on reconnaît entièrement le caractère arbitraire des axiomes posés au départ. Libre d'entraves des différents apriorismes qui ont enchaîné sa raison depuis l'époque moderne, l'Homme se retrouve enfin seul à seul avec l'Univers vis-à-vis duquel il n'épuisera jamais les armes de la connaissance. Dans le chapitre final de son livre, Rougier dépeint avec force et lyrisme la nouvelle situation de la connaissance² :

La révolution qui s'est produite en mathématiques et en physique au début du XX^e siècle a ruiné la conception que les philosophes se faisaient de la vérité conçue comme une adéquation de la pensée à une réalité extérieure à elle, soit transcendante au monde de l'expérience, soit sous-jacente au monde des apparences sensibles.

[...] La révolution philosophique comporte de pénibles abandons. Elle détruit tout un univers de certitudes inconditionnelles où l'esprit humain trouvait bon de se reposer et où il puisait la garantie d'un monde meilleur : monde des idées platoniciennes dont l'âme, enfin libérée du cycle des métempsycozes, devait contempler éternellement les paradigmes, vérités éternelles subsistant dans l'intellect divin, illuminant l'esprit créé qui y trouvait le gage d'une future union béatifiante ; monde des universaux dont les Scolastiques dérivèrent l'ontologie qui leur permettait de démontrer rationnellement les fondements de la foi ; *adequatio rei et intellectus*, en vertu de laquelle l'ordre de nos concepts reproduisait la hiérarchie des substances, des natures spécifiques, des quiddités, des accidents individuants qui constituaient la nature des choses créées ; intelligibilité de l'Univers qui permettait de saisir dans les lois de conservation, d'économie, de moindre

²Ici et plus loin, je reprends des passages conséquents du *Traité* : la précision dans l'expression s'y conjugue avec de la passion et du lyrisme pour un résultat qui en dit long sur l'engagement de Rougier et qui mérite d'être rapporté dans toute sa longueur.

action la sagesse d'un Créateur agissant toujours suivant le principe de raison suffisante (p. 414).

L'Homme, orphelin certes des anciennes illusions de la connaissance, a gagné pourtant au change :

La nostalgie d'un paradis perdu ne doit pas masquer les horizons nouveaux que la révolution scientifique et philosophique a révélés aux hommes. En s'affranchissant de maintes tuelles, l'esprit humain s'est libéré de maintes lisières. Il y a gagné une indépendance, un pouvoir et une audace qui ont agrandi démesurément son emprise sur la nature et tendent à modifier la condition humaine. [...] Le monde des Anciens était assujetti aux caprices des dieux ou aux voies impénétrables d'une providence toujours lente à se manifester. Le monde mécaniste des savants du XVIII^e siècle était assujetti au déterminisme laplacien qui, supprimant toute nouveauté puisque le futur est contenu dans le présent, inclinait au fatalisme. L'Univers en expansion de la science moderne est un monde ouvert, où les déclenchements quantiques introduisent une perpétuelle nouveauté, où les horizons s'élargissent, où l'action déterminante de l'homme s'insère dans la trame des événements comme un anti-hasard d'une façon de plus en plus marquante pour modeler le monde à la mesure de ses commodités et de ses rêves (pp. 430–431).

Cette nouvelle situation intellectuelle de l'Homme, celle d'une liberté de concevoir sans contrainte, demande en retour l'exercice d'un contrôle strict et l'acceptation des nouvelles responsabilités :

La libération de l'esprit humain, réalisée par la révolution philosophique, comporte, toutefois, une contrepartie [...] L'esprit libéré des lisières de l'intuition sensible à notre échelle et du despotisme des propositions soi-disant rationnellement évidentes, doit se contrôler lui-même pour ne pas tomber dans le psittacisme, c'est-à-dire dans un verbiage vide de sens, dans un symbolisme stérile. Dès lors que l'on abandonne la règle de l'évidence, on doit dresser tout un système de garde-fous pour garantir l'accord de la pensée avec elle-même et avec les données de l'expérience. Dès lors qu'il n'est plus admis pour un mathématicien de déclarer : « Il est évident que... », il faut édicter les règles précises qui permettront d'assurer qu'une théorie est cohérente et qu'une pro-

position, appartenant à cette théorie, a été démontrée ou est démontrable à l'intérieur de cette théorie.

Dès lors que l'on ne peut plus se contenter de dire : « Il résulte du témoignage obvie de nos sens... », il faut préciser les règles de correspondance qui permettront de dire : « Il résulte de nos lectures d'instrument que telle théorie est vérifiée à tel degré d'approximation près par l'expérience. » En bref, il faut préciser les règles syntaxiques, logiques, sémantiques qui permettront d'affirmer : cette proposition est douée de sens grammatical à l'intérieur de ce langage ; elle est susceptible d'être démontrée ou de ne pas l'être, à l'intérieur de cette théorie déductive ; elle est susceptible d'être vérifiée ou non par l'expérience, en vertu des règles de correspondance de cette théorie physique (pp. 19–20).

La théorie de la connaissance de Rougier autorise ainsi la plus grande abstraction, en substituant systématiquement aux notions absolues, chargées d'une ontologie de l'évidence, des conceptions relationnelles, incompatibles avec toute idée d'unicité ontologique, et dont la légitimité remonte à la seule acceptation des règles posées au départ :

En abandonnant l'apriorisme, la tâche de la connaissance s'est donc considérablement compliquée. Il n'existe pas de théorème vrai par lui-même, en dehors d'un système d'axiomes et d'une logique auxquels on le réfère. Il n'existe pas de fait physique saisissable en soi, en dehors d'observateurs, de systèmes de référence liés à eux, d'échelle de grandeur à laquelle ils se placent, du système d'unités qu'ils emploient, des instruments dont ils se servent, si bien qu'on ne peut atteindre un résultat objectif qu'à travers une série de conventions préalables. Il n'existe pas de principes de physique vrais en soi, en dehors du champ expérimental auxquels ils se rapportent, des règles de correspondance entre les faits observés et les symboles qui figurent dans leur énoncé, des règles du calcul logico-mathématique incorporé dans l'axiomatique dont ils font partie.

Cette réintroduction de la convention et de l'hypothèse dans la science montre l'activité de l'esprit du savant qui cesse d'être assimilable à un intellect passif, à une feuille blanche qui recevrait comme une plaque sensible l'impression des paradigmes subsistant dans un monde séparé ou l'impact des phénomènes se déroulant dans un univers objectif indépendant de l'acte même de l'observer (p. 21).

L'abandon de l'apriorisme et de ses corrélats, l'absolutisme et l'évidence, n'est pourtant pas synonyme d'une mise en danger de la notion de vérité. En effet,

[...] la substitution aux absolus des Rationalistes de notions relatives; la substitution aux principes évidents par eux-mêmes de systèmes de postulats qui ne sont vérifiés, dans les théories physiques, que par leurs conséquences éloignées n'est nullement destructive de la notion de vérité. Une fois adopté un système cohérent d'axiomes et de règles de déduction, une proposition formulable en fonction des notions choisies comme premières de la théorie envisagée est nécessairement vraie ou fausse si le système est saturé. Une fois délimité le domaine des faits observables que l'on se propose d'étudier; une fois fixé un langage dont on a établi les règles syntaxiques et les règles de transformation; une fois posées d'une façon univoque les règles sémantiques de correspondance entre les symboles du langage adopté et les faits du domaine considéré, nous nous trouvons liés par nos propres conventions, et l'accord entre l'ensemble de nos propositions et l'ensemble des faits étudiés ne peut être que constaté ou infirmé avec un indice de fréquence plus ou moins élevé (*ibid.*).

Tout comme Reichenbach qualifiait la nouvelle théorie de la connaissance de *théorie fonctionnelle*, on peut qualifier la notion de vérité proposée par Rougier comme une théorie fonctionnelle de la vérité, désignation qui insiste sur sa dépendance des axiomes posés au départ du système formel interprété qui constituera la théorie physique.

En résumant ses propos, Rougier caractérise finalement ainsi la théorie de la connaissance qu'il propose et les tâches qui incombent à ses différents acteurs :

la nouvelle théorie de la connaissance consiste à substituer à la conception classique de la vérité-copie dans les théories réalistes, ou de la vérité-code dans les théories criticistes et

idéalistes, la théorie de la vérité-cohérence dans les sciences formelles et la théorie de la vérification et de la prédiction dans les sciences du réel.

Cette théorie se fonde sur l'analyse du langage et de l'expérience. Elle assigne pour fonction à la philosophie de clarifier la signification des mots en précisant leurs règles d'emploi ; d'élucider le sens des propositions en énonçant la manière de les démontrer ou de les vérifier ; de donner une forme correcte aux problèmes en définissant la méthode propre à les résoudre. Elle donne pour tâche à la science de démontrer la vérité formelle ou de vérifier la vérité matérielle des propositions et de répondre aux questions dont on s'est assuré qu'elles ont un sens. Elle démasque et élimine les pseudo-notions, les pseudo-propositions, les pseudo-problèmes qui naissent d'un langage mal constitué. Elle ne prétend à aucune autre objectivité que celle qui consiste à être intersubjectivement valable, c'est-à-dire valable pour tous les esprits humains placés dans les mêmes conditions d'observation et se servant du même langage. Elle ne fait appel à aucun monde transcendant, à aucune vision angélique, à aucune illumination surnaturelle, à aucune réalité nouménale. Cessant d'être faite pour les dieux, elle est à la mesure de l'homme et à son seul usage (pp. 21-22).

3 Rougier commentateur de la physique de son temps

La section précédente a permis d'exposer le cadre général de la philosophie de la science de Rougier. Je passe maintenant à un examen plus détaillé des réflexions que lui inspirèrent des avancées spécifiques de la physique, en particulier la relativité, la théorie quantique, et la thermodynamique.

Quel est le corpus de textes qui se propose ici à nous ? Rougier établit lui-même la liste suivante sous l'étiquette générale de « Philosophie scientifique » :

- *La matérialisation de l'énergie ; essai sur la théorie de la relativité et la théorie des quanta* (Rougier 1919a) ;
- *En marge de Curie, de Carnot et d'Einstein ; étude de philosophie scientifique* (Rougier 1920c) ;

- *La matière et l'énergie, selon la théorie de la relativité et la théorie des quanta* (Rougier 1921d) ;
- *Philosophy and the New Physics* (Rougier 1921e) ;
- *Actes du Congrès international de philosophie scientifique*, Paris, 1935 (Rougier 1936b-e) ;

Articles :

- Henri Poincaré et la mort des vérités nécessaires (Rougier 1913) ;
- L'utilisation des géométries non-euclidiennes dans la physique de la Relativité (Rougier 1914b) ;
- La symétrie des phénomènes physiques et le principe de raison suffisante (Rougier 1917a) ;
- L'inertie de l'énergie (Rougier 1917c) ;
- La matérialisation de l'énergie (Rougier 1917/18) ;
- Encore la dégradation de l'énergie : l'entropie s'accroît-elle ? (Rougier 1918a) ;
- Réflexions critiques sur les principes de la Thermodynamique à propos d'un livre récent (Rougier 1918b) ;
- La théorie d'Einstein et les problèmes métaphysiques de l'espace (Rougier 1921b) ;
- L'astronomie et l'histoire des idées (Rougier 1929d) ;
- Les rapports de la Science et de la Religion (Rougier 1930a) ;
- La philosophie scientifique. Son développement depuis 1900 (Rougier 1931a) ;
- Les théories d'Einstein (Rougier 1932a) ;
- Goethe savant (Rougier 1932b) ;
- Avant-Propos. Allocution d'ouverture. Allocution finale au Congrès international de philosophie Scientifique (Rougier 1936b-d) ;
- La philosophie scientifique d'Henri Poincaré (Rougier 1946f) ;
- Un prince de d'Esprit : Louis de Broglie (Rougier 1948e).

On pourrait encore ajouter à cette liste des textes classés sous « Théorie de la connaissance », mais qui traitent amplement de la physique puisque Rougier a puisé l'essentiel de ses arguments contre l'apriorisme et pour une refonte de la théorie de la connaissance en examinant la marche des sciences de la nature. Il en va ainsi de :

- Les erreurs systématiques de l'intuition (Rougier 1919c) ;
- Le langage de la physique est-il universel et autonome ? (Rougier 1937/38) ;
- *La théorie de la connaissance* (Rougier 1955a) ;
- Les nouvelles logiques de la mécanique quantique et l'empirisme radical (Rougier 1940b).

Si l'on tient compte du fait que les deux principaux ouvrages, *La matérialisation de l'énergie*, et *En marge de Carnot, de Curie et d'Einstein* reprennent en grande partie l'argumentation, voire le texte, de ses articles précédents, nous nous retrouvons avec une liste de thèmes plus réduite. Il s'agit principalement de la relativité d'Einstein, de la théorie quantique, de la thermodynamique, et de la théorie générale de la symétrie telle que développée par Pierre Curie. Plus précisément, les problématiques qui ont attiré l'attention de Rougier sont :

- dans la relativité :
 - l'abandon des conceptions absolues d'espace et de temps,
 - la nature conventionnelle des désignations opérationnelles des mesures de temps et de longueurs,
 - l'inertie de l'énergie,
 - le principe de relativité formulé comme un principe de symétrie,
 - la réduction du langage intersubjectif de la physique à celui d'affirmations de coïncidences ;
- dans la théorie des quanta :
 - la nature discrète des processus atomiques,
 - la nature corpusculaire de l'énergie de rayonnement,
 - l'intervention directe du sujet de la connaissance dans le façonnement de son contenu,
 - le rôle des logiques non-aristotéliennes,
 - la nature probabiliste de la description des processus ;
- dans la thermodynamique :
 - la nature statistique du deuxième principe,
 - le problème de la flèche du temps,
 - le problème de l'entropie ;
- dans la problématique des symétries :
 - le principe de symétrie comme énoncé rigoureux du principe de la raison suffisante.

Cette liste correspond pour l'essentiel aux centres d'intérêt usuels de la philosophie des sciences de l'époque.³ Rougier ne se distingue pas ici des autres commentateurs avertis. Il est en revanche intéressant d'examiner comment il a changé, au fil de ses écrits, de regard sur une même théorie. C'est en suivant la *changement* de ses points d'attention que nous saisirons ce qui fait la spécificité des analyses de Rougier. Il faut

³Les argumentations de Rougier utilisent en fait l'intégralité des connaissances physiques de l'époque. Certes, les thèmes de la liste, plus en rupture avec la raison et le sens commun de la physique classique, sont de nature à mieux exemplifier la nécessité de la nouvelle théorie de la connaissance, mais Rougier fait souvent référence dans ses textes aux contenus de la mécanique classique depuis Newton jusqu'à Hamilton, ou à ceux de l'électrodynamique de Maxwell.

déjà relever ce qui le distingue de la grande majorité de ses pairs : le lecteur averti ne peut qu'être frappé par la minutie et la précision croissante de son commentaire scientifique. Rougier rend compte des résultats et discute l'économie interne des théories avec une pertinence de véritable physicien, en tenant compte des derniers développements que connaît son époque, et les fois où l'on peut mettre en défaut sa compréhension sont rares.⁴ Prenons un exemple. Les propos de Rougier consacrés aux leçons de la théorie quantique dans son *En marge de Curie* de 1920 résonnent des échos des spéculations propres aux premières années de cette théorie ; trois décennies plus tard, l'analyse du *Traité de la connaissance* tient compte des progrès accomplis : le recours à la rhétorique de la dualité ondes-corpuscules a essentiellement disparu et c'est à coups de références directes au formalisme hilbertien de la mécanique quantique que Rougier avance désormais ses arguments.⁵ Pour apprécier à sa juste valeur l'effort de documentation et de compréhension qu'il semble avoir fourni à l'époque, il faut mentionner que maints textes philosophiques traitant de la problématique quantique se contentent, encore aujourd'hui, d'un simple commentaire de la complémentarité de Bohr et des enseignements à tirer sur le nouveau rapport sujet-objet. Rougier, en évoquant dans les années cinquante déjà l'abstraction de la formulation hilbertienne, le théorème de l'impossibilité de variables cachés de von Neumann, ou encore les tentatives de formuler la théorie quantique sur la base des calculs propositionnels non-booléens (Reichenbach, von Neumann et Birkhoff), va nettement plus loin. On peut dire la même chose de ses commentaires des résultats de la physique de constituants élémentaires.⁶ Il faut y voir pour partie l'influence de ses thèmes de prédilection, ainsi l'abstraction nécessaire aux nouvelles avancées, les défis que ces dernières posent à la raison, le rôle capital des symétries, etc., qui l'ont motivé de la sorte à mettre en exergue ces aspects techniques. Nous verrons plus loin que l'attention portée aux avancés techniques s'explique aussi chez Rougier par l'enjeu de la relativité de la logique dont il se fera l'ardent partisan.

L'exactitude et l'érudition des comptes rendus de Rougier va parfois jusqu'à friser l'excès au point de nous faire perdre de vue la finalité principale de son propos. C'est le cas de l'article « La symétrie des phénomènes physiques et le principe de la raison suffisante » (1917), dont l'essentiel est consacré à un compte rendu technique de l'utilisation du

⁴Et encore : il s'agit en général de questions de grande subtilité formelle où les erreurs de Rougier passent aisément inaperçus.

⁵Pour une histoire de la théorie quantique, voir par exemple [Jammer 1966].

⁶Rares sont en effet à cette époque les philosophes qui mentionnent les généralisations du principe de symétrie dans les théories du champ mésonique, ou encore les problèmes de la nouvelle physique du noyau.

concept de symétrie dans la cristallographie de l'époque (cette étude sera reprise dans le premier chapitre de *En marge de Curie*). N'était-ce la discussion de la fin, celle qui reprend et généralise l'énoncé de Pierre Curie, le lecteur ne soupçonnerait pas qu'il tient entre les mains un texte de « philosophe ».

3.1 La relativité : de *La matérialisation de l'énergie* au *Traité*

Examinons en premier *La matérialisation de l'énergie ; essai sur la théorie de la relativité et la théorie des quanta* (1919). Ce livre a pour thèse centrale le dépassement opéré par la physique contemporaine de la dualité de la matière et de l'énergie. Ce dualisme, caractéristique des concepts et des méthodes de la physique classique, s'y exprime par les deux principes de conservation autonomes que sont, respectivement, la conservation de la masse et de l'énergie. L'inconvénient majeur de ce dualisme est de conduire, selon Rougier, à un pseudo-problème philosophique. En effet, « comment peut-on concevoir qu'un agent impondérable, incorporel, n'ayant pas de distribution spatiale représentable, puisse s'appliquer à un corps massif, inerte, doué de figure et agir sur lui au point de le déformer ou de le mouvoir ? » (p. VII, préface de *La matérialisation*). Cette question se trouve encore aggravée par le constat que « lorsqu'on assimile le travail mental à une sorte d'énergie *sui generis*, le problème métaphysique des rapports de l'esprit et du corps se présente comme un cas particulier du précédent » (p. VIII).

Il revint à la relativité et à la théorie des quanta de clarifier la situation et nous faire sortir de l'ornière. Ces théories, en effet,

conduisirent, sinon à rejeter complètement le dualisme fondamental de la matière et de l'énergie, du moins rapprocher ces deux termes, en les douant de propriétés communes, de manière à rendre leurs relations intelligibles. C'est ainsi que ces théories confèrent à l'énergie une inertie, un poids en proportion, et même une certaine structure. Dès lors, un rayonnement représente une quantité de mouvement électromagnétique, et devient proprement assimilable à un projectile matériel (pp. VIII–IX).

La matière est convertible en énergie selon la célèbre équation d'Einstein alors que l'énergie de radiation manifeste des aspects corpusculaires comme le met en évidence la théorie quantique. Rougier évoque à

ce propos « la pesanteur de l'énergie » (étiquette censée recouvrir les diverses conséquences des formules relativistes), et « la structure du rayonnement » (synonyme de la nature discontinue des processus d'échange énergétique entre matière et rayonnement, entraînant une solution de continuité au niveau des mécanismes de propagation de l'énergie rayonnante). Ainsi,

l'Antique dualité du pondérable et de l'impondérable, de la matière et de l'énergie, se transforme en celle de l'énergie stabilisée en des édifices matériels doués d'architecture, et du rayonnement libre, l'une et l'autre de ces modalités de l'énergie étant également douées d'inertie, de poids en proportion et de structure. C'est là ce que l'on peut appeler la *matérialisation de l'énergie* (p. XII).

Pour étayer sa thèse, Rougier se livre à un examen impressionnant de la révolution relativiste et quantique. Sa discussion est révélatrice du stade philosophique qui précède sa rencontre avec les idées du Cercle de Vienne : bien que l'idée générale d'une critique de la métaphysique par la science y soit déjà bien affirmée (cela est patent dans la préface), les outils conceptuels de Rougier n'ont pas encore le tranchant de l'analyse logique et sémantique caractéristique de l'empirisme logique. Prenons l'exemple de sa discussion de la relativité. Rougier y renvoie dos à dos le classicisme de la théorie de l'éther (Lorentz) et le radicalisme de la théorie de la relativité (Einstein) qui renonce explicitement à l'éther en réinterprétant les effets de la contraction de longueurs et de la dilatation du temps dans le cadre d'une relativité de l'observation.⁷ Si Rougier relève bien le caractère plus économique, plus positif, de l'approche d'Einstein, il reconnaît aussi des mérites à celle de Lorentz, qui

sauvegarde nos vieilles habitudes de penser, donne une satisfaction à notre aspiration vers l'absolu, procure une quiétude à notre esprit, établit un trait d'union entre la physique d'hier et d'aujourd'hui, et rentre dans la catégorie des théories explicatives, puisque le raccourcissement des corps, le ralentissement des horloges, la constance de la vitesse de la lumière dans un champ gravifique à potentiel constant s'expliquent par les liaisons de la matière à l'éther (pp. 98–99),

tout cela, poursuit-il, même si « l'existence de l'éther est à tout jamais rendue problématique en vertu du principe de relativité » (*ibid.*), et qu'il

⁷Signalons ici que Rougier n'évoque pas à cette occasion le caractère conventionnel des déterminations temporelles et spatiales.

« ne paraît pas devoir représenter l'anticipation d'observations et d'expériences futures ». Cette sorte de réserve indécise vis-à-vis de l'éther tranche avec les condamnations fermes de la part de l'empirisme logique qui viendront plus tard. En fait, plutôt que la relativité restreinte, c'est la relativité générale que Rougier préfère mettre en exergue (Einstein apparaît alors bien comme la figure principale). Nous avons en *La matérialisation* un texte qui, si l'on peut le dire ainsi, expose un Rougier d'avant l'Europe centrale.

Nous retrouvons la même situation dans « Les erreurs systématiques de l'intuition » (1919) qui examine, dans la section consacrée à l'espace et au mouvement, l'absolutisme newtonien, sa variante due à Neumann (le corps *alpha*), puis enfin la révolution einsteinienne. Il y a avant tout la même volonté de dénoncer des faux problèmes métaphysiques :

Avec la théorie de la relativité d'Einstein s'évanouit le problème métaphysique de l'espace, qui est un exemple topique de pseudo-problèmes créés par des entités sans consistance physique, par de purs *idola fori*, comme l'espace absolu, vide, amorphe et infini de Newton (p. 610) ;

mais, bien que l'accent soit cette fois-ci, bel et bien, mis sur la relativité du mouvement, Rougier n'avance aucune réflexion sur les conditions de possibilité des déterminations spatiales et temporelles, coutumière chez les empiristes logiques. Pour étayer ses thèses, Rougier avance des faits expérimentaux (les expériences négatives de la mise en évidence du mouvement par rapport à l'éther), considère des extensions du principe de Mach, ou encore l'expression mathématique du principe de relativité en termes de l'invariance sous le groupe de Lorentz. Plus loin, quelques signes annoncent cependant un possible changement : dans la section V, sa discussion des erreurs liées aux conceptions absolues de grandeur, de forme, et d'orientation est déjà plus proche des argumentations empiristes logiques (pp. 611–615). Le texte des « Erreurs » est repris dans le recueil de 1921, *En marge de Curie*, au chapitre VI, sections I-V. La section consécutive VI, « Problèmes métaphysiques et la théorie de la relativité », ne présente aucun amendement à l'approche discutée ci-dessus. Elle offre par contre une intéressante opportunité d'examiner dans quel sens (certains) problèmes métaphysiques sont des faux problèmes : à cette étape de son évolution philosophique, Rougier considère que :

La plupart des problèmes métaphysiques ne sont que des problèmes fictifs, des pseudo-problèmes, qui correspondent à des données inconsistantes : les résoudre, c'est les faire s'évanouir, en montrant que ce sont des problèmes mal posés (p. 234).

Et encore que :

La plupart des problèmes métaphysiques apparaissent comme des pseudo-problèmes, qui sont réputés insolubles, non par suite d'une incurable infirmité de l'esprit humain, mais parce que ce sont des problèmes mal posés, correspondant à des données inconsistantes, issues de types d'explication erronés (p. 263).

S'il a ainsi clairement arrêté sa stratégie de la réfutation de la métaphysique, ils lui manquent encore les outils de l'assaut final, ceux spécifiques à *l'Analyse logique*, et à son critère de vérification. Les lignes suivantes, p. 240, n'en acquièrent que plus de relief :

Nous entreprendrons peut-être un jour, de ce point de vue [celui de la fictivité], la révision de la Métaphysique.⁸ Nous nous bornerons aujourd'hui à indiquer le parti que l'on pourrait tirer, dans ce but, de la théorie de la relativité d'Einstein.

Rougier offre encore dans ces pages une explication psychologique (ou anthropomorphique) de l'origine des problèmes métaphysiques (pp. 234–239), mais je la laisserai de côté. Je termine en donnant la liste, d'après Rougier, des problèmes métaphysiques que la relativité permet de résoudre et, entre parenthèses, les raisons derrière la solution :

- Commencement de l'univers (il n'y a que des temps locaux [...])
- Infinité de l'espace (la métrique est définie par les sources d'énergie-impulsion)
- action de l'impondérable sur le pondérable (la matérialisation de l'énergie [...])
- action à distance (vitesse finie des interactions physiques)

3.2 La controverse autour du deuxième principe

L'intérêt de Rougier pour la thermodynamique concerne essentiellement la signification et les conséquences du deuxième principe, surtout en rapport avec la contrainte que ce dernier semble imposer sur le devenir de l'Univers (le thème de sa « mort calorifique »). Rougier

⁸Dans un ouvrage en préparation intitulé : *Les pseudo-problèmes de la métaphysique*. [Il s'agit d'une note originale de Rougier. Elle annonce un projet qui n'aboutira jamais sous son titre d'origine. Les deux livres consécutifs qui paraîtront à l'époque seront *Les paralogismes du rationalisme* (1920) et *La structure des théories déductives*. Il serait intéressant de savoir dans quelle mesure le changement est lié à la rencontre avec le Cercle].

dénoncera en particulier à multiples reprises la contradiction entre la nécessaire existence *sans commencement* de l'Univers (conséquence immédiate du premier principe), et la nécessité de sa dégradation imposée par le deuxième principe : s'il existe depuis toujours, l'Univers devrait déjà « depuis longtemps » se trouver dans l'état où toutes les énergies se sont dégradées pour rétablir un équilibre thermique général ! Ce paradoxe figure probablement en toile de fond de l'engagement de Rougier dans une controverse qui reçut à l'époque une certaine résonance.

En 1917, Louis Selme, un modeste contremaître d'usine, inconnu jusqu'alors du monde de la science, publie un long texte, *Principe de Carnot contre formule empirique de Clausius*, qui se propose de réanalyser le contenu théorique des énoncés relatifs au deuxième principe de la thermodynamique et à la notion associée d'entropie. Dans un souci de brièveté, nous ne retiendrons ici que la conclusion la plus drastique de Selme qui affirme, en opposition patente avec les conceptions de Clausius adoptées par la communauté, l'essentielle similarité de l'énergie thermique avec les autres, mécaniques, électriques, etc. Selon Selme, il n'y a ainsi pas de création d'entropie, qui est une grandeur extensive conservée, comme celles de l'énergie mécanique (volume), électrique (charge), etc. Lors des processus impliquant l'énergie thermique, les modalités des transferts et des transformations de cette énergie suivent les mêmes principes généraux que ceux valides pour les autres formes. Il est donc pour Selme faux d'affirmer une quelconque spécificité de l'énergie thermique : les expériences qui prétendent démontrer le contraire ne prennent pas en compte la présence de phénomènes associés qui, une fois dûment consignés et introduites dans les bilans, restaurent la similarité de l'énergie thermique avec ses autres formes.

Les idées de Selme suscitèrent un vif débat au sein de *la Revue de Métaphysique et de Morale* : Rougier prit parti pour elles dans une note de critique scientifique, « Encore la dégradation de l'énergie : l'entropie s'accroît-elle ? » (Mars-Avril 1918). Celle-ci fut l'objet d'une réponse de F. Michaud, « La dégradation de l'énergie et le principe de Carnot » (Mars-Avril 1919) qui critiqua la position de Rougier en dénonçant le piège dans lequel ce dernier était tombé ensemble avec d'autres philosophes. La controverse, au-delà de ses aspects sociologiques, voire politiques (l'attaque contre Clausius doit être replacée dans le contexte des années de guerre) comportait des enjeux plus vastes, en particulier ceux liés au problème de la flèche du temps, et du devenir de l'univers. Derrière l'appui de Rougier à la révision de Selme on trouve ses conceptions touchant la nature des énoncés thermodynamiques et la question de leur réduction à ceux de la mécanique statistique. Il vit sans doute dans les

idées de Selme le moyen adéquat de désamorcer la contradiction entre le premier et le deuxième principe quand ceux-ci sont appliqués, comme on l'a vu plus haut, à l'Univers entier. La dégradation de l'énergie apparaissait comme un pseudo-problème et la contradiction se dissolvait. Il y a sans doute encore d'autres raisons qui poussèrent Rougier à mal choisir son camp, mais, faute de témoignages suffisants, elles demeurent obscures. Elles sont peut-être liées au rapport de Rougier avec ce qui reste, à l'époque, des idées de l'énergétisme, mais ceci nous renverrait à une autre étude.

3.3 Rougier et la théorie quantique

La première conséquence de la théorie quantique qui attira l'attention de Rougier fut ce qu'il appela la « matérialisation de l'énergie du rayonnement », découlant de l'hypothèse des quanta de Planck affirmant la discontinuité des échanges énergétiques entre matière et rayonnement, et des idées consécutives d'Einstein sur la nature corpusculaire de ce rayonnement. Dans les années vingt, la théorie quantique frappe Rougier surtout par son dualisme onde-corpuscule qui gomme tout fossé entre le rayonnement et la matière. Plus tard, accompagnant l'évolution même de la théorie, Rougier focalisera son attention sur des aspects plus techniques du formalisme de la mécanique quantique qu'il considérera comme exemplaires de l'abstraction croissante de la science de son temps.

L'attention que Rougier voue à la structure formelle de la théorie quantique n'est pas dictée que par sa volonté de mettre en exergue l'abstraction des nouvelles théories. Elle est aussi motivée par une autre raison, au cœur même de son programme philosophique. Dans sa guerre contre l'apriorisme dont le *Traité* est un long récit, il s'agit désormais pour Rougier d'emporter une ultime bataille : après avoir montré comment la science contemporaine avait expulsé l'évidence de ses bases axiomatiques, Rougier doit encore convaincre que même les règles du raisonnement déductif ne sont pas imposées par un quelconque *a priori*. Prenant acte de la possibilité mathématique des logiques alternatives (non-classiques), Rougier affirmera ainsi la *nécessité* du recours à ces logiques en allant chercher ses meilleurs arguments dans la théorie quantique. Il écrira à ce sujet dans son *Traité*, pp. 15–16,

La nécessité expulsée des axiomes des théories déductives, de ce qu'Aristote appelait leurs principes propres, semble se réfugier alors dans les règles du raisonnement déductif, dans les principes communs de la logique qui demeure la dernière

citadelle du rationalisme a priori. La question se pose de savoir d'où vient leur nécessité. Sont-elles des normes a priori de notre pensée et de l'être, si bien que les démarches de notre esprit tout comme les enchaînements des phénomènes ne sauraient s'y soustraire ? La réponse a été donnée pour la première fois sans ambiguïté par Ludwig von Wittgenstein en 1921. Les règles de la logique sont des propositions composées (moléculaires) toujours vraies, quelle que soit la valeur de vérité des propositions élémentaires (atomiques) qui les constituent [. . .]. Les règles de calcul sont des tautologies et le calcul logique a pour but d'établir des tautologies. Comme telles, les règles de la logique sont vides de contenu. [. . .]

La logique classique est une logique de l'alternative : une proposition ne peut y recevoir que deux valeurs de vérité : elle est vraie ou elle est fausse. Cette logique bivalente régit le vaste domaine des jugements perceptifs qui servent à constater la présence ou l'absence d'un objet, d'une propriété, d'un événement, et, d'une façon générale, elle s'applique à toutes les situations qui n'admettent que des combinaisons binaires [. . .] Mais l'expérience et la vie nous mettent en présence de trilemmes, de quadrilemmes, etc. qui conduisent à créer des logiques polyvalentes. En microphysique, la mécanique ondulatoire aboutit à des prédictions qui énoncent la probabilité de voir un événement se produire à tel endroit de l'espace-temps. Les jugements de probabilité, appelés mises, relèvent d'une logique à un nombre infini dénombrable de valeurs, correspondant au nombre infini de degrés de probabilité. [. . .]

La possibilité de plusieurs logiques met l'esprit humain en présence d'un problème de choix, tout comme l'existence de plusieurs géométries, de plusieurs algèbres. Le choix d'une logique dépend du domaine auquel on l'applique. On ne peut construire une théorie cohérente de la mécanique quantique en partant de la logique classique bivalente. Il faut recourir à une logique affaiblie, qui exclut les raisonnements qui conduisent à des contradictions. Ainsi, les règles de la logique ne sont pas uniques et universelles. Elles reposent sur des conventions, qui sont modifiables suivant le domaine que l'on a en vue. La logique classique perd son rôle normatif a priori. Avec la découverte du caractère conventionnel et relatif de la Logique, l'esprit humain a brûlé sa dernière idole.

Il y a clairement un parallèle à établir entre la problématique de la pluralité des géométries et celle de la pluralité des logiques. De fait, dans son article intitulé *La relativité de la logique* [Rougier 1939/40], Rougier développe ce parallèle sur le terrain du conventionnalisme en des termes particulièrement forts (p. 212) :

Le caractère relatif de la logique [...] condamne tout empirisme radical. En effet, le fait qu'une proposition ait le caractère d'être analytique, ou synthétique, a priori ou empirique, tautologique ou contradictoire, dépend de la logique adoptée. [...]

Si l'on distingue, dans une science, les énoncés qui y interviennent en deux groupes : les énoncés empiriques et les énoncés théoriques non directement vérifiables par l'expérience ; et si on subdivise ces derniers en principes physiques, résultant d'une schématisation de l'expérience, et règles logiques qui nous permettent de tirer des principes une série des théorèmes, on pourra *toujours transformer une partie des énoncés empiriques en des énoncés théoriques, comme l'a bien montré Poincaré ; et l'on pourra semblablement transformer une partie des principes physiques en règles logiques*. Cette répartition est facultative, sans cependant être arbitraire. On la justifie par des raisons de tempérament intellectuel, de commodité théorique ou pratique.

Henri Poincaré a montré comment on soustrait certaines lois empiriques aux contestations de l'expérience en les élevant à la dignité des principes, c'est-à-dire en les transformant en définitions déguisées : ainsi la loi de la conservation de l'énergie a pris rang de principe en devenant la définition même de l'énergie. Deux exemples, empruntés à Paulette Février et à Hans Reichenbach, montrent comment l'on transforme un principe physique en règle logique.

La découverte des géométries non-euclidiennes puis surtout leur analyse épistémologique qui devait aboutir aux *Grundlagen* de Hilbert avait montré la *possibilité logique* des géométries alternatives. En revanche, l'intérêt de ces géométries pour les sciences naturelles restait à élucider. Avec l'avènement de la relativité générale, les géométries riemanniennes furent jugées indispensables à la nouvelle physique, démentant la prophétie de Poincaré sur le maintien, dans les problématiques de l'espace, de la seule géométrie euclidienne. De mathématiquement possibles, les géométries non-euclidiennes sont ainsi devenues nécessaires. Seule cette

nécessité imposée par la science du XX^e siècle pouvait constituer un argument définitif contre l'apriorisme dans sa variante criticiste. En son absence, les alternatives géométriques ne seraient demeurées qu'une possibilité mathématique.

Rougier a voulu appliquer la même stratégie pour combattre l'apriorisme logique. Le passage ci-dessus montre également qu'il a érigé le relativisme logique en un argument contre un empirisme radical (celui du moins qu'il attribuait à Wittgenstein). On retrouve ici son conventionalisme qu'il comprenait comme la troisième voie permettant de sortir du blocage épistémologique traditionnel opposant le rationalisme à l'empirisme.⁹ La relativité de la logique avec ses visées anti-empiristes fut l'objet de plusieurs critiques, mais Rougier ne répondit à aucune d'elles ni à l'époque de son article, ni plus tard à l'occasion de la parution de son *Traité*.¹⁰ Dans ce qui suit, je m'attacherai à examiner principalement le thème de l'emploi *inéluçtable* des logiques alternatives en théorie quantique comme argument contre l'apriorisme logique, en laissant de côté la critique de Rougier de l'empirisme radical.

4 Le pluralisme logique et les fondements des théories physiques : Rougier lecteur de Jean-Louis Destouches et de Paulette Février

Avec les avancées des deux premières décennies du XX^e siècle, on prit acte de l'existence des logiques non-classiques, mais seule la preuve de leur nécessité dans la construction de théories physiques pouvait porter le coup fatal à la doctrine de l'a priori de la logique bivalente classique. On comprend dès lors avec quel intérêt Rougier a suivi les recherches sur les fondements de la théorie quantique qui mettaient en avant des structures logiques alternatives. L'espoir de déceler dans cette théorie un emploi *inéluçtable* des logiques alternatives a poussé Rougier à aller au cœur de sa structure formelle, en se réclamant, pour ce propos, des constructions aussi approfondies ou abstraites que celles de Reichenbach [Reichenbach 1944] ou encore de Birkhoff et von Neumann [Birkhoff & Neumann 1936]. L'effort théorique qu'il s'imposa ainsi est considérable et il fait nous interroger sur sa capacité de maîtriser une matière si éloignée de sa formation

⁹Voir à ce sujet [Marion 2004].

¹⁰Ainsi [Kraft 1942] ou encore [Pap 1956].

de base. En examinant de manière détaillée l'argumentation de Rougier, on réalise rapidement combien il doit ici à deux personnages gravitant autour de la pensée de Louis de Broglie, Jean-Louis Destouches et Paulette Février. Du coup, on comprend mieux l'honneur que leur fait Rougier en les faisant figurer au panthéon de ses inspirateurs dans la préface de son *Traité*.¹¹ La filiation intellectuelle entre Destouches, Février et Rougier, qui voit ce dernier reprendre, quasi-textuellement, des pans entiers d'argumentation, nous laisse supposer que c'est à eux que Rougier doit son apparente maîtrise du champs formel.¹²

4.1 L'unité de la physique de Jean-Louis Destouches

Après des études à la Faculté des Sciences de Paris (enseignements de M. Fréchet, E. Borel, M. Curie, des Joliot-Curie, et surtout L. de Broglie), Destouches obtient, en 1933, son doctorat de physique grâce à une thèse consacrée aux problèmes de la seconde quantification.¹³ Convaincu que les problèmes que rencontre la physique quantique de son temps ne peuvent être résolus sans une « étude critique des fondements des théories quantiques et plus tard de la notion même de théorie physique » [Bitbol 2001, 4], il se détourne des courants de recherche conventionnels pour se plonger dans une enquête approfondie des fondements. Il va poursuivre cette dernière jusqu'à la fin de son activité professionnelle. Chargé de recherche au CNRS (1936), il développe une théorie générale des corpuscules qui reprend à la base la problématique de la corpuscularité et des énoncés expérimentaux que l'on peut lui associer. Parallèlement, il réfléchit sur la forme générale des théories physiques, ce qui lui vaudra un doctorat en philosophie (titre : *Essai sur la forme générale des théories physiques*), ainsi qu'une thèse complémentaire sur « l'unité des théories physiques ». Le contenu de ces travaux déterminera l'essentiel de

¹¹Immédiatement après avoir dédié son ouvrage à la mémoire de Moritz Schlick, Rougier rend hommage aux contributions de Bertrand Russell, Hans Reichenbach, et à celles de... Jean-Louis Destouches et Paulette Février (*Avertissement*, p. 9). La juxtaposition des noms de ces deux chercheurs français à ceux des illustres chefs de file de l'empirisme logique ne peut, de prime abord, qu'intriguer le lecteur. Les raisons de cette mise en exergue des travaux des deux théoriciens français se comprennent une fois que l'on a pris la juste mesure de l'importance, chez Rougier, de la problématique de la pluralité des logiques.

¹²On ne sait cependant rien des contacts directs qui aurait pu exister entre Rougier et Destouches ou Février.

¹³Pour plus de détails biographiques concernant Destouches, je renvoie le lecteur à l'ouvrage collectif [Barreau, Février & Lochak (éds.) 1994]. Pour des études récentes de la pensée de Destouches, voir les contributions de Michel Bitbol, en particulier [Bitbol 2001].

sa philosophie des sciences ; nous y trouvons deux thèmes essentiels pour comprendre les liens entre Destouches et Rougier, celui de la *synthèse inductive* (la première des étapes, selon sa thèse de philosophie, dans la formation d'une théorie physique) et de l'*unité des théories physiques*. À la fin des années trente, Destouches abordera une autre thématique de recherche au contact de Paulette Février qui deviendra sa femme (voir plus loin).

On l'a vu, l'exigence d'une compréhension plus approfondie des raisons empiriques et formelles derrière l'émergence de la théorie quantique s'est manifestée tôt dans la recherche de Destouches. Selon Paulette Février, témoin et compagne de son cheminement scientifique,

On [...] trouve déjà indiquée [dans la thèse de Doctorat ès sciences de Destouches] la perspective centrale de sa pensée : [...] il lui sembla qu'il fallait envisager les théories nouvelles sous tous leurs aspects pour découvrir la voie conduisant à des prolongements adéquats. [Barreau, Février & Lochak (éds.) 1994, 13]

Toujours selon Paulette Février,

[Destouches] perçoit très tôt la nécessité d'une étude critique des fondements des théories quantiques, et plus tard de la notion même de théorie physique et de l'idée même de théorie, avec ses incidences logiques. Après une première étape analytique, il se proposait de rechercher une synthèse portant sur l'ensemble des théories de la physique atomique. À partir de là pourrait s'édifier une théorie couvrant un domaine expérimental plus étendu et permettant l'anticipation de nouveaux phénomènes.

C'était la réalisation de ce programme que commençait sa Thèse de Doctorat [...] permettant de dégager les principes d'une *mécanique générale* devant constituer la structure abstraite des théories de la physique moderne. [Barreau, Février & Lochak (éds.) 1994, 14]

Louis de Broglie caractérise de son côté de la manière suivante la recherche de Destouches dans sa préface aux *Principes de mécanique générale* (1934) :

[...] il manquait une étude tout à fait générale et systématique de toutes les tentatives faites et de celles qui s'annoncent comme possibles dans un avenir plus ou moins prochain. [...]

M. Destouches nous montre comment les formes les plus complexes de la nouvelle mécanique quantique et ondulatoire et ses généralisations les plus hardies peuvent toutes se ramener à un même schéma de « Mécanique générale » grâce à la considération de diverses sortes d'espaces abstraits ». ¹⁴

Pour permettre de travailler au niveau de généralité envisagé par Destouches l'étude de ces fondements exigeait un appareil théorique spécifique. Paulette Février continue :

Rares étaient en France, dans les années trente, les physiciens qui estimaient comme Destouches que les problèmes posés par la physique nouvelle exigeaient, pour être élucidés, un traitement axiomatique, une étude préalable de la notion de théorie déductive et du rôle joué par la logique dans la présentation des théories physiques sous forme déductive, une analyse des concepts fondamentaux de mesure, de grandeur physique, de corpuscule, d'atomisme [...]. [Barreau, Février & Lochak (éds.) 1994, 17]

L'intérêt de Destouches pour l'approche axiomatique n'explique pas à lui tout seul l'attention que Rougier porta à ses travaux. Du point de vue du combat contre l'apriorisme, il faut surtout rapporter ici un autre des thèmes principaux de la philosophie de la physique de Destouches, celui de l'*unité de la physique théorique*. Selon Michel Bitbol, l'un des thèmes majeurs dans l'œuvre méta-théorique de Destouches est celui de « l'analyse des relations qu'entretiennent les théories physiques déjà formées » [Bitbol 2001, 14]. En 1939, Destouches déclare dans son ouvrage *Physique moderne et Philosophie* [Destouches 1939] :

Tout acquis reste acquis, quels que soient les changements d'opinion qui peuvent survenir sur les faits et les lois qui les régissent. Une révolution en physique conserve toute la physique qui lui est antérieure, elle rejette seulement une certaine interprétation des lois découvertes pour la remplacer par une nouvelle interprétation qui permette de relier les solidement assises aux parties nouvellement conçues. C'est donc plutôt une réorganisation, exigée par l'adjonction de parties neuves réclamant des vues nouvelles en opposition aux vues anciennes qu'une destruction au sens propre : toute révolution dans le monde de la physique théorique en est là (p. 20).

¹⁴Cité dans [Barreau, Février & Lochak (éds.) 1994, 14].

Plus loin, Destouches insiste sur la nature méthodologique, normative, *a priori* de l'exigence d'unité :

L'unité de la physique théorique ne peut être totalement objective, c'est-à-dire extérieure à nous, c'est un caractère senti par notre esprit. Elle est affaire de méthode, non de réalité, elle est donc en grande partie subjective : voulue par nous, en nous, pour nous (p. 63).

Il n'est pas certain *a priori* que cette unité puisse toujours être atteinte. Comme le remarque Michel Bitbol, « 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 contradictoires ». Pourtant, Destouches affirme que l'unification est toujours réalisable : il est toujours possible de maintenir une unité dans le champ théorique en absorbant les contradictions entre théories incompatibles. Destouches montre qu'une paire de théories donne toujours lieu à la possibilité d'une union via une « théorie englobante ». La réalisation de cette union dépend de la situation considérée. Si les deux théories :

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 produit logique de tous les axiomes de la théorie (*ibid.*).

Si, par contre, le corpus d'une théorie contient une proposition qui contredit celle(s) de l'autre théorie, il est nécessaire, pour arriver à la théorie englobante, de faire subir des modifications aux règles de raisonnement qui la sous-tendent, par exemple en restreignant le champs d'application du produit logique, comme, à cette époque, dans les logiques non-classiques de Hans Reichenbach ou, justement, de Paulette Février. Ainsi, dans le domaine de la théorie quantique,

Le logicien qui refuserait d'accorder des modifications aux règles habituelles de raisonnement, et, d'une façon plus précise, aux règles du calcul classique des propositions, s'interdirait, par cela même, la construction de toute mécanique ondulatoire ; la microphysique resterait hors de son entendement (p. 64).

Il s'agit là une justification cruciale de logiques non-classiques, exactement du type de celles dont a besoin, comme nous l'avons vu, l'argumentation de Rougier : l'unification des descriptions ondulatoires et

corpusculaires, contradictoires en termes de la logique classique, passe par l'abandon de cette dernière en faveur de variantes non-classiques.

4.2 Le relativisme logique de Paulette Février

L'intérêt de Jean-Louis Destouches pour les fondements se retrouve chez Paulette Février. À l'instar de Destouches, elle est convaincue de la nécessité, pour comprendre les théories actuelles, d'aller sur le terrain méta-théorique. Pour elle, une théorie ne se comprend du moins dans sa structure formelle, qu'en considérant le champ des alternatives possibles. Dans la préface de son ouvrage fondamental *La structure des théories physiques* [Février 1951], Paulette Février déclare :

[...] lorsqu'on veut obtenir une pleine compréhension de la physique quantique, on ne peut se borner à raisonner au sein d'une théorie déterminée, comme on le faisait autrefois, c'est-à-dire uniquement dans la mécanique ondulatoire ; il faut envisager plusieurs théories possibles et les comparer entre elles (p. 1).

Si Jean-Louis Destouches justifie le recours aux logiques non-classiques par un argument d'ordre méthodologique — l'exigence de l'unité de la physique théorique, Paulette Février prône leur intérêt au nom de l'exploration des alternatives :

En outre, dans les théories, on n'utilise pas toujours la logique classique (celle des raisonnements usuels de mathématique ou de physique mathématique classique). Il est nécessaire de construire des logiques nouvelles adéquates aux nouveaux domaines d'investigation [...] dans les études de physique théorique modernes, on doit distinguer les éléments propres à la théorie physique et ceux qui appartiennent à la métathéorie, de même que dans les études sur les fondements des mathématiques on est amené à distinguer la métamathématique des diverses théories mathématiques.

D'autre part il ne s'agit pas là d'études seulement formelles comme celles qui portent sur les théories mathématiques, car on y tient compte de conditions d'ordre physique ; les raisonnements utilisés ne sont pas seulement ceux que l'on emploie dans les études sur les fondements des mathématiques, car ils concernent des théories mathématiques dont les énoncés sont liés à des résultats expérimentaux. De sorte

qu'ils forment une discipline spéciale que l'on peut appeler la *Physico-logique*, et qui joue par rapport à la physique un rôle analogue à celui de la métamathématique par rapport à la mathématique. L'intérêt essentiel de cette discipline est de mettre en valeur les liens étroits qui unissent l'aspect formel et le contenu physique d'une théorie. On constate qu'un certain contenu physique, c'est-à-dire une certaine somme de connaissances sur le réel, ne peut s'exprimer dans n'importe quel formalisme et au moyen d'une logique quelconque. Et inversement le choix d'une logique et celui d'un certain formalisme mathématique impliquent un contenu physique qui n'est pas quelconque (pp. 1-2).

Ces lignes indiquent déjà que tout comme Rougier, Février défend un pluralisme logique. La suite de son ouvrage montre que sa réflexion suit en fait les mêmes articulations philosophiques. Dans la section intitulée *Rapports de la logique et de la physique*, Février déclare :

L'utilité d'une étude sur les rapports de la logique et de la physique se conçoit si elle permet de fournir une solution aux problèmes suivants, essentiels pour la théorie de la connaissance :

- 1) La logique est-elle universelle et unique, par suite normative a priori, manifestant les lois d'une raison pure, et n'exprimant aucun contenu de connaissance ?
- 2) La logique est-elle arbitraire sous certaines conditions de cohérence et par suite n'est-elle qu'une tautologie, une syntaxe indépendante de toute connaissance et indépendante d'une structure de l'esprit ?
- 3) La logique est-elle adaptée à chaque domaine de connaissance, en particulier à chaque théorie physique ? Dans ce cas la logique ne peut constituer ni la forme a priori d'une raison pure indépendamment de toute application, ni une syntaxe arbitraire ; elle exprime au contraire un certain contenu de connaissance.

Différentes philosophies ont voulu fournir des réponses à ces problèmes, mais ce n'est pas dans une philosophie qu'une solution à caractère positif peut leur être donnée, c'est seulement dans la pratique de la technique scientifique [...] Une étude de la structure des théories physiques doit fournir la réponse cherchée ; si c'est le troisième cas qui est réalisé, il est nécessaire alors de préciser, dans chaque domaine, quelles

logiques doivent être utilisées, et d'étudier les règles de ces logiques (p. 3).

Cette étude est entreprise dans les pages suivantes. Pour mieux souligner la dépendance de la logique des exigences dictées par les contenus concrets de la connaissance physique, Février adopte le point de vue bien connu de Gonseth [Gonseth 1936a, 1936b, 1937] :

[...] il est incontestable que la logique [...] apparaît d'abord comme une certaine physique quand on la considère précisément sous l'aspect d'un accord entre l'esprit et le réel. Ainsi certains philosophes empiristes ont cherché à expliquer les lois de la logique classique par référence aux lois expérimentales [...]. F. Gonseth a montré d'une façon particulièrement nette que la logique avait une face empirique ; elle est, selon lui, la physique sommaire des objets que saisit l'esprit dans une certaine perspective ; si nous envisageons le domaine de l'action courante, elle est la physique sommaire des objets usuels, c'est-à-dire l'ensemble des lois existentielles de ces objets, qui peuvent être considérées comme la base des lois de la logique bivalente classique [...]. Si tous les énoncés que nous aurons à considérer peuvent s'exprimer sous la forme d'énoncés d'existence d'objets abstraits obéissant aux mêmes lois que les objets usuels, alors nous serons sûrs que la logique classique s'applique universellement [...]. Mais il n'est nullement certain que tous les énoncés scientifiques, en particulier ceux de la physique, pourront se mettre sous cette forme. L'étude de M. Gonseth ne nous permet pas de répondre aux questions fondamentales posées dans le paragraphe précédent, mais elle nous laisse entrevoir que la logique classique pourrait éventuellement avoir un champ d'application limité et que dans certains domaines il pourrait être nécessaire d'utiliser des logiques convenablement adaptées à ces domaines (pp. 4-5).

La justification des lois de la logique classique par leur isomorphisme avec les lois d'existence des objets usuels ouvre la porte à des alternatives : il suffit pour cela que l'on considère des domaines d'objets obéissant à des lois existentielles différentes :

Par exemple si nous nous éloignons du monde habituel dans lequel l'apparition et la disparition des objets sont essentiellement liées à des causes nécessaires, pour aborder celui de la physique atomique, nous assistons à des phénomènes de

création et d'annihilation de corpuscules, qui conduisent à adjoindre aux états d'existence et de non-existence *l'état zéro* exprimant une possibilité de passage à l'existence. Les énoncés existentiels pour ces corpuscules ne suivent donc pas les lois de la logique classique mais celles d'une logique trivalente L_{3E} .

Ceci ne fournit cependant pas une réponse aux problèmes fondamentaux du paragraphe 1, car au moyen d'opérateurs de modalités on pourra transformer les énoncés existentiels de cette logique trivalente en des énoncés appartenant à une extension de la logique classique [...] Par conséquent il se peut qu'il soit plus commode d'utiliser une logique trivalente pour énoncer les états existentiels des corpuscules mais cela n'est pas indispensable et l'on peut aussi y parvenir par la logique classique. Ici l'on est donc libre d'utiliser à volonté deux logiques distinctes pour exprimer les propriétés existentielles des corpuscules, et ainsi l'on voit déjà qu'il *n'existe pas une logique unique, universelle et nécessaire, mais que l'on peut avoir en certains cas le choix entre plusieurs logiques* (pp. 6–7).

A ce stade, Paulette Février attire surtout notre attention sur la possibilité d'interpréter les énoncés existentiels des entités atomiques en termes des logiques *différentes*, sans que l'une de ces dernières ne s'impose exclusivement, en particulier sans qu'il ne soit nécessaire de renoncer à la logique classique. Cependant, elle montrera plus loin que dans le cadre d'une physique où interviennent des grandeurs non simultanément mesurables (« grandeurs incomposables »), la logique des propositions expérimentales est une logique « qui ne se laisse pas traduire en termes d'une logique classique par des opérateurs de modalité » (p. 119). Ce principal résultat de son ouvrage est le type même d'argument que recherchera et reprendra Rougier.

4.3 Rougier et l'emploi des logiques alternatives : jugement d'ensemble

Les positions épistémologiques et méthodologiques de Destouches et de Février nous expliquent la place que ces deux penseurs occupent dans le *Traité*. Pour pouvoir suivre leurs argumentations, Rougier a dû sans doute améliorer ses connaissances physiques et mathématiques, et c'est à cela que nous devons les nombreuses allusions techniques du *Traité*. Si

nous revenons maintenant à la stratégie de Rougier contre l'apriorisme logique, nous voyons comment Rougier a trouvé chez Destouches et Février le chaînon final de son argumentation, c'est-à-dire l'affirmation de la *nécessité* des logiques alternatives. Nous ne serons donc pas étonnés de voir Rougier reprendre presque *textuellement*, dans la section III du chapitre VIII (« Choix d'une logique dans les théories physiques », pp. 162–168), l'argumentation de Paulette Février présentée plus haut. Dans la section suivante, IV (« Choix d'une logique pour l'unification des théories physiques », pp. 168–170), c'est au tour de Destouches de fournir à Rougier les arguments nécessaires pour invoquer la nécessité de recourir à des logiques non-classiques.

Grâce à ces arguments, Rougier pourra enfin déclarer :

On voit par là que la conception d'une logique a priori, une universelle, et normative, s'imposant à tous les esprits et dans tous les domaines, n'est pas recevable. Toute théorie déductive incorpore une logique déterminée. La logique doit s'adapter aux différents domaines de la pensée, tout comme les mathématiques appliquées (pp. 169–170).

Dans sa quête d'exemples des usages des logiques alternatives dans la science de son temps, Rougier s'est aussi tourné vers les travaux de Hans Reichenbach sur une logique des probabilités (1935), et surtout vers son étude d'une logique à trois valeurs datant de 1944 [Reichenbach 1935, 1944]. Dans la mesure cependant où le but recherché de Rougier était avant tout d'argumenter en faveur de la nécessité de leur usage dans les sciences, c'est dans les thèses de Paulette Février qu'il trouva les meilleurs arguments, et ceci explique la prépondérance donnée, dans le *Traité*, à l'exposé des thèses de la logicienne française. On s'interrogea en son temps sur l'intérêt de la logique des probabilités de Reichenbach.¹⁵ Son recours à une logique trivalente en théorie quantique suscita pour sa part des vives critiques [Hempel 1945], [Nagel 1945], [Feyerabend 1958, 1967]. Il est en tout cas clair qu'il n'offre pas un argument décisif en faveur de la *nécessité* de cette logique. La construction de Reichenbach avait essentiellement pour motivation d'exprimer les préceptes de la complémentarité directement en termes du langage-objet. Selon la manière orthodoxe de procéder de Bohr et Heisenberg, on évite les contradictions inhérentes à certains énoncés attribuant au système des valeurs simultanées des grandeurs incompatibles en déclarant ces énoncés comme dénués de signification. Ces déclarations, formant le contenu de la complémentarité, sont de fait, selon Reichenbach, des règles méta-linguistiques. Pour

¹⁵ Voir par exemple [Margenau 1939].

cette raison justement, elles ne conviennent pas, selon lui, à l'expression des lois physiques. Reichenbach préféra éviter les contradictions en désamorçant, déjà en amont, le mécanisme logique permettant d'y arriver. La logique qu'il proposa, munie d'une troisième valeur, « indifférent », et comportant des tables de vérité conséquemment amplifiées, permettait justement cela. Comme Reichenbach le reconnut cependant lui-même dans sa réponse à la critique de Nagel,¹⁶ hormis le refus d'une expression des lois physiques en termes méta-linguistiques, il n'y avait pas d'autre raison à recourir à sa logique alternative (qui de surcroît est tout à fait traduisible en termes de la logique classique).

Pour sa part, l'argument méthodologique de Jean-Louis Destouches est tributaire de l'acceptation préalable de l'unification des théories physique comme *seule réponse* à la confrontation entre théories incompatibles. Il est légitime de s'interroger si la résolution des inconsistances entre deux théories données devrait *toujours* passer par un affaiblissement de la logique : l'examen des situations historiques semble d'emblée contredire Destouches, mais Rougier ne se prononce pas sur cette question dans le *Traité*.¹⁷

Nous voyons ainsi que dans la liste des usages nécessaires des logiques alternatives dressée par Rougier, seul celui prôné par Paulette Février semble ne pas être tributaire d'un choix méthodologique fondamental. Le projet de Paulette Février et en particulier sa réalisation technique ne furent cependant pas exempt de critiques.¹⁸ Malgré la force de certaines d'entre elles, et le danger qu'elles présentaient à tout le relativisme logique de Rougier, on n'en trouve aucun écho dans le *Traité*. Cette absence de réaction semble confirmer ce qui a été déjà pressenti plus haut : en 1955, le *Traité* n'est plus qu'un ouvrage d'arrière-garde. Il récapitule certes toute la philosophie scientifique de Rougier en renforçant ses parties par effet d'ensemble, mais il ne la fait plus évoluer au contact des nouveaux débats philosophiques qui ont émergé depuis.

5 Conclusion

L'examen des textes de Rougier consacrés à la physique d'avant les années trente et leur confrontation avec ceux (bien plus rares) qui viennent après permet de mettre en évidence un changement de sa ma-

¹⁶[Reichenbach 1946, 246].

¹⁷On peut avoir recours ici au même argument que celui que Feyerabend déploya contre Reichenbach [Feyerabend 1967], voir plus loin.

¹⁸Parmi celles-ci, voir par exemple [McKinsey & Suppes 1954].

nière d'exploiter les enseignements de la science dans ses argumentations philosophiques. Si nous prenons *La matérialisation de l'énergie* comme un standard de sa production d'avant guerre, le rôle de la physique y apparaît surtout comme celui permettant de lever les « paradoxes » philosophiques : on y parvient en montrant ce que ces derniers ont d'obsolète quand on prend en compte les nouvelles avancées de la science. Prenons comme exemple le dualisme matière-énergie : à la lumière de la physique contemporaine, la matière est énergie, alors que l'énergie, elle, a une « structure » (due à sa corpuscularité) qui renvoie à la matière. La dualité de la matière et de l'énergie n'était donc qu'une illusion, mais non pas, à vrai dire, un pseudo-problème philosophique.¹⁹

Dès sa prise de possession des techniques d'analyse propres aux idées de l'empirisme logique, et sous l'obédience de la thématique axiomatique, Rougier puise dans la physique d'autres arguments. Il ne s'agit plus tant de convoquer, à l'appui de ses thèses, des nouveaux faits, mais de déceler, dans la marche des sciences, des *nouvelles avancées structurelles et formelles*. Ainsi :

- *l'invariance de Lorentz* vient se substituer au *principe de relativité*, et à l'inertie de l'énergie,
- la *calcul opératoirel non-commutatif* de la mécanique quantique, et le *recours aux espaces abstraits* vient se substituer à la dualité phénoménologique onde-corpuscule (ils induisent naturellement le recours aux logiques non-bivalentes).

Cependant, les nouveaux arguments que Rougier entend tirer de la physique de son temps poussent sa compréhension dans ses derniers retranchements. Le voici contraint de s'appuyer sur les analyses des autres, en reprenant en bloc leurs propos. Les travaux de Destouches et Février ont joué ce rôle au sein des écrits de Rougier consacrés à la théorie quantique. On peut s'interroger dans quelle mesure Rougier ne perdit pas là une certaine maîtrise de sa philosophie scientifique dont une partie se voyait désormais tributaire d'une argumentation qui n'était plus la sienne propre. Cette circonstance, et la perte de contact avec la philosophie des sciences d'après-guerre dont semblent témoigner les silences du *Traité*, renforcent le sentiment que Rougier n'est plus, à cette époque, aux avant-postes de la réflexion épistémologique.

¹⁹ Au sens où l'analyse empiriste logique de ses termes montrerait qu'il est vide de sens.