

La philosophie mathématique de Maximilien Winter (1871 – 1935)

DIDIER LESESVRE

Résumé. Maximilien Winter a été au cœur de la tradition épistémologique française, la façonnant en fondant la *Revue de métaphysique et de morale* avec Brunschvicg, Couturat, Halévy et Léon. Désormais tombé dans l'oubli, nous peignons le portrait de sa philosophie singulière à travers une étude de son abondante production au sein de la *Revue*.

La philosophie wintérienne s'oppose frontalement à la métaphysique, au positivisme et au logicisme alors dominants, réhabilitant à la place une épistémologie historique critique des idées et des méthodes. Selon Winter, la philosophie a pour rôle de clarifier et d'organiser les principes de la science, à travers une analyse technique des textes scientifiques et de l'évolution des idées.

Mots-clés. Maximilien Winter, épistémologie, histoire de l'épistémologie, principes de la science, opposition à la métaphysique, opposition au positivisme.

Je suis redevable à Jean-Jacques Szczeciniarz pour avoir attisé ma curiosité envers l'épistémologie mathématique de Maximilien Winter. Je remercie chaleureusement Mario Castellana pour avoir ravivé mon intérêt pour ces études, nourri de riches discussions et m'avoir encouragé à publier ces travaux.

§ 1. — Introduction : Le rôle de la philosophie des sciences.

Aperçu de sa vie, ses influences et ses orientations. Maximilien Winter (1871 – 1935) fait ses études au lycée Condorcet, à Paris, où il se lie d'amitié avec Léon Brunschvicg, Louis Couturat, Élie Halévy et Xavier Léon. Cette relation mène à la création de la *Revue de métaphysique et de morale* en 1893, dont l'objectif affiché est de donner à

la philosophie un vecteur efficace de transmission et de défendre son statut face à l'écrasant essor des sciences tout en s'opposant à la spéculation positiviste⁽¹⁾.

Winter fait ses études en droit et devient juriste de profession, justifiant que certains de ses travaux portent sur les controverses juridiques ([4] et [6]). Il se passionne de mathématiques et de philosophie des sciences, et s'illustre par de nombreux articles sur l'épistémologie, publiés régulièrement dans la *Revue*. L'influence de son professeur Alphonse Darlu (voir [23]) ne manque pas de se retrouver dans les aspects platoniciens et néo-kantiens de sa philosophie. Winter défend une philosophie systématique de la science, légitimée par une dialectique dont la rigueur, ayant pour modèle la logique, est la garantie d'objectivité de la pensée.

Winter est en cela bien loin de soutenir le rétablissement de la philosophie métaphysique et morale, chère à la ligne éditoriale de la *Revue*, qui est au contraire pour lui un écueil à éviter. Son intérêt pour Auguste Comte et Hegel ([22]) transparait dans son rejet ferme de la métaphysique et de tout argument relevant de postulats absolus ou théologiques. L'acceptation du rôle central de la science semble toutefois unir les penseurs de la *Revue*, sans que Winter n'en partage les visions d'une supériorité de la philosophie sur la science, accordant au contraire une place primordiale à l'étude des travaux scientifiques. Il demeure naturel que le jeune philosophe ait trouvé sa place dans la *Revue*, celle-ci se défendant de promouvoir une doctrine particulière, contrairement à ses homologues, et souhaitant devenir une tribune relativement libre de la philosophie en France. Les affinités entre Winter et les autres fondateurs de la *Revue* ont sans doute facilité sa participation.

Winter cherche ainsi à réhabiliter la place de la philosophie comme réflexion sur les principes de la science contre l'approche positiviste, à réintroduire la pratique scientifique et technique

(1) Voir [27], qui s'attache plus particulièrement à la vie de Léon Brunschvicg, Élie Halévy et Xavier Léon. Peu d'informations et d'études existent sur Maximilien Winter : ses propres écrits — près de quarante années d'articles publiés exclusivement dans la *Revue* — et la nécrologie qui lui est dédiée; les trois articles [24], [26] et [27], qui traitent essentiellement de l'histoire et de la philosophie de la *Revue*; et deux travaux récents : le livre de Castellana [25], qui le situe au sein de l'épistémologie historico-critique; ainsi que l'étude d'Alunni [23], qui jette un éclairage nouveau sur la philosophie de Winter comme « *figure centrale de la connexion surrationnaliste entre philosophie et mathématique* ». Nous regrettons de ne pas avoir eu le temps d'étudier en profondeur la correspondance du philosophe, qui est conservée dans le fonds de la bibliothèque Victor Cousin à la Sorbonne.

contre l'approche métaphysique, traçant un chemin entre les orientations métaphysiques de la *Revue* et le positivisme auquel elle s'oppose.

Un intérêt pour des problématiques modernes et scientifiques.

Dès ses premiers écrits, Winter s'attache à une étude approfondie des théories scientifiques, retraçant l'évolution des idées, s'intéressant aux jugements des savants eux-mêmes sur leur discipline ainsi qu'à la fécondité des méthodes. Cette proximité, qu'il défend tout au long de son œuvre, entre philosophie et sciences, entre la pensée et son objet, sera le lieu commun de ses études. Le va-et-vient permanent entre les deux mondes restera le moteur de ses réflexions, érigé comme le seul chemin légitime pour unifier science et philosophie, rejoignant un certain intuitionnisme cher à Kant et à Poincaré.

Winter s'intéresse particulièrement aux bouleversements de la science de son temps. Si les objets scientifiques de son œuvre paraissent éclectiques (analyse, arithmétique, mécanique, physique quantique, relativité, biologie, droit), ils se distinguent par une actualité certaine. Ses études portent ainsi principalement sur les apports des théories nouvelles, tant au sein des sciences qu'en ce qu'elles remettent en question de nombreuses positions philosophiques : logique de Frege, théorie des ensembles de Cantor, axiomatisation de Hilbert, physique quantique de Heisenberg, analyse de Hadamard, ou encore relativité d'Einstein et De Sitter.

Ses recherches se concentrent sur l'axiomatisation des sciences, vue à travers des lunettes critique et rationaliste. Le problème est en vogue en ces temps d'éclosion des théories logiques, et si l'originalité ne caractérise pas son sujet, sa position est moins commune. Winter non seulement rejette catégoriquement, à l'image de Comte, les raisonnements métaphysiques des philosophes et de certains mathématiciens d'alors, mais se garde bien, en héritier de Kant, de sombrer dans l'absolu logicisme ambiant, dont Winter dira par la suite qu'il ne fut qu'un moment aveuglant pour les mathématiciens et les philosophes. Sa tâche est au contraire de mettre au jour un rôle nouveau de la philosophie et de l'histoire dans le développement des sciences.

Une philosophie organisatrice et clarificatrice. D'un esprit scientifique et rationaliste, Winter s'attache à préciser les méthodes possibles pour étudier les principes de la science. Il conçoit ainsi la mission du philosophe : « la pensée philosophique n'est ni

démonstrative ni simplement critique, elle est organisatrice, ou plus exactement systématique » et vise essentiellement « sinon [à] définir au sens scientifique du mot [les principes systématiques de la science], au moins [à] suffisamment déterminer pour l'organisation de nos idées » ([2], p. 615-616). Cette approximation dans la détermination, marquant le deuil des définitions absolues, est un premier signe d'une philosophie qui demeurera profondément ancrée dans la pratique de la science en train de se faire et à laquelle une philosophie organisatrice, même imparfaite, peut contribuer.

Sa *nouvelle conception de la philosophie des sciences* est explicitée dans son article fondateur [2] : « Toutes les sciences doivent s'efforcer de réaliser le type de la certitude : A est A . Or la réalité ne nous offre que des faits hétérogènes; le problème que la science devra résoudre sera donc de trouver des relations d'identité entre les faits hétérogènes. Mais [...] ce ne pourra être directement, mais au moyens de détours que l'esprit pourra mettre entre les faits hétérogènes des relations d'identité. La tâche de la philosophie des sciences sera donc de déterminer ces détours de l'esprit humain. » ([2], p. 607) Le rôle du philosophe wintérien apparaît donc avant tout comme une quête de clarification des principes sous-tendant les sciences.

Il ne s'agit pas pour autant d'embrasser un relativisme philosophique où chaque objet serait baigné dans une philosophie spécifique. Autre contraire, « Nous admettons [...] qu'il y a place hors des mathématiques pour différents ordres des choses, pour des méthodes distinctes : mais nous ne renonçons pas pour cela à établir que les différents principes sur lesquels sont fondés les méthodes ne sont pas des conceptions arbitraires, mais des principes rationnels. La tâche du philosophe ne sera pas de faire le catalogue des subterfuges de l'esprit humain, mais de déterminer rationnellement les principes qui fondent les diverses méthodes et d'en montrer l'enchaînement systématique. » ([2], p. 613) La quête de Winter ne se limite donc pas à une mise au jour de principes de fait, mais à en dégager une cohérence et, sinon un système, tout du moins à en clarifier les relations.

Une telle tâche est multiple et s'apparentera dans toute l'œuvre de Winter à une enquête pour déceler les postures philosophiques régissant la science, suivie d'un travail de discussion de la valeur de ces principes, pour en éviter certains biais et dégager des lectures nouvelles. Plus précisément, « il y a pour le philosophe un rôle important à remplir qui relève de la science sans se confondre

avec le travail du savant. [...] Parmi les tentatives nouvelles un petit nombre constituent des découvertes intéressantes, la plupart sont sans portée et beaucoup sont fausses. Il est important qu'un triage de ces essais soit opéré, qu'une critique juge les théories à leur naissance. Cette critique est aux sciences ce que la critique dramatique est aux pièces de théâtre [...] et qui sera mieux faite par un philosophe ayant une solide instruction scientifique, que par un savant inventeur [...] Il y a pour le philosophe un second objet d'étude, c'est l'histoire philosophique des sciences, [...] l'histoire conçue comme la genèse même des théories scientifiques, où la filiation des idées fondamentales serait établie » ([7], p. 326). Pour résumer, « critique des sciences, histoire philosophique des théories scientifiques, contribution à la formation des méthodes et des théories scientifiques, telles sont à notre sens les trois formes sous lesquelles se manifeste la pensée philosophique » ([7], p. 327). C'est une philosophie profondément ancrée dans les sciences et leur histoire que Winter propose que son œuvre instancie.

Une analyse précise des postures philosophiques sur les sciences.

Winter va au-delà de la recherche de l'unification des sciences, et accorde au contraire une importance primordiale à l'étude de la variété des méthodes et des principes. Il souligne ainsi que « le syllogisme, l'égalité mathématique, la méthode de superposition géométrique, les expériences de physique, les raisonnements juridiques sont tous des applications de ce principe [d'identité] et cependant les rapports entre les concepts, l'égalité des quantités, la coïncidence des figures, la méthode expérimentale de la physique, les discussions sur le droit civil sont des méthodes bien différentes. Par conséquent, faire abstraction dans les sciences de tout ce qui ne se réduit pas à la pure forme de l'identité c'est examiner seulement une face du problème philosophique, c'est dégager l'élément commun à toutes les sciences; mais la philosophie doit aussi déterminer les *différences constitutives et spécifiques* des principes et des méthodes. » ([2], p. 610) Cet éclectisme des sujets, qui reflète une diversité qu'il convient de ne pas masquer, devient et restera ainsi fondamental dans ses travaux.

Winter dégage trois philosophies et approches dominantes dans la réflexion sur les sciences et la recherche de leurs fondements, qu'il discutera et confrontera tout au long de son œuvre, qui serviront pour ainsi dire de repères contre lesquels il dessinera sa

philosophie des sciences. Nous résumons ces postures et dédions cet article à clarifier les positions et arguments wintériens.

La première posture est la *métaphysique*, méthode de réflexion plusieurs fois millénaire et jamais épuisée, dont il constate l'impact et l'omniprésence tant en philosophie que dans les réflexions scientifiques et dans les arguments des savants eux-mêmes. Winter appelle métaphysique « toute théorie de la perception et de la connaissance, ou tout système d'explication de la constitution ultime de la matière, et qui n'employant ni la méthode mathématique, ni la méthode expérimentale des sciences physiques, n'accroîtra pas le domaine de la science positive. » ([3], p. 509-591) Cette métaphysique est étrangère aux expériences, et est pour Winter plutôt une philosophie des principes premiers, s'élevant en une théologie au-dessus des raisonnements et des objets scientifiques, mais de ce fait hors de la science.

Le *positivisme* est un courant naissant avec Auguste Comte au XIX^e siècle, érigeant comme critère ultime de jugement scientifique la confrontation aux faits, l'expérimentation. Dans la lunette positiviste, la science a pour objectif de décrire précisément les relations constatées dans les faits, s'opposant notamment aux spéculations métaphysiques. Elle est ainsi de même nature que la science, utilisant les mêmes outils d'exploration, et visant à en ordonner les constats en des lois de la nature. Si Winter adopte une philosophie plus proche de la science, refusant de se délier des expériences et des observations, il donne toutefois comme rôle au philosophe de penser les principes de la science, les clarifier et les organiser, allant au-delà de la seule observation positiviste.

Enfin, la logique connaît au cours de l'histoire une progression qui devient au début du XX^e siècle une domination presque totale après une conquête fulgurante de la majorité des milieux mathématiques comme philosophiques. Son développement au sein des mathématiques ne manque pas de se généraliser aux autres sciences et aux réflexions philosophiques. Ce *logicisme* nouveau, poussé par les théories axiomatiques de Frege et Cantor, ainsi que l'effort formaliste de l'école de Hilbert, postule que la formalisation est la voie permettant d'embrasser les règles de la vérité et de mécaniser la pensée. Winter en arrive ainsi à se demander : « ne doit-on pas estimer qu'une logique, conçue dans le même esprit, absorbera un jour, en se développant, la philosophie de toutes les sciences positives ? » ([3], p. 591) Cet enthousiasme pour une science formelle et axiomatique est très présent dans les travaux de Winter, mais avec mesure et restriction, considérant

la logique comme un outil de clarification et de contrôle plutôt que comme une méthode unique et suffisante à fonder les sciences.

Winter rejette chacune de ces trois conceptions de la philosophie des sciences, se donnant pour tâche de trouver un chemin intermédiaire entre ces positions extrêmes. « Il s'agit de savoir si le jugement scientifique est purement abstrait, général, analytique (le mouvement même de la pensée scientifique tendrait alors à supprimer tout contenu empirique) ou s'il est synthétique (c'est-à-dire s'il unit d'une manière concrète la loi à un contenu particulier que l'on ne pourrait en séparer). Peut-être faudrait-il dire que le jugement scientifique n'est ni analytique, ni synthétique, mais qu'il est intermédiaire entre ces deux sortes de jugements. C'est cette dernière thèse que nous essayerons de démontrer. » ([1], p. 171). Cette déclaration d'intention, dès sa toute première étude, demeurera son programme philosophique constant.

Winter décrit son approche philosophique comme l'*histoire critique* des idées et des méthodes. La portée de cette approche est décrite par Winter comme immense et trop peu considérée. Il s'agit d'établir une compréhension fine et un examen attentif des paradigmes et des objets scientifiques pour les juger à l'aune d'une épistémologie historique. Winter « revendiqu[e] pour la philosophie le droit d'aborder les questions techniques », défendant une pensée philosophique formée par « [la] critique des sciences, [l']histoire philosophique des théories scientifiques, [et la] contribution à la formation des méthodes et des théories générales » ([7], p. 327). Il s'agit ainsi d'une méthode *a posteriori*, essentiellement fondée sur une justification provenant de l'expérience, de la pratique, de la compréhension des idées de la science et de leur fécondité.

Toute l'œuvre de Winter, ses études précises de théories scientifiques et ses réflexions sur les sciences, sont orientées vers la mise en regard de ces méthodes, souvent conjointes dans les faits, pour en clarifier les valeurs et les principes sous-jacents. Winter redonne une place forte aux études scientifiques techniques sans limiter la philosophie à une attitude positiviste de description, et donne toute son ampleur à la lecture de l'histoire des sciences comme seul moyen de penser le développement scientifique en dégageant un mouvement naturel des principes (voir partie 2). Des méthodes qu'il dégage, il bannit la métaphysique en lui ôtant tout droit de cité comme épistémologie (voir partie 3), et restreint fortement le cadre

philosophique et absolu du logicisme sans toutefois nier son importance primordiale dans le raisonnement (voir partie 4), pavant la voie pour une philosophie nouvelle.

§ 2. — Une philosophie proche de la science.

Une philosophie critique pour dégager des principes féconds. La constante dans la philosophie de Winter est de conserver une proximité avec l'objet des sciences. Cet objet est extérieur à la pensée, la science n'en développe que des modèles, mais il demeure le critère de jugement des principes et des résultats. Sa posture pourrait ainsi être qualifiée de critique scientifique, rejoignant un certain positivisme. « La critique garde au contenu sa forme expérimentale pour éviter que les principes métaphysiques, simples conditions de la pensée, ne soient transformées en idées dialectiques » ([2], p. 619). L'expérience n'est toutefois pas le criterium absolu, ainsi que le revendique le positivisme : « le positivisme philosophique, qui condamne la pensée humaine à se borner de plus en plus, est démenti par les progrès mêmes de la science [...] Seul l'idéal rationnel qui affirme la suprématie du calcul et la résolution possible de l'univers en principes mathématiques, est conforme à l'esprit de la science, et peut constituer un principe d'enthousiasme et d'excitation à la recherche de la vérité scientifique » ([3], p. 619).

Le rôle du philosophe n'est donc pas de se limiter, suivant les idées positivistes, aux seules observations des faits. S'il n'a pas à s'immerger dans le travail du scientifique en ce qui concerne les applications des méthodes et des techniques, dont il ne peut égaler la virtuosité, « c'est dans la détermination des principes nouveaux que l'esprit philosophique intervient » ([8], p. 912) et guide le savant, en aidant à dégager des directions de recherche, sinon à éclairer d'une lumière nouvelle les résultats et les méthodes. Ainsi, « L'exposé d'ensemble des principes élémentaires d'une science fondamentale comme l'Analyse, quand il est fait par un grand mathématicien, a toujours une portée philosophique » ([21], p. 607), marqué par un recul critique sur les idées. En combattant une présentation émietlée des mathématiques, ce qui n'a pour conséquence que d'en occulter l'intérêt et d'en fausser l'harmonie, Hadamard est le modèle du philosophe-mathématicien wintérien, « s'effor[çant] de rattacher les solutions, par des méthodes rationnelles, aux principes fondamentaux » ([21],

p. 608) qu'il dégage des multiples problèmes et aspects des mathématiques pour en éclairer l'unité.

La philosophie critique n'est pas qu'une posture abstraite, mais se révèle être également la plus à même pour juger la marche de la science. En effet, il faut dégager philosophiquement la portée réelle des faits nouveaux en en dégageant les principes féconds indépendamment de l'émotion suscitée à l'intérieur de la discipline. Il constate que « lorsque apparaît une théorie scientifique nouvelle, elle détermine parfois nos idées générales comme un remous qui semble ébranler les bases mêmes de la science. Puis, avec le temps, les choses se tassent et se classent. On s'aperçoit que l'univers scientifique n'a pas été bouleversé, mais qu'une vérité spéciale est venue simplement s'ajouter aux vérités déjà connues » ([14], p. 268). La place du philosophe pensant les sciences garantit ainsi à la réflexion scientifique une certaine objectivité, évitant l'éblouissement et les conclusions trop vives. L'extériorité de la réflexion philosophique permet de libérer la pensée sur la science de ses conditionnements culturels internes. Cette présence est d'autant plus nécessaire que, compte tenu de l'accumulation perpétuelle d'idées et de résultats nouveaux en science, « il est important [...] qu'une critique juge les théories à leurs naissances. Cette critique [...] sera mieux faite par le philosophe ayant une solide instruction scientifique, que par un savant inventeur » ([7], p. 326). L'importance de la compétence technique et scientifique pour comprendre l'essence des travaux scientifiques avec suffisamment de finesse pour pouvoir les discuter se met ici en opposition avec beaucoup de pratiques philosophiques, demeurant éloignées des détails techniques. Ce rôle est endossé par Winter tout au long de son œuvre, analysant des détails d'une haute technicité, synthétisant les principes et jugeant une grande partie des évolutions scientifique de son temps.

Cette réflexion sur les principes ne doit toutefois pas englober la science, mais se contenter de l'éclairer dans une mesure nécessairement limitée : « chaque fois qu'un problème peut être résolu avec les méthodes existantes, par des artifices plus ou moins compliqués de calcul, mais sans principes nouveaux, la philosophie n'a absolument rien à faire dans ce travail [...] ajoutons que des résultats d'une importance capitale pour la science ont été obtenus par ce moyen » ([8], p. 912). Il faut ainsi « déterminer [les principes] uniquement pour l'usage scientifique auquel ils sont destinés [...], mettre en évidence les principes seuls qui sont nécessaires à la science positive, et

ne pas chercher autre chose dans ce travail sur les notions élémentaires, qu'à en donner une détermination suffisante pour l'usage scientifique » ([8], p. 913). Ce point de vue nouveau, cette critique réflexive, doit donc se faire en identifiant les principes qui ont vraiment leur utilité, en en cherchant une « détermination suffisante pour l'usage scientifique » ([8], p. 913), affirmant le critérium de l'utilité comme juge du philosophe

Une méthode historique pour ordonner les idées. L'approche choisie par Winter pour cette critique est l'épistémologie historique, étudiant l'évolution et l'agencement des idées et principes au cours de l'évolution des sciences. Cette posture permet de rester lié à la discipline tout en gardant des attaches extérieures pour pouvoir juger les idées et les postulats avec recul. Elle va par ailleurs au-delà d'une simple description des résultats, cherchant à déterminer les principes centraux régissant les théories, leurs évolutions, leurs relations. « Nous ne nous astreindrons pas à suivre la méthode simplement historique; nous inspirant de Mach, et cherchant à appliquer aux mathématiques la méthode à la fois critique et historique que l'éminent penseur a développée dans son étude de la formation des principes de la mécanique, tantôt nous chercherons à montrer comment l'idée a évolué, et tantôt nous caractériserons en dehors de toutes considérations historiques, le système des notions élémentaires dans leur enchaînement logique. Cette méthode est légitime, car à tout prendre, une histoire complètement objective des sciences est impossible : la publication intégrale de tout ce qui paraît serait la seule méthode historique vraiment objective, méthode dont l'absurdité saute aux yeux. La critique interviendra toujours pour discerner les travaux importants qui doivent constituer les théories scientifiques fondamentales. » ([10], p. 495) Cela illustre la méthode historico-critique utilisée par Winter pour réaliser ses objectifs de clarification et d'organisation des principes et des idées de la science. Conscient de l'accumulation des connaissances scientifiques, « la critique scientifique peut avoir encore un autre intérêt. En cherchant à mettre en évidence les idées fondamentales que l'on rencontre dans les théories les plus récentes, elle peut contribuer à ce travail d'*élémentarisation* des notions qui est nécessaire au progrès de la science. Une simplification s'impose continuellement et parallèlement au travail d'accroissement. » ([10], p. 496).

Par ailleurs, « nous savons qu’une certaine philosophie implicite guide le savant, sinon lorsqu’il cherche à résoudre des problèmes clairement énoncés, du moins dans les choix des problèmes qu’il se pose, et ce sont les postulats de cette philosophie implicite qu’il serait intéressant de mettre au jour et de critiquer » ([14], p. 276). Cette remarque constitue, comme nous l’avons annoncé, la clé de voute de l’édifice philosophique de Winter : une recherche de clarification et d’organisation des principes, souvent implicites, des sciences. Une telle philosophie ne prétend pas déterminer des principes ultimes de la pensée, mais le savant doit gagner à prendre conscience de cette philosophie sous-jacente, complétant sa virtuosité technique. Winter montre systématiquement les fruits d’une telle étude historique, par exemple dans son étude de l’histoire des concepts et des méthodes en théorie des nombres où « la plupart des grandes idées qui ont transformé l’algèbre et l’analyse [...] ont été également fécondes en arithmétique » ([7], p. 323). C’est par ce biais que la philosophie critique fait revivre l’unité du monde, fragmenté dans son étude par la science en dégageant des généralisations constantes, comme il le montre sur l’exemple de la théorie des fonctions ([13]), où l’avènement et l’évolution du calcul fonctionnel, d’apparence désordonnée et avançant dans diverses directions, suivent des principes unificateurs : la tâche du philosophe a été de les mettre au jour. La portée et la capacité de pénétration plus grandes conférées par l’exploration philosophique trouve écho dans l’histoire auprès de mathématiciens tels Hadamard, Leibniz ou Poincaré dont l’impact scientifique a été immense. L’étude philosophique et critique de l’évolution des idées et des méthodes permet par exemple de mettre au jour les liens profonds existant entre l’analyse et l’arithmétique, pourtant si distinctes au premier abord et dans la pratique intérieure du savant, dégageant ainsi un ensemble plus vaste et plus complet formé par elles, dont les parties sont solidaires ([7], p. 344). Un autre exemple est fourni par le travail de Weyl, qui « constitue surtout un effort pour ajuster logiquement les principes de la géométrie différentielle et cinématique à la théorie de la relativité » ([16], p. 28). De manière plus générale « la tâche du philosophe est de justifier l’œuvre de la science en montrant que les principes sur lesquels la science repose ne sont pas un ensemble incohérent de symboles arbitraires, mais qu’ils forment une organisation rationnelle » ([2], p. 620), rendue explicite par le philosophe. Cette démarche historico-critique apparaît ainsi fondamentale, tant pour éclairer

les mathématiques dans leur évolution que pour faire avancer la réflexion philosophique associée, qui « se dégage naturellement de l'histoire même de la science » ([15], p. 666).

L'utilité de la philosophie en sciences. Winter défend la place que la philosophie peut et doit jouer dans la recherche scientifique, et son utilité au sein des sciences. Il argumente que « la critique interviendra toujours pour discerner les travaux importants qui doivent constituer les théories scientifiques fondamentales » ([10], p. 495) mais « le travail de critique dont nous parlons n'a pas d'ailleurs qu'un intérêt purement philosophique, il peut être pour la science d'une grande utilité » ([4], p. 496), ainsi que nous l'avons déjà mentionné. Ainsi, la philosophie est mise au service de la science, position légitimée par le constat que « le développement spontané de la philosophie dans les milieux scientifiques est la meilleure preuve de sa vitalité et de son utilité » ([8], p. 911). Ces travaux philosophiques sont en effet pour la plupart menés par la main de savants de tout premier plan et dont la connaissance de leur objet ne peut leur être imputée.

De nombreux exemples de cette utilité de la philosophie dans les sciences sont soulignés par Winter. Ainsi Dubois-Raymond et Cantor sont les plus belles preuves de cette fécondité de la méthode philosophique mariée à la science ([8], p. 918). Ils ont tout deux tiré parti des leçons apportées par les réflexions philosophiques sur les principes mathématiques qui les guidaient. « Si dans la science il y a des découvertes qui sont dues à d'habiles artifices de calcul, d'autres à des dispositifs expérimentaux ingénieux, il y en a, au contraire, qui ont pour origine l'effort de méditation d'un esprit philosophique » ([7], p. 326). L'étude précise des travaux de Leibniz et de Newton sur la genèse du calcul infinitésimal fait ainsi paraître que « l'infériorité de Leibniz comme calculateur fut plus que compensée, dans la création d'une méthode, par la largeur de sa pensée philosophique » ([7], p. 327), au point que « quelques-uns des progrès les plus essentiels de la science positive ont été accomplis par la pensée philosophique » ([7], p. 327). Un autre exemple est fourni par le développement de l'algèbre exposé dans [10] : si Lagrange a échoué dans l'établissement d'une méthode générale de résolution des équations, à partir de celles de Cardan et de l'école italienne dans le cas des petits degrés, il n'en a pas moins introduit le concept fondamental de fonction résolvante et dégagé la notion de symétries et de permutations. Ces nouvelles

idées seront la clé des études ultérieures de Galois, qui réussira à saisir la notion fondamentale de groupe associé à une équation et caractérisant sa résolubilité. La mise en évidence de ces structures aboutit à la preuve par Abel de la non résolubilité des équations générales de degré supérieur à 5, motivant une réforme de la notion de solution d'une équation. Ainsi sont aussi nés les moyens, si féconds en analyse, de représentation des solutions comme des limites d'approximations successives, par des fonctions transcendentes, des formes intégrales, des développements en séries, etc. Ce sont également les réflexions philosophiques de Klein qui permettent de franchir une étape supplémentaire ([10], p. 523) en unifiant les géométries. Le rôle éclairant et organisateur de la philosophie wintérienne se trouve ici richement illustré, et jugé à l'aune de son utilité au sein des sciences.

Finalement, savants et philosophes jouent un rôle complémentaire dans l'établissement de la science et le développement des idées, et « tandis que le savant s'intéresse exclusivement [au] fait nouveau et précis qui est venu s'adjoindre au fonds de nos connaissances, l'attention du philosophe, plus romantique de tempérament, est surtout attirée par la perturbation dans nos idées » ([14], p. 268). « Appliquée aux sciences positives, la philosophie, loin d'être comme les ignorants le supposent, une distraction d'esprits oisifs, constitue au contraire le principe même de fermentation qui excite les esprits trop enclins à contracter des habitudes machinales » ([8], p. 920). Cette posture « empêch[e] la pensée scientifique de se cristalliser » ([14], p. 269) et permet de déblayer la route et rendre la voie libre aux idées nouvelles. Mais « on ne saurait non plus la considérer comme une sorte de spécieuse universelle, dans laquelle la pensée mathématique s'anéantirait complètement » ([5], p. 214). Au-delà du principe unificateur et organisateur de la philosophie des sciences, celle-ci fait donc également son office utile aux scientifiques. Réciproquement, « il y a des problèmes mathématiques, proprement dits, qui soulèvent des questions philosophiques de grande portée » ([5], p. 214).

§ 3. — Winter contre la métaphysique.

Le rejet de la métaphysique. Malgré la rationalisation des écoles de pensées françaises et allemandes depuis le XVIII^e siècle, notamment avec la philosophie des Lumières, la critique kantienne et l'avènement de la logique moderne, la métaphysique demeure au cœur des développements philosophiques. Les arguments métaphysiques sont utilisés de manière souvent implicite, parfois non consciente, partant toujours sournoise. Ainsi les philosophies sont souvent partiellement teintées de métaphysique, la rigueur du raisonnement laissant parfois place à l'intervention d'une évidence transcendante qui retire sa légitimité, au sens d'une épistémologie scientifique, à l'intégralité du raisonnement. Telle est la position de Dunan qui pose à l'orée de son étude que « la science est le point de départ de la métaphysique » ([1], p. 167) et qui dérive de la science une métaphysique qui la régit, soumettant l'une à l'autre par le biais d'un postulat philosophique plus que d'une argumentation respectant des méthodologies ou des règles explicites.

Bien d'autres scientifiques et philosophes y ont recours. Tel est le cas de Kant, dont Winter reconnaît l'intérêt de la logique transcendante, mais se situant malheureusement au-delà de la science par son aspect métaphysique ([3] et [11]). Poincaré se défend également très justement contre les dérives et les utopies, sans pour autant prendre garde à éviter l'argument métaphysique final en faveur de l'intuition qu'il défend ([9]) : Winter souligne d'emblée son intention d'éviter cet écueil en « distingu[ant] dans le[s] problème[s] le point de vue méthodologique et le point de vue métaphysique » ([9], p. 921).

Dès le premier article écrit par Winter, le jeune philosophe s'attaque à l'aspect transcendant caractéristique des postulats métaphysiques. Il l'illustre sur l'exemple de la théorie vitaliste de Charles Dunan ([1], p. 169), et bien que tombant d'accord sur l'existence d'une unité vivante dépassant la simple réunion des parties du corps, la seule manière de la justifier devrait être selon Winter par la pensée et la science, alors que Dunan justifie à l'inverse la pensée par un postulat métaphysique vitaliste. La métaphysique est présentée par Winter dans son aspect hors des sciences, au-delà de son objet, et partant aussi étranger à lui. Or, « la métaphysique n'est pas une science, ne peut fournir de formules scientifiquement indiscutables » ([3], p. 595), et seule la science et la pensée déductive sont suffisamment précises pour prémunir les réflexions d'être biaisées par un postulat initial arbitraire et infondé, tels ceux de la métaphysique. Ainsi, au risque d'emprunter au logicisme, Winter refuse

avant tout la métaphysique, jeu de l'esprit qui ne peut apporter ni à la philosophie, ni a fortiori à la science. Ce rejet catégorique de la métaphysique est maintes fois exprimé par Winter, qu'il condense en ces mots : « laissons donc le symbolisme aux poètes, mais n'espérons pas y trouver une méthode philosophique » ([1], p. 179).

Winter reste constamment méfiant envers la dérive infondée des arguments et des affirmations, la dérive furtive de la philosophie vers les postulats arbitraires de la métaphysique. L'origine de cet arbitraire est l'indétermination et l'indéterminabilité des postulats métaphysiques qui sont tous valables autant que les autres, et c'est donc l'infinité des principes d'unification possibles pour la métaphysique qui la condamnent par son incapacité à trancher de manière rationnelle, ainsi qu'on le voit en ce qui concerne les spéculations stériles sur les différents infinis ([12]). Winter estime donc que « la sagesse extrême pour un mathématicien consisterait à ne pas envisager de tels problèmes, du moins sous leur forme absolument générale » ([12], p. 611), mais de les juger à la lumière de leur utilité dans le monde réel des sciences et de ses applications, critérium de vérité déjà soulevé.

La métaphysique : une posture floue. Le second argument notable à l'encontre de la métaphysique est le manque de précision de ses raisonnements, qui est tout aussi condamnable car des arguments flous ne permettent de rien prouver clairement, en particulier de rien discuter précisément. Ainsi Winter rejette la logique générale de Kant comme étant absolument déconnectée de la réalité et de fait vide de tout contenu, et ses élucubrations métaphysiques sur la logique transcendantale ne peuvent que discréditer d'emblée une pensée qui pourrait par ailleurs se défendre ([3]). La métaphysique tombe dans tous les écueils antipositifs que la logique naissante met en exergue et permet d'éviter : à des propositions floues ou tautologiques, par ses concepts mal définis, il faut ajouter la charge de l'arbitraire qui guide le choix des postulats de la réflexion, faisant de la métaphysique l'abîme par excellence des « preuves d'avocats » que Kant lui-même cherche à éviter. En bannissant de ses raisonnements la mathématique comme l'expérience, la métaphysique se prive de démonstration, « or, sans démonstration, il n'y a pas de théorie intellectuelle valable, et c'est cette incapacité à fournir des preuves, qui constitue le vice de toute philosophie métaphysique » ([3], p. 604). Le père du positivisme, Comte lui-même, sombre dans le vague des généralités avec l'ambition pour le positivisme de saisir

l'ordre régnant dans les notions fondamentales de la science comme au-dessus de la science, aboutissant à un « renversement arbitraire de méthode, dans le domaine [de] généralités [qui] ont été complètement inutiles à la science » ([7], p. 325). De manière générale « la méthode régressive, l'analyse métaphysique des notions élémentaires, est un retour aux formes vagues du discours vulgaire de la pensée commune d'où la science est originairement partie [...] et c'est par conséquent faire une œuvre stérile » ([8], p. 914) que de tolérer une métaphysique qui ne représente qu'une régression de la pensée vers le flou que la science positive moderne semble avoir définitivement vaincu.

Ce vague ambiant, fermement ancré dans les pratiques philosophiques, a tant un effet rassurant que trompeur, touchant même les savants les plus rigoureux. Ainsi, comme nombre de grands rationalistes et scientifiques tels Kant et Poincaré, l'aspect flou de la métaphysique s'immisce pernicieusement dans des discours pourtant se réclamant d'une rigueur autre : la défense de l'intuition face à la logique par Poincaré, pourtant intouchable par les attaques visant le manque de connaissances scientifiques, témoigne de la difficulté de la lutte. Le choix de Winter est de sauver la philosophie de cette obscure et vide métaphysique, et de fait en libérer la science, car « pour que [la] réflexion philosophique [sur les sciences] soit efficace, il faut qu'elle s'oriente dans le sens même de la science ; il faut qu'elle s'efforce de faire progresser, avec ses propres moyens, la science positive, et qu'elle ne s'égare pas dans de vagues théories de la connaissance, qui ne sont, généralement, que des théories de l'ignorance » ([7], p. 345). C'est par exemple le cas de « l'intuition [qui est] un certain principe métaphysique dont on ne peut donner la définition scientifique, mais qu'on peut, dans une certaine mesure, déterminer de la manière suivante : l'intuition est transcendante par rapport aux formes purement logiques » ([9], p. 60). Winter s'attaque méticuleusement tout au long de ses commentaires critiques et de ses études historiques à déceler les parties métaphysiques des arguments. Il condamne ainsi l'argument subrepticement métaphysique d'Émile Picard qui rejette sans concession l'idée d'une mécanique héréditaire, alors qu'« il faudrait, pour qu'on puisse écarter *a priori* l'explication héréditaire, qu'elle contînt en elle une sorte de vice logique rédhibitoire dont les autres méthodes seraient exemptes. Or cela n'apparaît pas clairement » ([14], p. 275) et la conclusion est plus l'expression d'une vague et illusoire conviction que d'une argumentation valide.

La métaphysique inutile pour la philosophie des sciences. Malgré la présence de la métaphysique dans les réflexions philosophiques sur la science, Winter ne s'attarde pas outre mesure sur un terrain qui, touchant trop au métaphysique, ne peut être que stérile. Toutes ces questions sont en effet peu dangereuses pour la réalité scientifique, car elles n'influeront jamais, comme l'avance Borel en ce qui concerne l'axiome du choix ([12], p. 615), sur la pratique scientifique et sur la recherche de solutions : celles-ci sont des enjeux bien plus importants que l'illusion métaphysique qui hante les philosophes depuis l'Antiquité. C'est par le biais de l'étude historique et critique que Winter aborde cette question et constate l'inutilité de la métaphysique dans les travaux scientifiques.

L'histoire de la mécanique ondulatoire, retracée par Winter dans sa brève étude de *l'Introduction aux principes de la mécanique ondulatoire* de Louis de Broglie ([20]), est un parfait exemple légitimant les positions du philosophe. En effet, c'est en dégageant les principes sous-jacents aux analogies constatées que la mécanique géométrique s'est muée en mécanique ondulatoire du fait de l'évolution, cette fois-ci purement scientifique, de la notion de lumière et des principes de l'optique géométrique. L'analogie entre les deux théories mécanique et optique a porté ses fruits, l'évolution de l'optique menant naturellement à une révision des positions fondamentales de la mécanique. La nouvelle théorie s'est illustrée par son efficacité et son accord avec les résultats des autres domaines de la physique, trouvant de fait une position bien plus légitime que la précédente, tant en ce qui concerne son statut logique que son utilité. L'échec de la métaphysique à traiter de la manière la plus abstraite les problèmes de la physique est encore renforcé, car « il y a [dans cette nouvelle théorie] un état de choses que de nombreuses expériences et de nombreux calculs ont imposé, et contre lequel les raisonnements généraux sont impuissants » ([20], p. 131), alors que les élucubrations métaphysiques ont enfanté de monstruosité si difficiles à détruire, ainsi l'éther, les humeurs, le phlogistique, etc. C'est ici une philosophie rationnelle et critique, fondée sur l'analyse de l'évolution des idées et de la genèse logique des principes de la science et de ses différentes branches, exploitant la fécondité de l'analogie entre la mécanique et l'optique — qui est une méthode interne à la science — qui s'impose face à une métaphysique vague et abstraite : l'analogie s'en retrouve ainsi légitimée, devenant un outil épistémologique valide.

L'exemple précédent est déjà un indice que la science a désormais les outils pour penser, clarifier et organiser ses propres principes, avec clarté et fruits, rejoignant l'objectif de la philosophie des sciences wintérienne. La métaphysique continuera naturellement à dépérir peu à peu avec l'avancée de la science, car « les frontières [de la métaphysique et de la science] ne sont pas déterminées pour l'éternité, celles de la première se rétrécissent, celles de la deuxième s'élargissent avec le développement de la pensée scientifique » ([3], p. 591). En effet, les philosophes métaphysiciens qui prétendaient être les seuls légitimes dans l'étude des principes des sciences ont perdu leur primat face aux logiciens et aux scientifiques modernes, et « il faut reconnaître, aujourd'hui, que les doctrines métaphysiques élaborées avec des arrières-pensées transcendantes, ont peu contribué à éclairer et à déterminer les fondements de la science » ([3], p. 589), contrairement à la réussite incontestable des analystes et des géomètres qui « ont non seulement étendu le domaine propre de la science, mais [...] ont contrôlé et fixé ses principes fondamentaux » ([3], p. 589). Si, comme le propose Winter, la métaphysique de la science se propose « 1) de trouver un fondement philosophique aux principes des sciences et 2) d'unifier le savoir humain » ([3], p. 598), l'histoire semble avoir retiré toute raison d'être à cette métaphysique. Les développements logiques amènent une solution au premier problème — jamais définitive mais suffisante pour le critérium, seul légitime en sciences, de l'utilité et de la vérification expérimentale ([2], p. 616) — et l'histoire critique des sciences fournit une solution au second. Toute la lumière peut ainsi être apportée par la science seule, au moyen de définitions précisant les notions vulgaires, mais cette mise en évidence des principes est éminemment scientifique et évite toute métaphysique ([3], p. 600). L'entreprise millénaire et stagnante des métaphysiciens semble finalement avoir ironiquement trouvé sa réalisation entre les mains de Boole et de Russell, logiciens et grands adversaires de la métaphysique, et si « les nombres forment, en quelque sorte, l'armature même de l'intelligence » ([7], p. 345), les objectifs de la métaphysique pourraient être entièrement comblés par la science.

La conclusion antimétaphysique s'impose ainsi non pas à travers une nouvelle métaphysique, mais par le simple constat historico-critique de l'incapacité dans laquelle elle est restée à résoudre ses problèmes et de la fécondité de la réflexion, proprement scientifique, sur la science et la logique moderne. Voilà la démarche constante que Winter met en œuvre dans ses études : légitimer les approches par

l'utilité concrète et les développements historiques des idées, car « on pense avec les formes actuelles de la pensée et la question de savoir si elles ont toujours existé ou existeront toujours n'a pas de sens : on ne peut répondre au problème de l'origine » ([2], p. 618). Ainsi, à l'image du problème des infinis et de l'opposition entre logiciens et intuitionnistes, « on ne peut trancher la question, on peut seulement montrer ses faces diverses. Celui qui veut formuler des conclusions absolues s'expose à se contredire dans le présent et être démenti par les faits dans l'avenir » ([12], p. 616). Il s'agit d'une philosophie reposant sur l'épistémologie historique, jugeant par la fécondité scientifique à l'image de ce que serait un darwinisme conceptuel.

Winter, tenant ici le flambeau de toute une génération positiviste de philosophes et de scientifiques, semble avoir eu définitivement raison de la métaphysique, tant dans le raisonnement philosophique que dans la pensée scientifique, notamment parce que la métaphysique est hors de son objet. Toutefois, cette ferveur antimétaphysique générale cache une tendance à la logicisation systématique du monde, et désormais que le grand adversaire de la logique semble vaincu, un impérialisme logiciste se profile.

§ 4. — Winter contre le logicisme.

L'arbitraire métaphysique du logicisme. La logicisation fulgurante des sciences qui s'opère à l'orée du XX^e siècle est présentée par ses adeptes comme le pinacle de la rationalisation de la pensée. Ce renouveau de la logique, avec un formalisme ayant la prétention de tout embrasser, s'apparente à la réalisation du rêve de *calculus ratiocinator* de Leibniz, qui réduit toute discussion philosophique ou mathématique à un calcul algorithmique. Les logiciens ont ainsi « non seulement étendu le domaine propre de la science, mais ils ont contrôlé et fixé ses principes fondamentaux. [...] Aucun philosophe n'avait jusqu'alors songé à éprouver la valeur du postulat d'Euclide et des principes qui servent de base à cette géométrie » ([3], p. 589). Cette nouvelle logique est fondamentale en ce qu'elle porte en elle la prétention de fonder les autres branches de la science, devant le langage par lequel les sciences se disent, la forme de son discours. C'est l'étude précise des lois de ce discours que Winter nomme la *logisitique* ([7], p. 321).

Toutefois, en dépit de cette puissante et fructueuse révolution logique, à la différence de la métaphysique dont les thèses n'ont

guère d'influence en ce qui concerne la science positive, les fondements de la logique étant par extension les fondements des raisonnements scientifiques, une logique biaisée ne peut aboutir qu'à une déviation de la science même. Winter ne manque pas, contrairement à la tendance positiviste et logiciste de son temps, d'y déceler des travers qu'il reproche déjà à la métaphysique. Il convient donc de soulever très précisément les arguments des accusations de métaphysique que Winter porte au logicisme.

La première critique que Winter fait au logicisme, de manière analogue à sa critique de la métaphysique, est son arbitraire. En effet, les systèmes logiques qui prétendent régir la pensée existent dans une infinie variété : il suffit d'en varier les axiomes. Cela se constate dans la multiplication des systèmes logiques cohérents, telles les différentes géométries, pourtant exclusifs. Cette multitude de possibilités nécessite un choix qui ne peut être fondé que sur des arguments métaphysiques, des constats pratiques ou des habitudes culturelles. La géométrie euclidienne a ainsi fermé arbitrairement la porte aux autres géométries pendant plus de deux millénaires. Ces choix arbitraires sont d'autant plus graves que « nous conférons, par un postulat tacite, aux lois logico-mathématiques une valeur absolue, nous leur appliquons le principe idéaliste [que] les lois de l'esprit sont les lois des choses », et la formalisation arbitraire qu'opère la logique est donc appauvrissante ([2]) pour la science et l'enchaîne dans des principes dont elle aura du mal à se défaire. Ces axiomes, atomes des systèmes logiques, sont à discuter d'une manière particulièrement éclairée : « du moment que le progrès des méthodes mathématiques consiste à faire à la rigueur et à la précision logiques une part de plus en plus grande, on devait nécessairement être amené à scruter les bases mêmes des raisonnements des géomètres, à analyser les types fondamentaux des démonstrations, et à fixer les éléments indéfinissables sur lesquels ces démonstrations reposent. » ([5], p. 189).

Plus encore que le choix arbitraire du système, cette formalisation est abusive et suppose sans raison la possibilité de traduire une pensée manifestement floue en un calcul précis et parfaitement délimité. Ainsi, l'engouement général masque l'impact sur les modèles physiques et mathématiques de notre choix de la logique classique, qui a été si réticente à l'introduction des approximations en analyse ou de la statistique en physique : « n'y a-t-il pas une contradiction manifeste à vouloir donner un fondement logique absolu à ce qui n'est que psychologique et humain ? » ([5], p. 198), et n'est-ce

pas condamner la science que de le faire? Cela confirme les positions antilogicistes de Winter. Il reconnaît toutefois bien des mérites à la logique et ne condamne guère la science à ne rester qu'une vaine spéculation. Si le raisonnement doit être régit par des règles, ces règles doivent être clarifiées, évoluer et être perpétuellement remises en question, à la lumière de leur utilité, qui est seule garante de la valeur des choix opérés.

Winter ne manque pas de soulever ces limitations lors de plusieurs de ses études historiques. Il note en particulier que « les axiomes de Hilbert ont un caractère purement formel et sont donnés comme une suite de décrets arbitraires [et] c'est le défaut de cette doctrine dont l'importance logique reste cependant très grande. L'auteur développe un système *hypothético-déductif* d'axiomes pour la science du moment, et il n'est pas évident qu'on ne puisse, dans une certaine mesure, substituer un autre système d'axiomes à celui-là » ([19], p. 230). Hilbert lui-même tomberait ainsi dans ce travers en ne doutant pas des axiomes de la logique classique, pourtant tout aussi arbitraires *a priori*, bien qu'il évoque la légitimité des principes d'égalité et de syllogisme dans [2] (p. 607). L'infinité des postulats possibles, qui caractérise bien souvent les termes en lesquels sont posés un problème métaphysique, se retrouve dans les domaines du savoir que le logicisme prétend soumettre à son uniformité. Cette limitation se trouve particulièrement dans les interprétations de textes juridique, pour lesquels « la logique ne pourra jamais déterminer un critérium qui permette de choisir parmi [les] postulats » ([4], p. 618). Dans la même veine, les grands débats entre logiciens et philosophes sont également tous de nature métaphysique et accaparent indûment l'attention et les efforts. Ainsi le rapport entre la logique et la réalité de la pensée, comme le débat entre un raisonnement purement logique ou l'existence d'une intuition irréductible à la logique ([5]), ne semble pas avéré et l'une n'est à tout le moins pas réductible à l'autre. Ainsi, conclut-il que « la logistiquette, en tant qu'explication universelle, doit être condamnée au même titre que toute métaphysique, parce que s'exerçant hors de son champ d'applications, elle reste un pur jeu d'esprit sans utilité scientifique » ([5], p. 215). Ce rejet d'une prétention universelle de la logique n'est pas sans annoncer les échecs de la logicisation du monde d'un futur *Tractacus*.

Le critère d'utilité pour juger le logicisme. La tendance logiciste à croire qu'« on pourra, en suivant les lois de la logique, retrouver toutes les vérités » ([9], p. 924) est réfutée par Winter car nul logicien n'a jamais réussi à reconstruire une quelconque partie de la science de manière autonome. L'intuitionniste, en guère meilleure posture, est cantonné à avancer le truisme que « l'inventeur n'est pas une machine à calculer » et à défendre une certaine transcendance métaphysique de l'intuition. Le débat entre ces deux postures, qui apparaît comme insoluble, n'a aucune substance et les deux positions « opposent en réalité des thèses métaphysiques dont le propre est de ne pouvoir jamais se démontrer scientifiquement et péremptoirement » ([9], p. 925). Les seules positions raisonnables, et jamais définitives, que l'on peut espérer avancer sur cette question sont celles fondées sur la seule *utilité*.

Ce critère d'utilité suffit à disqualifier le logicisme, car l'avènement de la logique et son application systématique n'a pas résolu la majorité des problèmes que se posent les sciences. En effet, si « la logique formelle ne peut rendre compte » ([5], p. 207) de certains phénomènes mathématiques comme l'apparition brutale de certaines propriétés telle la non résolubilité des équations polynômiales à partir du degré 5, c'est bien la preuve que la logique ne peut pas suppléer à l'intégralité de la science, car « en face de difficultés mathématiques réelles [...] la logique formelle [n']est d'aucune utilité » ([5], p. 209). Ou encore, elle ne peut trancher de manière autonome les problèmes issus de la science : « la question de la représentation d'une intégrale soulève une série de problèmes mathématiques. Remarquons notamment qu'il existe pour chaque fonction une *infinité d'expressions* propres à la représenter ; l'expression que l'on choisira devra mettre en évidence le plus exactement possible les propriétés caractéristiques de la fonction, et en particulier ses singularités. Or, parmi cette infinité d'expressions entre lesquelles on a le choix, la logistique ne nous apporte aucun criterium positif qui nous permette de décider laquelle est la meilleure. Le mathématicien se trouve ici, comme nous l'avons déjà vu dans la théorie des nombres, en face de difficultés mathématiques réelles, vis-à-vis desquelles la logique formelle ne lui est d'aucune utilité. » ([5], p. 209)

En fin de comptes « chercher, comme on l'a essayé quelquefois, à établir que [la logique] est, absolument parlant, supérieure [au reste de la science], nous paraît une entreprise dépourvue de sens, parce que nous sommes en présence de deux manières de

voir également fondamentales » ([13], p. 467), qui se complètent et apportent chacune l'une à l'autre. Le critérium affirmé de l'utilité ([5], p. 202) joue ainsi contre la logique en soi, car celle-ci n'a jamais réussi à rien construire seule et de manière autonome ([9]) et les grandes révolutions scientifiques n'ont jamais découlé de la seule logique ([10]). C'est avant tout des idées nouvelles qui engendrent de telles révolutions, et celles-ci sont l'œuvre de philosophes et non de logiciens. La logique doit donc rester, comme le concède Russell, pourtant lui-même l'un des instigateurs de l'idéal logiciste, « une branche des mathématiques, ignorée en fait de la plupart des mathématiciens, et non l'instrument indispensable de toute recherche mathématique » ([5], p. 189).

La logique comme outil de contrôle. On ne peut nier la fécondité des idées de la logique et la richesse qu'a pu apporter ce degré de formalisation et d'abstraction ([13], p. 473 et suivantes, mais aussi [5], [10] et [17]). Ce canon imposé au raisonnement est, lorsqu'il est utilisé dans son rôle de garant de la rigueur et de la clarté, le moyen de se prémunir des inexactitudes et des *a priori* généraux qui n'ont aucun fondement. En effet, la logique, « l'analyse axiomatique dont il est question dans cette note est le prolongement de la méthode de Descartes [...] Elle consiste essentiellement à substituer aux notions intuitives et expérimentales, souvent confuses, des idées claires et distinctes » ([16], p. 28), rejoignant à la fois l'idéal très cartésien érigé la clarté comme l'un des critères primordiaux de scientificité, et l'objectif philosophique wintérien de clarification et d'ordonnement des principes. L'intérêt d'affirmer les vertus positives de la logique dépasse d'ailleurs le cadre des mathématiques, et Winter en montre l'applicabilité sur un exemple aussi simple que générique de controverse juridique, où l'ambiguïté des lois confirme que « seul l'usage précis des formules algébriques permet d'éviter de semblables confusions » ([4], p. 618) entre principes logiques. L'impossibilité d'appliquer les méthodes des sciences exactes au droit est la simple conséquence de l'absence de rigueur dans le raisonnement, de méthode critique précise. Ainsi, « de la confusion des contraires et des contradictoires, et de l'ignorance des lois de de Morgan » ([4], p. 623), les plus hautes instances juridiques et les docteurs en droit les plus chevronnés aboutissent à trancher en faveur des solutions les moins cohérentes comme le montre l'étude logique par Winter de la controverse juridique en [4]. L'évolution de l'analyse a ainsi « [substitué à l'intuition vague]

des définitions analytiques exactes. On peut donc dire, en restant dans la vérité historique, que l'analyse du XVIII^e siècle était beaucoup moins rigoureuse que celle du XIX^e siècle, et à moins de soutenir que les travaux du XIX^e siècle marquent un recul sur ceux du XVIII^e, il faut bien reconnaître, que l'ensemble de l'évolution de la science mathématique indique un progrès dans le sens d'une plus grande précision logique » ([5], p. 188-189). L'avènement de la logique moderne permet donc d'avoir un parfait *organon* régissant les preuves.

Ce nouveau statut de la logique, centrale dans les sciences modernes, pose des questions qui lui sont propres, et Winter y reconnaît là un rôle de clarification nécessaire de la part des logiciens. « Il a fallu pour enseigner les premiers éléments du calcul employer des phrases ; il serait, en effet, impossible d'exposer le commencement des mathématiques sans un discours grammatical préalable. [...] Ce sont ces questions [grammaticales] auxquelles on doit répondre, et qu'il faut traiter avec la même précision que les mathématiques mêmes, si l'on veut éviter que le point de départ de l'arithmétique, de l'analyse et des autres branches des mathématiques ne soit noyé dans un brouillard. [...] Comme nous ne pouvons imaginer ce que serait l'esprit d'un homme, dont toutes les notions grammatico-logiques seraient bannies, le principe même de toute philosophie positive nous oblige d'étudier ces notions comme des faits donnés, d'établir les lois des combinaisons qui leurs sont propres, ainsi que les rapports qui les unissent à la science mathématique proprement dite. Tel est le champ positif d'application de la Logistique, champ qui constitue l'introduction logique à la théorie des nombres et à la théorie des fonctions. » ([5], p. 195-196). En d'autres termes, « l'analyse des raisonnements mathématiques, c'est-à-dire la détermination des types grammatico-logiques qu'ils contiennent, constitue, donc, bien le domaine propre de la logistique » (*ibid.*, p. 197). Cette tâche est centrale pour le mathématicien comme pour le philosophe, mais pourtant jamais achevée : « le système de nos idées logiques constitue un système fermé, et [...] l'univers des êtres abstraits constitue un système ouvert. Mais, par cela même, l'étude de l'univers des êtres ne sera jamais achevée, et elle nous contraindra à modifier le système fermé des constantes logiques. » ([5], p. 210). La logique, comme étude de ce discours grammatical des sciences, en devenant central dans les raisonnements scientifiques, devient par là même un sujet d'étude en soi.

La logique se constitue naturellement comme dernière étape de la « démarche de pensée indispensable à l'exposition des mathématiques » ([7], p. 322). Cette ultime étape est vastement étudiée par Winter, dans le cas des fondements logiques de la théorie des nombres par Frege ou de l'axiomatisation de la physique par Hilbert. La logique permet ainsi une unification certaine des mathématiques ([5]), dans leur composante langagière, et c'est une abstraction qui permet, en s'éloignant de son objet sensible, de se libérer d'*a priori* vulgaires et d'éviter les illusions du réel et du familier, des exemples et des intuitions ([16]). La logique trouve ainsi une place au sein de la science, en tant qu'une branche particulière aux enjeux circonscrits plutôt que comme une spécieuse qui lui serait supérieure.

L'importance du lien au réel. Pour s'adapter aux problèmes découverts par le temps et la pratique, la logique doit s'enrichir de nouvelles définitions. Ces nouveaux objets de la pensée sont arbitraires, mais légitimés par leur utilité et leur nécessité pour ainsi dire naturelle ([5] et [15]). En effet, si la science ne cherche que la généralité et l'abstraction pour elles-mêmes, elle perdrait ses attaches avec les choses particulières qu'elle entend expliquer, situation évidemment intenable car « on risquerait, en développant pour elles-mêmes des théories purement abstraites, de s'égarer sur le terrain de la logique formelle et de la scolastique » ([13], p. 509) en délaissant de fait l'objectif premier de la science : la compréhension du monde réel. Ainsi les élucubrations sur les puissances des infinis de Cantor semblent, aux yeux de Winter, relever plus du domaine de l'absence de contenu que du cœur des sciences, et si « on ne saurait rejeter les transfinis en vertu d'un argument de logique formelle; [...] seulement l'usage que l'on en pourra faire dans les problèmes particuliers décidera de leur valeur scientifique » ([12], p. 615). De même, « la définition logistique de l'irrationnelle et les considérations que les logisticiens ont pu émettre à son sujet, mises en formules ou non, n'apportent aucune lumière sur la détermination des caractères distinctifs des nombres commensurables et des incommensurables, des incommensurables algébriques des différents degrés, et enfin des nombres transcendants. Les résultats, obtenus dans ces matières, l'ont été, en abordant directement les difficultés par les méthodes mathématiques classiques. » ([5], p. 202). Un autre exemple est donné par son étude du sens du principe déterministe en physique, qui se fait « en examinant comment ce

principe intervient dans la solution des problèmes » ([13], p. 74), s'ancrant ainsi profondément dans la pratique même de la science.

L'expérience, pour Poincaré comme pour bien d'autres mathématiciens et physiciens, devient ainsi non pas « un procédé de contrôle, mais une méthode de démonstration » ([3], p. 615, à l'antipode déclaré des positions tant de la *Revue* que des logicistes) à part entière. La tendance logiciste réduit le problème philosophique ou mathématique à un seul de ses aspects, alors que « la philosophie doit aussi déterminer les différences constitutives et spécifiques des principes des méthodes » ([2], p. 610), qui seules permettraient d'embrasser l'intégralité du problème. Les attaches au réel semblent donc primordiales, et « nous reconnaissons ainsi que le jugement scientifique a besoin d'un certain contenu particulier ; mais en essayant d'établir que ce contenu est extérieur à sa méthode, on conserve à cette même méthode sa portée universelle » ([1], p. 172). La science est fondée sur la cohérence entre ses parties et, à l'image du maçon qui doit construire dans un même mouvement d'ensemble son édifice de bas en haut, « la logique des sciences ne pourra se flatter d'être une doctrine démonstrative et objective que le jour où elle fera partie intégrante de la science » ([3], p. 603), et si elle peut et doit s'éloigner de son objet et s'abstraire pour conserver une portée suffisamment large pour servir de méthode scientifique générale, elle ne peut se couper de lui entièrement, car il est sa raison d'être. L'expérience, en particulier son fondement sur le calcul et la logique expérimentale apparaît ainsi comme une méthode centrale qu'il convient de ne pas rejeter sans fondement.

Si la logique devient l'organon du discours scientifique, son étude critique et réflexive reste donc soumise à la confrontation aux objets et problèmes internes à la science. Ainsi, « on voit donc la possibilité d'une analyse axiomatique de la physique. Nous disons simplement analyse, et non déduction des principes. Il s'agirait d'une analyse *a posteriori* de notions scientifiques à partir d'une science donnée en fait, et non d'une construction *a priori* de la science. La compatibilité des axiomes résulterait surtout, pour la physique, de la vérification expérimentale. » ([13], p. 101). « On doit concevoir le système des axiomes de la physique comme un système *expérimentalo-déductif*. L'expression de système *hypothético-déductif* créée par les logiciens ne nous paraît pas exprimer assez nettement que les postulats et les hypothèses ont pour but unique d'introduire les données expérimentales dans les calculs. On peut, du point de vue de la logique formelle, oublier pour un instant,

à la manière d'Hilbert, les liens intimes qui unissent les principes fondamentaux avec l'expérience ; on ne le peut ni au point de vue physique, ni au point de vue philosophique et, finalement, il faut concevoir l'axiomatique de la physique dont nous venons de donner une esquisse comme l'analyse logique de l'expérience. » ([13], p. 102). Toute cette philosophie regardant au travers de l'expérience est ainsi résumée par Winter en ces mots : « la théorie est née sur un sol expérimental, et il faut qu'elle continue à s'y développer » ([18], p. 323).

Jacques Hadamard est présenté par Winter comme un autre parfait exemple du théoricien et rigoureux mathématicien qui ne délaisse pourtant pas cet aspect essentiel qui donne tout son sens aux théories et aux idées mathématiques qu'il expose dans ses cours à l'École polytechnique, dans « un souci constant de rattacher l'analyse à sa source véritable : la Physique » ([21], p. 608). Seul ce mariage entre l'abstraction des méthodes et la réalité de l'objet permet de garantir à la science sa fécondité, leçon de l'histoire bien illustrée par Hadamard. Comme le souligne Winter, si l'analyse mathématique a beaucoup apporté au développement et à la formalisation des modèles physiques, la physique n'en a pas moins été un moteur pour le développement de l'analyse, et oublier ce perpétuel enrichissement mutuel serait nier l'origine même des idées. Ce sont « ces applications nombreuses [qui] témoignent de la fécondité des idées nouvelles ; elles constituent, en quelque sorte, la garantie de leur objectivité », et « la critique [doit garder] au contenu sa forme expérimentale pour éviter que les principes métaphysiques, simples conditions de la pensée, ne soient transformés en idées dialectiques » ([2], p. 619).

La science est ainsi toujours imbriquée dans son objet, au confluent de nombreux autres domaines ([25]), et l'oublier serait nier une partie de la science, peut-être la seule qui la rattache au réel et qui la différencie d'une pure philosophie spéculative, d'une métaphysique. Ainsi l'analyse, comme le développe Winter dans son étude historico-critique de l'évolution de la théorie des fonctions, ne doit pas oublier son objet — la physique — et c'est en restant liée à son objet qu'elle conservera sa fécondité et qu'elle continuera à évoluer ([5] mais aussi [17]). Winter circonscrit ainsi « la logistique [qui] doit avoir des bornes dans le sens de l'abstraction métaphysique (une limite supérieure, si on veut), ce qui signifie qu'elle doit, par un postulat explicitement formulé, couper court à toute digression dans le domaine stérile de la scolastique. Elle doit aussi avoir des frontières dans le sens de ses applications (limites inférieures)

[...] afin d'éviter tout double emploi avec les méthodes déjà existantes » ([5], p. 190).

Si la logique apparaît, dans son rôle positif et non métaphysique, comme étant le meilleur canon de présentation de la science et un riche garant de la rigueur du raisonnement, elle ne suffit toutefois pas à résoudre les problèmes scientifiques et son utilisation doit être celle, consciencieuse, d'un outil puissant mais épistémologiquement limité. Si Winter souligne avec force et originalité ces difficultés et limites tout en reconnaissant la nécessité de la logique, à l'inverse de la tendance logiciste de son temps, il confère au philosophe le rôle de garantir l'équilibre entre la liberté logique et la réalité des sciences, opérant la synthèse entre les formes des lois et la réalité des objets.

§ 5. — Conclusion : Une épistémologie historico-critique ancrée dans les sciences.

Une philosophie mathématique originale. Ni philosophe ni mathématicien, Maximilien Winter échappe aux grands courants de son temps en chacun de ces deux domaines de l'esprit que sont la métaphysique et le logicisme, au profit d'une philosophie rationnelle, critique et ancrée dans les sciences et leur histoire. Il se démarque en cela de ses camarades de la *Revue*, qui ont un objectif de réhabilitation de la métaphysique et de la morale, et de la vaste école logiciste qui se développe en Europe. C'est avec discrétion et sans prétention qu'il opte pour un idéal philosophique relativement nouveau, déniait à la philosophie son primat sur la pensée pour la remettre au niveau des mathématiques, des sciences et des faits, sans toutefois l'y réduire — évitant la posture positiviste — de manière à ce que chacune s'éclaire mutuellement. Ainsi, la philosophie des sciences devient une philosophie scientifique, où les problèmes ne sont plus purement abstraits mais où les réflexions gravitent autour de la science. Cette approche permet de dégager des principes fondamentaux et féconds, jamais définitifs mais dont la valeur est garantie tant par l'intérieur, à travers l'utilité au sein de la science et l'adéquation à ses objets ; que par l'extérieur, à travers la confirmation historico-critique de leur fécondité. La coexistence de la science et de la philosophie est ainsi rendue possible par une organisation dialectique entre les deux, une position non plus paternaliste de

la philosophie sur les sciences (comme le serait la métaphysique), ni de la science sur la philosophie (comme le serait le logicisme ou le positivisme), mais un échange mutuellement profitable — la science prenant conscience de ses méthodes et de ses principes, la philosophie s'enrichissant de la technique et des enjeux scientifiques.

Un choix hors du temps. Faisant un vœu pieux de limitation des prétentions et d'équilibrage des rôles de la philosophie comme de la science, Winter est resté, au cours de sa vie, philosophiquement isolé, ses études et ses idées trouvant quelques rares échos et se retrouvant rapidement oubliées après sa disparition. Ses réflexions ont été emportées dans un torrent d'enthousiasme sur les fondements et les principes de la science, fondant la vague logiciste que maintiendra tant le Cercle de Vienne dans le milieu de la philosophie que l'école bourbachique dans les sphères mathématiques. Celui qui prônait l'impartialité des jugements sur la science dans l'espoir de la voir continuer à progresser, à la lumière de la philosophie rationnelle et de l'histoire critique, s'est retrouvé occulté par les positions qu'il combattait. Plus d'un demi-siècle a par la suite accaparé les efforts et les espoirs pour fonder les sciences et le monde sur un système logique définitif et fermé. Les résultats de Gödel ont croisé le départ de Winter, et bien qu'il y eût trouvé un fort appui scientifique à son rejet du logicisme, la logique continua sa quête d'uniformisation des mathématiques, et la philosophie des sciences continua pour l'essentiel à se détacher de la science en ne lui empruntant que sa partie la plus arbitraire : son nouveau formalisme logique.

Le jugement de l'histoire. Un siècle d'évolution a vu l'effondrement progressif des entreprises logicistes. Si la logique a apporté un outil puissant et fécond aux sciences et à la philosophie comme le défendait Winter, la volonté d'y condenser les faits et les sciences a appauvri des théories et des idées, uniformisant d'une manière artificielle et arbitraire, que le philosophe décriait déjà en y voyant l'usuel retournement métaphysique du raisonnement : l'image que l'on se ferait du monde serait devenu un postulat à partir duquel on chercherait à expliquer un monde qui ne serait alors déjà plus le même.

L'essor incroyable des mathématiques appliquées a apporté tant aux autres sciences que ses applications ont apporté aux mathématiques, l'économie de Kantorovich ressuscitant avec fruits le problème deux fois séculaire du transport de Monge; le traitement d'images d'Yves Meyer apportant une révolution en théorie

des représentations de fonctions depuis les développements en séries de Fourier grâce aux ondelettes ; la modélisation biologique et financière créant les conditions de développement des processus aléatoires qui n'avaient connu de grandes avancées depuis les amusements du chevalier de Méré ; la sécurité informatique donnant à ce simple jeu de l'esprit qu'était l'arithmétique un nouveau souffle aux applications omniprésentes ; et nul n'oubliera les apports du développement de l'aérodynamique et du design à la géométrie. La philosophie contribue également à cet enrichissement des mathématiques, les conceptions philosophiques du temps et de l'espace de Carlo Rovelli ayant été l'essence même des développements d'Alain Connes en géométrie non commutative. Jamais achevée, la tâche de la science avance ainsi toujours dans le bon sens, « elle s'oriente lentement mais sûrement vers un ordre toujours plus parfait » ([3], p. 606), représentant bien l'optimisme wintérien. L'évolution des systèmes métaphysiques laisse alors place au progrès de la science, qui s'appuie sur la logique et la philosophie critique, et est éclairé par elles autant qu'il les éclaire.

Maximilien Winter, cet illustre inconnu qui croyait en une mathématique et une philosophie vivantes et qui défendait comme seul jugement légitime celui fondé sur l'histoire critique, ce juriste ignoré par ceux qu'il espérait éclairer et qui ont préféré embrasser le logicisme et la métaphysique qu'il rejetait, sera parti dans l'ombre dans laquelle il a vécu. Sa philosophie s'est aujourd'hui montrée capable de guider et d'enrichir les sciences, sa propre méthode historico-critique ayant été enfourchée par certains des plus grands mathématiciens formés au sein de l'opposition bourbachique.

Un autre juriste en avance sur son temps avait jadis illuminé les mathématiques et ouvert la voie aux générations futures, et c'est peut-être avec un siècle de retard que l'on se rendra compte de ce que Maximilien Winter a apporté à l'épistémologie mathématique française.

§ — Bibliographie.

- [1] **M. WINTER**, 1893, *Revue de Métaphysique et de Morale* 1 :167-180.
« Le problème de la vie par Ch. Dunan ».
- [2] **M. WINTER**, 1894, *Revue de Métaphysique et de Morale* 2 :606-621.
« À propos d'une nouvelle conception de la philosophie des sciences ».
- [3] **M. WINTER**, 1905, *Revue de Métaphysique et de Morale* 13 :589-619.
« Métaphysique et logique mathématique ».

- [4] **M. WINTER**, 1906, *Revue de Métaphysique et de Morale* 14 :617-625.
« Application de l'algèbre de la logique à une controverse juridique ». in Questions Pratiques.
- [5] **M. WINTER**, 1907, *Revue de Métaphysique et de Morale* 15 :186-216.
« Sur l'introduction logique à la théorie des fonctions ».
- [6] **M. WINTER**, 1908, *Revue de Métaphysique et de Morale* 16 :113-117.
« Sur la logique du droit, réponse à M. Mailloux ».
- [7] **M. WINTER**, 1908, *Revue de Métaphysique et de Morale* 16 :321-345.
« Importance philosophique de la théorie des nombres ».
- [8] **M. WINTER**, 1908, *Revue de Métaphysique et de Morale* 16 :911-920.
« Du rôle de la philosophie dans la découverte scientifique ».
- [9] **M. WINTER**, 1908, *Revue de Métaphysique et de Morale* 16 :921-925.
« Note sur l'intuition en mathématiques ».
- [10] **M. WINTER**, 1910, *Revue de Métaphysique et de Morale* 18 :491-529.
« Caractères de l'algèbre moderne ».
- [11] **M. WINTER**, 1911, *La méthode dans la philosophie des mathématiques*, Felix Alcan, Paris.
- [12] **M. WINTER**, 1911, *Revue de Métaphysique et de Morale* 19 :611-616.
« Note sur l'infini en mathématiques ».
- [13] **M. WINTER**, 1913, *Revue de Métaphysique et de Morale* 21 :462-510.
« Les principes du calcul fonctionnel ».
- [14] **M. WINTER**, 1916, *Revue de Métaphysique et de Morale* 23 :268-276.
« Le temps et la mécanique héréditaire » in Notes de Critique Scientifique.
- [15] **M. WINTER**, 1919, *Revue de Métaphysique et de Morale* 26 :649-667.
« Les principes de l'analyse mathématique par Pierre Boutroux » in Études Critiques.
- [16] **M. WINTER**, 1923, *Revue de Métaphysique et de Morale* 30 :23-28.
« Le théorème de Pythagore ».
- [17] **M. WINTER**, 1924, *Revue de Métaphysique et de Morale* 31 :71-102.
« Les axiomes de la physique différentielle ».
- [18] **M. WINTER**, 1926, *Revue de Métaphysique et de Morale* 33 :289-323.
« Le problème cosmologique et la théorie de la relativité ».
- [19] **M. WINTER**, 1929, *Revue de Métaphysique et de Morale* 36 :223-231.
« La physique indéterministe ».
- [20] **M. WINTER**, 1931, *Revue de Métaphysique et de Morale* 38 :125-131.
« Introduction à la théorie de la mécanique ondulatoire par De Broglie ».
- [21] **M. WINTER**, 1931, *Revue de Métaphysique et de Morale* 38 :607-611.
« Cours d'analyse à l'Ecole polytechnique par J. Hadamard » in Études Critiques.

- [22] Rubrique nécrologique 1936, *Revue de Métaphysique et de Morale* 43 :171. « Maximilien Winter (1871 – 1935) ».
- [23] **CHARLES ALUNNI**. “Maximilien Winter et Federigo Enriques : des harmonies exhumées” in *Spectres de Bachelard : Gaston Bachelard et l'école surrationaliste*, p. 259-287, Hermann, 2019.
- [24] **HENRI BONNET**. *Cahiers de l'association internationale des études françaises* 12 :191-197, 1960. « Marcel Proust et son maître de philosophie, Alphonse Darlu ».
- [25] **MARIO CASTELLANA**. « Maximillien Winter. Il metodo storico-critico per una nuova filosofia delle matematiche », Meltemi, 2020.
- [26] **JEAN-CLAUDE DUMONCEL et al..** *Natures Sciences Sociétés* 14 :54-68, 2006. « Philosophies et sciences : pour une brique transdisciplinaire ».
- [27] **STEPHAN SOULIE**. *Le temps des médias* 11 :198-210, 2008. « La belle époque de la Revue de métaphysique et de morale : horizon académique et tentation du politique ».