

Federigo Enriques et la méthode historico-critique

Mario Castellana
(Université du Salento)
mario.castellana@unisalento.it

C'est l'infortune de la philosophie des sciences qu'elle doive s'exposer sur des cas simplifiés alors que la pensée scientifique est active dans les cas plus complexes.
(Gaston Bachelard)

Abstract Federigo Enriques in conjunction with his work as a mathematician has produced a remarkable reflection of historical-epistemological in a time when both the philosophy of science that the same history of science disciplines were being set up. This ongoing effort led him to develop the historical-critical method in the same epistemological deemed impractical without the awareness of the historicity inherent epistemic science. This approach has allowed him to get in close relationship with some the figures of the nascent French historical epistemology up to be a real path of research in philosophy of science, oriented in a historical sens.

Diverses études récentes dédiées en France et en Italie à la figure du mathématicien italien Federigo Enriques (1871–1946) mettent en évidence sa valeur de particulier 'savant-philosophe' selon le sens nous donné par Harald Höffding¹ et son rôle avec d'autres dans les

¹ Cf. Höffding, 1908, 95. Pour une vision d'ensemble de la pensée d'Enriques surtout dans les débats philosophiques italiens de la première moitié du XX^e siècle, cf. Pompeo Faracovi, 1984 et 2014, Nastasi, 2010; pour la dimension européenne cf. Simili (éd.), 1989, Castellana, 1990, Castellana-Pompeo Faracovi (éds.), 2014, Bussotti (éd.), 2008 et Bussotti-Pisano 2015, Alunni-André (éds.), 2015.

premières années du XXe siècle dans la naissance et le développement de la même philosophie de la science comme discipline autonome; tout cela a été possible parce que c'est acquis sur le domaine historiographique le fait déjà souligné dans les années '60 par Jean Piaget,

“c'est-à-dire que les principales nouveautés épistémologiques sont nées de la réflexion des esprits scientifiques sur les conditions de la connaissance en leurs propres disciplines et cela surtout à l'occasion des crises qui obligeaient à une refonte des principes et des méthodes.”²

De plus, ces études sur Enriques se justifient dans l'intérêt croissant pour l'histoire de la philosophie de la science, discipline qui selon Don Howard a commencé “ad attrarre attenzione solo di recente” et centrée pour la plupart sur “l'età dell'oro dei fisici-filosofi”³, c'est-à-dire les années 1880–1930; mais elle doit être intégrée avec la presque contemporaine ‘età dell'oro dei matematici-filosofi’ ou des ‘matematici pensatori’⁴ qui vont de Riemann et Grassmann jusqu'à David Hilbert, Henri Poincaré, Hermann Weyl et Kurt Gödel. D'ailleurs, c'est évident le fait que ce que déjà Pierre Duhem appelait “patrimoine technico-scientifique”⁵ et depuis le même Enriques “pensiero

² Piaget, 1967, 10.

³ Howard, 2004, 3–16; cf. Heidelberger–Stadler (éds.), 2002; Andler, Fagot-Largeault– Saint-Denis (éds.), 2002; Stadler, 2007; Friedman, 2008. Mais en Italie diverses études orientés dans ce sens ont apparues déjà dans les années '80 et '90; cf. Redondi, 1978, Parrini, 1983, Polizzi, 1984, Castellana, 1990. Il faut ainsi souligner le fait qu'en 1992 s'est constituée l'“International Society for the History of Philosophy of Science” avec le Journal *Hopos*; Anastasios Brenner à ce propos parle de «l'émergence d'un programme de recherche sur l'histoire de la philosophie des sciences. Y participent des chercheurs provenant aussi bien de la tradition continentale que de la tradition anglo-américaine» et cf. Brenner, 2006, 122.

⁴ Le terme ‘matematici pensatori’ est surtout présent en Enriques, 1922, 286; mais déjà les *Problemi della scienza* de 1906 parlent, à propos de Riemann, Helmholtz et Grassmann, de ‘géomètres-philosophes’ et cf. Enriques, 1913, ch. I.

⁵ Cf. Duhem, 1906.

filosofico–scientifico”⁶ a produit un véritable patrimoine épistémologique⁷; c’est donc nécessaire l’étudier et l’analyser avec des particulières méthodologies propres de tout travail historiographique en utilisant, comme nous dit Michael Friedman, “les méthodes de la cultural history”⁸. Ce notre contribution a pour objet la méthode historico–critique esquissée et mise en acte par le mathématicien italien dans les analyses de la connaissance scientifique et de son histoire pour en comprendre la dimension véridique et philosophique tout court.

Cet aspect de l’ouvrage enriquesien a reçu peu d’attention encore par la dernière littérature critique, mais il est d’un côté le résultat d’un autonome parcours de recherche historico–épistémologique centré sur la compréhension de la particulière nature cognitive des mathématiques, qui se déroule des premières années du XX^e siècle jusqu’aux années ’30; de l’autre, pour être bien saisi dans ses articulations, il faut l’inscrire dans les continus et constants rapports du savant italien avec le milieu philosophico–scientifique français à compter de ses débuts. En France, on sait bien, plus qu’en d’autres pays, entre les deux siècles on assiste à diverses et originelles enquêtes qui cherchent à établir une fructueuse collaboration entre savants et philosophes; tout cela a produit ce que Pierre Janet appelait une “fécondation bilatérale”⁹ et, donc, ce n’est pas par hasard si se sont formées deux importantes revues¹⁰, s’est dégagée aussi la Société Française de Philosophie avec l’organisation du premier Congrès

⁶ Cf. Enriques, 1932.

⁷ Cf. Castellana, 1990.

⁸ Friedman, 2008, 127.

⁹ Cf. Janet, 1919, 58. On trouve cette expression dans la commémoration, faite par Janet, de la mort de Gaston Milhaud pour caractériser son aptitude entre science, histoire et philosophie.

¹⁰ C’est bien connu le fait qu’en 1874 et depuis en 1893 ont été fondées les revues *Revue philosophique*, revue dédiée surtout aux débats sur les apports cognitifs des sciences de l’homme, et la *Revue de métaphysique et de morale*, revue qui selon Charles Alunni, 2016 ch. VII, “fut une véritable pourvoyeuse des sciences contemporaines, et plus particulièrement dans le champ de la philosophie logico–mathématique”.

International de Philosophie¹¹, se sont développées les premières chaires de philosophie et d'histoire des sciences¹². La présence depuis des divers personnages de 'savants-philosophes' de Claude Bernard et Auguste Laurent à Antoine-Augustine Cournot et à Marcelin Berthelot, de Duhem à Poincaré, de Binet à Durkheim et Vidal de la Blache avec leurs stratégiques ouvrages d'engagement épistémologique, a entraîné la naissance d'une autre même importante figure de philosophes engagés presque exclusivement sur problématiques scientifiques; ces figures peuvent aussi être considérées des véritables "philosophes-savants"¹³ capables de soutenir la comparaison au même niveau sur la signification historico-critique des divers changements en acte dans les sciences à partir des géométries non euclidiennes, comme par exemple Émile Boutroux, Paul Tannery, Léon Brunschvicg, Eduard Le Roy, Gaston Milhaud, Abel Rey, Émile Meyerson, Pierre Boutroux, Louis Couturat, Maximilien Winter et Hélène Metzger¹⁴. Leurs ouvrages visaient grosso modo à la constitution d'un nouveau

¹¹ Au cours de la première décade du XX^e siècle dans divers pays européens ont été organisés quatre Congrès Internationaux de Philosophie (Paris 1900, Genève 1904, Heidelberg 1908 et Boulogne 1911, ce dernier préparé par Enriques); sur l'importance de ces congrès pour la naissance de la philosophie de la science, cf. Castellana, 1990 et Castellana-Pompeo Faracovi (éds.), 2014.

¹² En France Gaston Milhaud a été le premier, à partir de 1909, à couvrir à Paris la nouvelle *Chaire d'histoire de la philosophie dans ses rapports avec les sciences*; sur Milhaud et la constitution de la philosophie des sciences et de l'histoire de la science comme disciplines autonomes, cf. Brenner, 2003 et Brenner et Petit D'A. (éds.), 2009. Après la mort de Milhaud, ont été Abel Rey et Gaston Bachelard à couvrir à la Sorbonne la chaire d'Épistémologie et histoire des sciences.

¹³ Cf. Pont, 2007, XXXI.

¹⁴ Winter (1871-1935) est peu connu, mais il est selon Alunni un "pionnier oublié des études philosophiques et scientifiques"; cf. Winter, 1911 et sur Winter cf. Alunni, 2016, cap. VII. À ces figures il faut ajouter une autre grande 'oubliée' de l'histoire et philosophie des sciences française, Hélène Metzger (1889-1944) pour ses originaux travaux d'histoire de la chimie et d'épistémologie de la pratique historiographique, tenus en considération par Thomas Kuhn. Nous devons sa redécouverte à Michel Serres dans le 'Corpus des œuvres de Philosophie en langue française'; cf. Metzger, 1987 et sur la Metzger, cf. Castellana, 2009 et 2014.

champ disciplinaire, d'un parcours de recherche autonome par rapport à l'activité scientifique et à la traditionnelle théorie de la connaissance; son objet spécifique est retenu être, donc, la connaissance produite par les diverses sciences dans leurs articulations historiques et théorétiques. Ce programme de recherche a été bien esquissé, par exemple, clairement par Winter déjà en 1908:

“Dans ce partage [positiviste] les savants conservaient les biens réels, les philosophes devraient se contenter d'une créance sur un débiteur imaginaire (...) Cependant, il nous semble qu'au sein même de la science, il y a pour le philosophe un rôle important à remplir qui relève de la science sans se confondre complètement avec le travail du savant.”¹⁵

Ces figures ont donné une significative contribution à ce qu'on peut considérer la première époque de la philosophie des sciences française du XX^e siècle¹⁶, visée *grosso modo* à aborder *iuxta propria principia* la science à partir des mathématiques, pensée comme projet dédié surtout à la connaissance des logiques du réel. Pour ces motivations dans un pareil contexte il vient à se développer la première phase de ce spécifique et encore unique mouvement de travail épistémologique qu'a été la philosophie mathématique avec

¹⁵ Winter, 1908, 325. Cet objectif était défendu dans la *Revue de Métaphysique et de Morale*, revue que Winter même avait contribué à fonder avec d'autres, et sur cela, cf. Alunni, 2016, ch. VII.

¹⁶ Ces 'philosophes-savants' fournissent des matériaux pour la deuxième époque, la véritable épistémologie française des années '30 merci à Gaston Bachelard, Jean Cavailles et Albert Lautman qui esquissent un spécifique parcours de philosophie de la science cernée surtout sur les rapports entre mathématiques et physique; sur cela cf. Castellana, 1990, 2004 et 2005. Mais diverses et récentes études ne soulignent pas encore l'existence en France de cette véritable et autonome tradition de recherche en philosophie de la science, comme par exemple Barberousse et autres, 2000, Moulines, 2006; en Wagner (éd.), 2002, J.F. Braunstein parle de 'style français' en épistémologie et Lecourt, 2001, d'histoire philosophique des sciences'. Bitbol et Gayon (éds.), 2006, nous en donnent une histoire et parlent d'une 'tradition française' et sur ce débat cf. Parrocchia, 2009.

Léon Brunschvicg et Maximilien Winter¹⁷; ce projet de recherche a été poursuivi dans les années '30 avec d'autres modalités par Bachelard, Cavailles et Lautman et plus récemment merci à Jean-Toussaint Desanti et Gilles Châtelet, avec l'objectif d'éclaircir la signification théorétique de 'la connaissance mathématique'. Dans ce climat conjoncturel il faut entrer son premier ouvrage, les *Problemi della scienza* du 1906¹⁸; cet événement avec la création en 1907 de la revue *Scientia*¹⁹ fut l'occasion pour Enriques pour prendre directement le contact avec ces figures engagées dans un même programme de recherche²⁰, où était attribuée, avant tout, une grande fonction

¹⁷ L'ouvrage *Les étapes de la philosophie mathématique* de Brunschvicg de 1912 arrive à une époque qu'on peut définir 'classique' parce qu'en trace contours et domaines mais dans le cadre d'un projet philosophique plus général; au contraire, *La méthode dans la philosophie des mathématiques* de 1911 de Winter des mêmes années esquisse un véritable approche épistémologique typique de la suivante philosophie des sciences française, comme par exemple la position de Lautman; sur cela cf. Alunni, 2016 et Castellana, 1990 et 2015. Cette originale ligne de recherche de *philosophie mathématique* continue dans la deuxième moitié du XX^e siècle avec les ouvrages de Jean Desanti, de Gilles Châtelet et Jean Petitot aussi merci à la présence de diverses figures de 'mathématiciens-philosophes' comme Alexandre Grothendiek, Alain Connes et Jean-Yves Girard, dont les travaux scientifiques, encore peu étudiés, peuvent apporter une nouvelle *Wende*, dans les termes de Schlick, dans la philosophie des sciences; sur cela cf. Patras, 2001; Zalamea, 2012.

¹⁸ Cette œuvre a été traduite en français dans deux volumes, 1909 et 1913, en allemand 1910, en russe 1911, en anglais 1914, en espagnole 1947 et sur cela cf. Pompeo Faracovi, 2001, 149–201. Enriques pendant l'année suivante fonde et organise en Italie la Società Filosofica Italiana.

¹⁹ Le sous-titre de cette revue était 'Rivista di sintesi scientifica'; dans les mêmes années Henri Berr en France était engagé en un similaire programme de recherche avec sa 'Revue de synthèse historique' et en 1925 la fondation du *Centre International de Synthèse*; et sur cela cf. Castelli Gattinara, 2003, ch. III.

²⁰ Ces figures, avec d'autres savants, comme Einstein et Langevin par exemple, ont écrit sur 'Scientia' et le même Enriques sur la 'Revue de métaphysique et de morale'; au lendemain de la première Grande Guerre, il participe aux Séances de la Société Française de Philosophie, il dirige des collections chez

stratégique à la problématique de la constitution de ce qu'il appelait science gnoséologique sur le sillage de Kant. De cette façon le savant-philosophe italien, déjà averti sur le niveau théorétique de la nécessité de constituer ce qu'en termes actuels est appelée 'communauté épistémique', esquisse son parcours de recherche et se fait ainsi un des premiers interprètes d'un commun et plus général besoin achevé par autres suivantes traditions²¹ du même genre:

La foi en cette philosophie scientifique nous a entraîné hors du domaine de la Géométrie, où l'esprit se repose tranquillement dans la sécurité des faits acquis, pour discuter sur la préparation d'une science gnoséologique qui puisse devenir un objet d'entente entre les savants et qui nous porte à unifier les divers domaines du savoir dans une vue synthétique des procédés de la connaissance.

Pour que l'action de la Gnoséologie dans toutes les branches du savoir se fasse plus directe et plus active en se conformant aux exigences du progrès, il faut distinguer avec soin par une critique rigoureuse l'objet particulier de la science gnoséologique et les

les Éditions Hermann, il publie en français ses dernières œuvres et après en italien.

²¹ Une histoire critique de la philosophie de la science, qui estime importante l'étude de ses origines, nous donne la possibilité d'entrevoir la concomitance d'actions similaires en divers pays, la même atmosphère culturelle qui ont porté à sa naissance caractérisée déjà par une pluralité d'optiques; on sait bien qu'en 1908 à Vienne, avec les mêmes buts, Moritz Schlick ressemblait des figures diverses de savants et philosophes mais avec l'objectif de fonder un groupe de spécialistes sur l'importante problématique de l'unité de la science, groupe nommé comme le premier Cercle de Vienne et caractérisé par une pluralité d'optiques par rapport à la situation suivante. Mais il faut considérer la contemporaine figure d'Alois Höfler (1853–1922), véritable trait d'union avec le Cercle de Vienne, qui a écrit en 1904 *Zur gegenwärtigen Naturphilosophie*, où était retenu nécessaire un nouveau savoir, la philosophie de la science aussi pour ses implications didactiques comme en Enriques même; sur Höfler et ses controversés rapports avec le Cercle de Vienne, cf. Uebel, 1999 et De Courtenay– Barberousse, 2007.

multiples objets qui sont du domaine de la Philosophie, entendue au sens le plus large.²²

L'ouvrage les *Problemi della scienza*, déjà au début du siècle, non seulement a été retenu important pour la naissance et le développement de la philosophie de la science²³ et pour la même définition de l'“objet de l'épistémologie scientifique”²⁴, mais aussi pour en avoir représenté une étape spécifique qu'on peut appeler post-conventionnaliste, merci à son rôle particulier joué surtout en France pendant les années '20-'30 après la mort de Poincaré; Enriques prend de façon critique en compte le déterminant rôle apporté par la “rivoluzione convenzionalista”²⁵; mais elle est retenue inachevée pour la insuffisante considération du “processus d'acquisition de la connaissance” et donc de sa “valeur”²⁶ conceptuelle, malgré la leçon comtienne et les importantes contributions d'Ernst Mach sur l'aspect

²²Enriques, 1909, 3 et 74 (notre soulignage). Le terme ‘science gnoséologique’ renvoie à Kant et à sa leçon, qui a été présente pendant les quinze années d'élaboration des *Problemi della scienza* ; dans le même temps Enriques, dans la Préface de l'édition de 1909, parle du fait que cette leçon a été reconnue seulement par des auteurs français comme Pierre Boutroux. Le terme *épistémologie* est apparu dans ses ouvrages pendant les années '10 à la suite des étroits rapports avec le milieu français; sur le kantisme en Enriques, cf. Castellana, 2014 et Pompeo Faracovi, 2014, ch. V.

²³Cf. Schlick, 1911; ce n'est pas par hasard si Enriques ensuite, avec le logicien Giuseppe Peano, sera retenu par les mêmes néopositivistes un des leurs maîtres et prédécesseurs pour ses contributions aux fondements de sciences; le même Enriques sur la revue ‘Scientia’ acceptait des articles des protagonistes du Cercle de Vienne avec des comptes rendus de leurs ouvrages. Pour tout cela Otto Neurath dans sa correspondance avec Enriques l'a considéré un véritable ‘maître’ et l'a invité à publier un fascicule sur l'histoire des sciences pour *l'Encyclopaedia of Unified Science* et cf. la lettre du 18 juin 1937 Enriques, 2000, 302.

²⁴Piaget, 1970, 118–122. Jean Piaget dans beaucoup de ses ouvrages renvoie à la méthode historico-critique d'Enriques à partir de *l'Introduction à l'épistémologie génétique. La pensée mathématique* de 1949; Piaget a connu Enriques à Paris aux séances de la Société Française de Philosophie et chez Meyerson.

²⁵Cf. Geymonat, 1960, ch. III.

²⁶Enriques, 1909, 120.

historique des sciences. Le mathématicien italien partage avec Mach l'enjeu²⁷ de la portée philosophique de la reconnaissance théorique de la historicité des sciences, mais il s'éloigne des issues de ses positions théoriques liées aux lois de l'"économie de la pensée" et à son "phénoménalisme"²⁸. Les *Problemi della scienza* de ce point de vue se laissent lire aussi comme un constant rencontre et une continue dispute avec les théories partagées par Mach et surtout avec ses thèses les plus radicales; beaucoup de celles-ci, surtout en Italie, étaient déjà utilisées pour donner des raisons théoriques à cette hétéroclite littérature nommée the "idealistic reaction against science"²⁹, parce qu'elles semblaient contribuer à nier les valeurs véridiques et conceptuelles des sciences. Pour combattre ces dérives, ce n'est par hasard si Enriques, même en reconnaissant la valeur stratégique de la perspective ouverte par Mach, place son programme de recherche épistémologique sur les traces des points de vue néokantiens esquissés par Helmholtz:

"De tous les savants modernes, Helmholtz semble avoir le mieux vu le rôle que la Gnoséologie est appelée à jouer vis-à-vis de la Science. C'est un de ses titres de gloire d'avoir proclamé que la discussion de toute espèce de questions scientifiques aboutit à des problèmes de nature gnoséologique. Mais non ne pourra juger convenablement de l'utilité de traiter ces problèmes dans un sens général, tant que la théorie positive de la connaissance affranchie des controverses philosophiques ne sera pas constituée par l'effort commun de tous les disciples de la Science. Alors seulement on reconnaîtra quelle lumière la discussion d'une théorie scientifique peut apporter à l'appréciation d'une autre théorie qui touche à un ordre de faits différent, par exemple le profit que le biologiste tirera moins de l'étude des résultats de la Physique, que de la critique des modes de développement et de la teneur des théories physiques envisagées au point de vue gnoséologique. Aussi bien

²⁷ Nous prenons le terme 'enjeu' dans la signification donnée par Gilles Châtelet e cf. Châtelet, 1993.

²⁸ Enriques, 1909, 71 e 86.

²⁹ C'est le titre d'une œuvre, traduite en anglais en 1922, d' Antonio Aliotta de 1912, *La reazione idealistica contro la scienza*; cf. Aliotta, 1975.

l'importance de telles recherches ressort-elle de ce qui a été fait en ce sens. Surtout certaines acquisitions positives de la critique se découvrent de nos jours avec une évidence toujours croissante, grâce aux penseurs qui tendent à les dégager peu à peu du vague des spéculations philosophiques antérieures où elles étaient contenue comme en germe”.³⁰

On peut dire qu'Enriques développe ces 'germes' implicites dans Helmholtz, orientés à la constitution de cette nouvelle discipline vouée à une première stratégique tâche: souligner et défendre avant tout le caractère historique et ensemble véridique de la connaissance produite par les sciences, sa 'valeur' théorétique pour les spécifiques contenus qui s'imposent pour le fait qu'elles sont ancrées au réel; cet aspect du phénomène de la connaissance scientifique a été sous-estimé par l'aussi riche littérature post-positiviste convergée avec la 'rivoluzione convenzionalista', qui a cerné exclusivement les importantes structures conventionnelles et linguistiques des théories, aussi merci à certaines interprétations des résultats de la nouvelle logique. L'étude critique des diverses modalités 'd'acquisition' des résultats plus que les mêmes résultats est retenu essentiel aussi bien pour créer une véritable communauté épistémique que pour les bienfaits qu'un travail de genre épistémologique peut donner à chaque discipline, ainsi consolidée dans ses spécifiques parcours certainement pas linéaires. Tout cela explique, jusqu'aux débuts de son engagement, la persévérance dans ce qu'après sera nommée la 'logique de découverte' plutôt que dans la 'logique de la justification'. Pourtant, tâche de toute véritable réflexion sur le 'mondo della scienza' c'est reconnaître ce 'problema' interne et spécifique, celui de ses 'processus' cognitifs merci aux 'méthodes de la découverte':

“Partout où l'on permet à la Logique de donner le schéma rigoureux de la démonstration et de la définition, il y a place pour une recherche plus large qui se propose de suivre le processus selon lequel l'agrégat matériel des sensations se laisse subordonner à ce schéma. Du reste l'examen purement logique se résume dans un jugement formel, qui rejette les déductions erronées et refuse de raisonner sur des concepts mal définis;

³⁰Enriques, 1909, 73.

dans ce domaine s'exerce au contraire la critique gnoséologique, pour laquelle tout procédé scientifique, malgré son imperfection, représente une tentative et généralement un progrès pour atteindre la réalité, et prend en ce sens une valeur que l'on ne doit pas négliger. Pour plus de clarté, disons que la Logique trace la route idéale du procédé de construction scientifique, tandis que la Gnoséologie positive en jalonne le chemin réel; à la première appartiennent seulement l'appareil démonstratif, et aussi, d'après notre conception, celui de la preuve formelle ou analytique, tandis que la seconde comprend également dans son domaine les méthodes de la découverte".³¹

Enriques considère la 'critique gnoséologique' ou la 'gnoséologie positive' un élément indispensable pour ne pas oublier jamais le fait que la 'valeur' théorétique de la connaissance scientifique vient de son esprit voué à chercher à pénétrer avec des outils toujours plus appropriés le réel, même s'imparfaits; au mieux sa première tâche devrait être l'étude historico-critique des diverses tentatives même si manquées qui ont porté au véritable parcours scientifique. La même "Filosofia della Scienza" a trouvé, pourtant, ses sources dans la "volontà del vero" cultivée déjà par les "spiriti del Rinascimento"³²; elle se fait remarquer en raison d'être liée au 'chemin réel de la construction scientifique', n'aspire pas à établir a priori des règles, méthodes et normes idéales au nom de critères de scientificité extra-historiques, bien qu'elle travaille à leur constitution. Pour ces motivations, déjà en les *Problemi della scienza* Enriques, comme juste après Maximilien Winter³³, souligne la nécessité épistémique d'une 'vision génétique' de la science et des mathématiques avant tout; cette vision génétique élargit le champ de recherche de la réflexion

³¹ Enriques, 1909, 72 (par nous souligné).

³² Enriques, 1907, 6. On peut souligner le fait que déjà en 1907 Enriques utilise le terme 'Filosofia della scienza' dans une perspective post-conventionnaliste.

³³ Winter, 1911; à ce propos, comme souligne Alunni, 2016, il faut considérer l'appréciation de Pierre Boutroux dans son ouvrage *L'Idéal scientifique des mathématiciens*, où il unit Enriques et Winter pour avoir donné les fondements de la méthode historico-critique, retenue stratégique pour la compréhension des mathématiques; cf. Boutroux, 1920, 9.

épistémologique et porte à maturation philosophique, comme dira le même Piaget en 1925³⁴, sa propre ‘méthode historico-critique’, ‘ouverte’ selon les indications bachelardiennes, obtenue merci aux divers et bien construits ‘tissus’ théoriques aperçus avec le ‘vécu des savants’ et au spécifique ‘travaglio dei concetti’. Pourtant avant de Bachelard, Enriques n’a pas de crainte d’introduire dans le langage épistémologique des termes quels ‘tissu’ et ‘vécu’, ‘histoire’ et ‘pensée’, ‘philosophie implicite’ et le même non, comme dans les dernières pages des *Problemi della scienza* où on parle de ‘dynamique non-newtonienne’³⁵; tout cela avait toujours le but d’éviter des reconstructions imaginaires des procès scientifiques et des absolutisations typiques du philosophe de la connaissance qui “garde ses absolus dans le temps même où la science en prouve le déclin”³⁶.

Le ‘savant-philosophe’ italien, donc, a été d’un avis contraire à ces diverses tentatives élaborées par la hétéroclite littérature conventionnaliste et depuis reprises en partie dans la philosophie de la science devenue standard; ces parcours étaient retenus orientés à privilégier et absolutiser une méthode, un modèle fondés exclusivement sur un même si important ‘résultat acquis’, comme la logique mathématique. D’accord encore avec Maximilien Winter, pour Enriques l’issue de cette orientation, pas appuyée par une analyse d’ordre historique, a entraîné à une ‘route idéale du procédé’ des sciences et a sous-estimé le fait qu’elles sont avant tout le fruit d’un procès parsemé de fautes et d’imperfections, comme dira sur son sillage Gaston Bachelard; dans le même temps la ‘vision génétique’ de la science peut aider à éviter des ‘extensions métascientifiques’ de ses résultats parce qu’on peut arriver, comme déjà avait mis en garde en 1911 le même Winter, à une nouvelle scolastique:

“[L]a constitution d’une logistique est conforme au sens de l’évolution des sciences [...] même si certains logisticiens ont

³⁴ Cf. Piaget, 1925, 193–210.

³⁵ Enriques, 1913, ch. IV.

³⁶ Bachelard, 1965², 82. Comme souligne Alunni, 2016, Bachelard étudie l’ouvrage de G. Bouligand et J. Desgranges, *Le déclin des absolus mathématico-logiques* de 1949, où ces auteurs citent Enriques, Winter et Boutroux.

donné à leur propre science une portée excessive, et l'ont, dans un certain sens, transformé en une scolastique; cette extension métascientifique d'une doctrine positive est illégitime et soulève des difficultés insolubles".³⁷

Pour ces raisons, aussi le 'problema' de la découverte devient stratégique et constitutif de la même philosophie de la science, un véritable 'jalon' de la 'critique gnoséologique' qui ne doit pas seulement s'organiser au niveau conceptuel pour le rendre un chapitre spécifique de recherche, mais en doit prendre acte de la diversité des méthodes avec lesquelles elle opère dans chacune des sciences. Et l'humus privilégié pour conduire ce genre de recherche c'est, donc, le niveau historique mais orienté vers une perspective de pensée post-positiviste et dans le même temps diversement des chemins de la contemporaine philosophie de la science en route vers les canons standard; en diverses occasions et en désaccord avec des figures d'autres importantes traditions de recherche épistémologique, Enriques sera de l'avis que la compréhension du caractère conceptuel des sciences porte à l'étude critique de leurs contenus et donc à l'histoire, qui est un élément interne et nécessaire pour les développements ultérieurs. De cette façon, comme soulignera avec finesse Albert Lautman, l'histoire des sciences pour Enriques a été un véritable outil "militant pour la vérité scientifique comme au moins aussi nécessaire que le formalisme logiciste"³⁸; pour cela, il arrive à ces nets points de vue et avec une pleine conscience épistémique peu commune:

"In questa maniera lo sforzo per il progresso porta dalla scienza alla filosofia della scienza e da questa alla storia."³⁹

"La storia viene guadagnata attraverso la scienza, in servizio della scienza, e non viceversa."⁴⁰

³⁷ Winter, 1911, 51. Avec les mêmes termes Enriques parlait au premier Congrès International de Philosophie Scientifique de Paris en 1935, dont Albert Lautman fera un complet compte rendu; cf. Enriques, 1936 et Lautman, 1936, 113–129.

³⁸ Lautman, 1936, 123.

³⁹ Enriques, 1932, 6.

L'approfondissement, donc, des contenus réels des sciences et des procès qui portent à leur "valeur extensive"⁴¹ et "à l'extension possible des theories"⁴² c'est la tâche qu'Enriques assigne à la philosophie de la science; elle ne doit pas se limiter à l'analyse des leurs aussi importants apparats logico-formels et linguistiques, mais doit s'adresser avant tout à prendre en considération la structure du développement scientifique dans ses 'phases déductive et inductive', "à élucider la formation et l'évolution des concepts":

"ainsi l'alternance des phases inductive et déductive que nous avons remarquée dans la construction théorique apparaîtra sous un aspect plus général comme la loi de développement des sciences. C'est au développement inductif de la Science que se rattache le second ordre de problèmes auquel nous faisons allusion; ils se proposent d'expliquer le sens réel et la formation des concepts généraux et abstraits de la Géométrie, de la Mécanique, etc., où aboutissent les diverses représentations qui font l'objet des théories particulières. De cette manière la critique de la Science nous met en présence des questions gnoseologiques bien déterminées."⁴³

Donc, formation, évolution, développement inductif sont des termes qu'Enriques introduit dans la littérature épistémologique pour fixer les réels problèmes posés par les sciences merci aux spécifiques parcours d'ordre cognitif mis en acte; et, pour les diverses modalités avec lesquelles ils sont déclinés dans ses ouvrages, ils sont considérés presque selon le sens épistémique à leurs donné plus tard par Gaston

⁴⁰ Enriques, 1915, XIII. Avec les mêmes termes Maximilien Winter écrit: "La philosophie des mathématiques se dégage naturellement de l'histoire même de la science"; cf. Winter, 1919, 666.

⁴¹ Enriques, 1909, 122; le concept d'extension d'Enriques a été considéré par Hermann Weyl en *Philosophy of mathematics and natural science* du 1929; cf. Weyl, 1963, 152 et sur les affinités entre Enriques et Weyl, cf. Castellana, 2010.

⁴² Enriques, 1909, 146 (souligné par Enriques).

⁴³ Enriques, 1909, 147-148 (souligné par Enriques).

Bachelard⁴⁴. À la fois, ils lui donnent la possibilité d'avoir des mêmes 'principes' scientifiques une vision historique parce qu'il sont déjà dépositaires d'un "certain ensemble de connaissances" qui permettent à "toute recherche expérimentale (...) [d]'appuyer sur des concepts déjà forms"⁴⁵. Cette conscience historique de nature épistémique donc, dirigée avant tout à l'égard du niveau 'réel' et pas seulement 'formel' de la vie des sciences, explique sa position théorique qui va au-delà de la littérature conventionnaliste et aussi ses écarts avec le même Poincaré:

"qui regarde les principes, canons servant à interpréter l'expérience, comme de pures conventions... De même pour les principes scientifiques nous sommes donc dans la nécessité de les considérer comme l'expression d'expériences déjà faites et de les mesurer en les revoyant sans cesse dans leur rapport avec les expériences successives. C'est là un point qui n'a pas échappé à M. Poincaré. Mais si l'on veut regarder les choses à un point de vue plutôt réel que formel, il semble juste (et nous l'avons déjà indiqué) de designer ces principes comme des suppositions se déterminant progressivement non comme des conventions."⁴⁶

De cette façon, la conscience historique des 'problemi della scienza' porte le point de vue enriquesien à l'intérieur de celle qui, plus récemment, a été appelée par Jean Petitot, dans sa polémique avec la philosophie de la mathématique de nature analytique, "une épistémologie des contenus" pour avoir cherché jusqu'à ses débuts de percevoir les "contenus effectifs des sciences... et les principes d'objectivité"⁴⁷. Cette 'épistémologie des contenus', fruit de la

⁴⁴ Le même concept de *développement inductif* semble anticiper le particulier sens théorique du terme 'induction' de Bachelard surtout exposé en *La valeur inductive de la relativité* du 1929; sur cela cf. Bontems, 2010 et Alunni, 2016.

⁴⁵ Enriques, 1909, 241.

⁴⁶ Enriques, 1909, 241 (souligné par Enriques).

⁴⁷ Petitot, 1991, 213–214 et à ce propos, Petitot ainsi écrit: "à de rares exceptions près, l'épistémologie dominante des mathématiques ne fait guère de crédit à de penseurs comme Poincaré, Husserl, Weyl, Borel, Lebesgue, Veronese, Enriques, Cavaillès, Lautman, Gonthier, ou le dernier Gödel. Elle

‘gnoseologia critica’, se déroule entre l’activité étroitement scientifique et son histoire, fournit à l’histoire des instruments conceptuels pour devenir elle-même une science capable d’aborder iuxta propria principia ses propres objets de recherche. Pour comprendre les “ragioni della scienza”⁴⁸ et la genèse de ‘ses chemins réels’, le mathématicien italien dessine ‘la méthode historico-critique’, méthode qui lui permet d’éviter de faire de l’histoire des sciences, et des mathématiques surtout, ce que Winter appelait “un annuaire téléphonique” et de les délivrer des “fastidieuses chronologies”⁴⁹; et son engagement dès le début est, pourtant, orienté à donner les fondements d’une véritable épistémologie historique dans le sens pris dans le milieu français. Cette ‘méthode historico-critique’ est avancée *in primis* pour combattre sur le niveau conceptuel toutes les formes d’empirisme d’ordre théorique et historiographique; et la *Signification de l’histoire de la pensée scientifique* de 1934 achève ce parcours encadré en une optique philosophique plus générale, appelée “nuovo razionalismo storico-sperimentale” déjà dans l’ouvrage de 1912, du significatif titre *Scienza e Razionalismo*. Donc cet ouvrage, important pour le développement suivant de la pensée enriquesienne mais peu considéré par les critiques, il y a déjà bien actif l’objectif de saisir “l’importance des exigences rationnelles a priori dans le progrès des sciences”⁵⁰; pour cela des véritables catégories épistémologiques sont proposées pour aborder la question cruciale de ‘la valeur de la science’ dans le sens indiqué par Poincaré, comme ‘approssimazione’,

n’est pas une épistémologie des *contenus*. Elle possède la caractéristique insigne de ne faire aucun droit à ce qu’est *effectivement* la connaissance mathématique”. À ces figures il faut ajouter Winter, Bachelard, Gilles Châtelet, A. Grothendiek, J.Y. Girard, F. Zalamea. Petitot va analyser le concept d’‘idéalité mathématique’, peu considéré par la philosophie analytique, donne beaucoup d’importance à la philosophie de la mathématique d’ Albert Lautman et commente l’ouvrage de Jean Desanti du 1968 *Les idéalités mathématiques* et sur Desanti, cf. Castellana, 1986, ch. II.

⁴⁸ Enriques, 1907, 6.

⁴⁹ Winter, 1919, 666; le même Winter en 1911 dessine cette méthode dirigée à comprendre la complexité de la ‘raison mathématique’ dans ses diverses expressions historiques et conceptuelles; cf. Winter, 1911, ch. III.

⁵⁰ Enriques, 1934, 103.

‘correzione’ et ‘rettificazione’ qui en suivant seront les ‘jalons’ des recherches historiographiques d’Enriques sur l’histoire de la mathématique et de la pensée scientifique grecque.

Mais il faut partir du fait qu’il arrive à concevoir ces catégories épistémologiques merci à sa réflexion conduite *in primis* sur ce qu’en divers ouvrages il a appelé ‘travaglio dei concetti ad opera degli scienziati pensatori’ comme Riemann, par exemple; beaucoup de pages des *Problemi della scienza* jusqu’à *Per la storia della logica* de 1922 sont presque une continue analyse critique de la riemannienne “critica dei concetti e dei principi, dove la lotta tra concetti, dichiarata inutile, si accende più forte nel travaglio degli scienziati pensatori”⁵¹. Elles semblent, bien plus, donner une forme organique aux points de vue de cette ‘épistémologie germinale’ avancée par Bernhard Riemann dans ses fragments philosophiques, les *Erkenntnisstheoretisches*, où se montrent des termes comme ‘connaissance par concepts’, ‘conceptualisations progressives’, ‘intégration’, ‘extension’, ‘transformations’, ‘formation de nouveaux concepts’⁵². Ainsi, aussi bien Riemann qu’Helmholtz donnent à Enriques des outils conceptuels pour avancer une des premières optiques néo-rationalistes dans la philosophie de la science du XX^e siècle, juste pour éclaircir le véritable “significato teoretico della scienza”⁵³, qui n’était pas encore complètement saisi dans les diverses expressions. Ainsi écrit Enriques:

⁵¹ Enriques, 1922, 286.

⁵² Riemann, 1994, 86–91. Enriques connaissait les écrits de Riemann merci à la traduction en français de 1898, avec l’introduction de Felix Klein; cf. Riemann, 1898 et sur Enriques interprète de Riemann, cf. Castellana, 2004, cap. I. À ce propos écrit Giuseppe Longo: “Au cours du XX^e siècle, Federigo Enriques et Hermann Weyl enrichiront les réflexions de Riemann et de Poincaré en ajoutant l’appréciation de l’histoire, par cette analyse des ‘conceptualisations progressives’ en mathématiques que l’on trouve dans leurs nombreux écrits philosophiques... Il est temps de revenir aux idées esquissées par Riemann, Poincaré, Weyl et Enriques, pour reprendre une réflexion scientifique, en fait mathématique, sur l’épistémologie des mathématiques et leur origine cognitive”; cf. Longo, 2003, 2.

⁵³ Enriques, 1922, 264 (souligné par nous). Le terme ‘significato’ est utilisé déjà dans les *Problemi della scienza*, mais surtout dans les ouvrages suivants il a pris beaucoup d’importance.

“Il valore obiettivo della razionalità del sapere consiste in ciò che il processo della scienza è un processo di approssimazioni successive illimitatamente proseguibile... Il Razionalismo sperimentale è una rettifica del razionalismo scientifico.”

“La scienza appare ad ogni momento imperfetta in ogni sua parte, processo che si sviluppa correggendo ed integrando se stesso e non sistemazione di acquisti immutabili, che si aggiungono semplicemente gli uni agli altri.”⁵⁴

Cette 'optique néorationaliste' donne, donc pour la première fois, une valeur épistémique à ces concepts de 'correzione', 'rettificazione' et 'approssimazione', pour leurs sources dans la pensée philosophico-scientifique de Riemann⁵⁵; mais elle est avancée surtout contre les dérives de certaine littérature conventionnaliste pour comprendre les contenus ensemble objectifs et historiques de la connaissance scientifique, pour éviter d'en avoir une idée de travail de Pénélope selon la percutante remarque d'Henri Poincaré avancée en *La valeur de la science*. Elle, pourtant, a toutes les caractéristiques d'une véritable Wende dans le sens de Moritz Schlick et va jouer un trait d'union stratégique avec les positions élaborées de suite par Gaston Bachelard; de toute façon on peut parler d'une 'épistémologie néo-rationaliste italo-française' ou mieux italo-francophone parce qu'aussi Jean Piaget et Ferdinand Gonseth vont reconnaître leurs dettes proche des contributions enriquesiennes⁵⁶. Tout cela a été possible parce que le

⁵⁴ Enriques, 1912, 114–115 et 153.

⁵⁵ Nous sommes du même avis de Ludovico Geymonat qui dans les années '60 dénonçait le fait que “Riemann è stato troppo trascurato, con ingiustificabile leggerezza, da parecchi filosofi della scienza del nostro secolo”; cf. Geymonat, 1960, 185. Mais avant Enriques et de suite Bachelard, en revanche, ont été presque les seuls qui l'ont posé comme fondement des respectives réflexions épistémologiques; sur la présence de Riemann en Bachelard, cf. Alunni, 2016.

⁵⁶ Cf. Gonseth, 1937. Il faut, de plus, signaler les plus récentes considérations de Van Frassen qui voit en Enriques un précurseur de son 'empirisme constructif' et de J. Ullmo qui au contraire parle de 'réalisme opératoire'; cf. Van Frassen, 1980, p. 97 et Ullmo, 1969, 121–123. Pour le fait qu'Enriques a été considéré un précurseur par diverses traditions de recherche épistémologiques, à partir du néo-positivisme, nous avons parlé du 'caso

mathématicien italien a posé dans son ouvrage de 1906 une autre cruciale question, devenue une problématique constitutive de la philosophie de la science de tout le XX^e siècle: la nature du “fait scientifique”, les rapports entre “faits et théorie”⁵⁷, la propre dimension théorique dans la construction scientifique, le fondement théorique de la même expérimentation, son être un continu procès de “connaissance par concepts”⁵⁸, ce qui dans la suivante tradition épistémologique anglo-saxon sera énoncé avec le terme “theory ladenness”; en effet,

“(…) la connaissance scientifique tend à s’effectuer au moyen des concepts... Mais la discussion de telles questions suppose que l’on considère la science non plus comme formée, mais dans son développement progressif où les hypothèses et les théories remplacent l’acceptation de faits acquis. Occupons-nous donc de l’acquisition des connaissances, en indiquant d’abord la position historique du problème, puis en montrant comment sa solution se rattache à la doctrine de la connaissance par concepts énoncée plus haut.”⁵⁹

Cela n’était pas un vague et général appel à l’histoire de la science, mais la reconnaissance au niveau étroitement épistémique de l’historicité de la science pour son être production continue des concepts, d’auto-transformations conceptuelles selon les indications partagées par le même Maximilien Winter: “si la science était un tout achevé, il n’y aurait de place pour rien en dehors d’elle, mais elle se transforme et se transforme souvent par tâtonnements”⁶⁰. Donc, pour Enriques l’étude du moment de la constitution de la ‘connaissance par concepts’ n’est pas divisible de l’étude du moment de l’“acquisition

Enriques’, comme ‘cas unique dans l’histoire de l’épistémologie du XX^e siècle’ et cf. Castellana, 1990, 35–55.

⁵⁷ Enriques, 1909, ch. II. Ces pages ont été les plus commentées par divers auteurs de Schlick à Bachelard, de Boutroux à Piaget, d’Ullmo à Van Frassen.

⁵⁸ Enriques, 1909, 121.

⁵⁹ Enriques, 1909, 122–123.

⁶⁰ Winter, 1908, 325. La science comme ‘production de concepts’ a été une idée constante de l’épistémologie française et sera Georges Canguilhem à en donner la forme la plus organique et cf. Canguilhem, 1968.

des connaissances”⁶¹; et sur cette cruciale problématique insistera beaucoup Jean Piaget dans sa *Introduction à L'épistémologie génétique*⁶². Au milieu des ‘problemi’⁶³ fondamentaux du nouveau savoir, la philosophie de la science, Enriques en caractérise un sujet spécifique, celui de la croissance de la connaissance et de ses continus changements structuraux: ce sujet a besoin d’un véritable plateau historique pour comprendre le sens théorique des bouleversements dans les procès de production des connaissances et pour en saisir le contenu véridique au de-là des mêmes changements⁶⁴. L'épistémologue italien insiste, donc, beaucoup sur la ‘valeur extensive’ des théories scientifiques, sur leur modalité d’être un ‘procès d’extension et de correction’, sur le rôle des mêmes erreurs, sur leur nature fondamentalement approchée, ouverte e mobile dans le sens bachelardien; et tout cela à partir de la ‘connaissance’ produite par les mathématiques, par la ‘raison mathématique’ d’une façon analogue aux considérations dessinées dans les presque contemporains ouvrages de Gaston Milhaud, Brunschvicg et Winter⁶⁵, de Bachelard, Cavailles et Lautman en suite. Ce n’est pas par hasard si Gaston Bachelard, dans son approfondissement des *Problemi della scienza*, affirmera en manière tranchante en Le nouvel esprit scientifique de 1934: “c’est là un renversement de la perspective épistémologique”⁶⁶, où il y a des premiers prodromes d’une ‘épistémologie non-cartésienne’ parce qu’elle est retenue capable de

⁶¹ Enriques, 1909, 124.

⁶² Piaget, 1949, Vol. I, *La pensée mathématique*.

⁶³ Nous soulignons le titre stratégique *Problemi della scienza* de l’édition italienne, absente dans la traduction française en deux ouvrages; donc le terme ‘problemi’ a le sens donné de suite par Karl Popper.

⁶⁴ Il faut se rappeler de l’importance de ce ‘problema’ remarquée presque dans les mêmes années par Ludwig Boltzmann qui a posé la question, orientée *in primis* à garantir l’objectivité de la science même si dans ses continus changements structuraux; sur cela cf. Boltzmann, 1905, 1–10.

⁶⁵ Aussi *Les étapes de la philosophie mathématique* (1912) de Brunschvicg ont cette double nature, historique et épistémologique ensemble, retenues nécessaires pour comprendre la particulière dimension cognitive des mathématiques; sur cela cf. Castellana, 2004, ch. III.

⁶⁶ Bachelard, 1934, [1971¹¹], 52.

donner le juste sens épistémique ensemble aussi bien à la valeur objective qu'à la valeur proprement historique de la connaissance scientifique. L'épistémologue français marque dans la stratégie esquissée par Enriques une nouvelle aptitude, une diverse et bien définie orientation, une particulière atmosphère conceptuelles à opposer aux points de vue de certaine littérature épistémologique tardo-positiviste et à ses ramifications conventionnalistes d'un coté et de l'autre à ces formes de «nominalisme radical vers lequel tend l'École de Vienne» en plusieurs occasions, comme écrira Albert Lautman dans son compte rendu du premier Congrès International de Philosophie Scientifique de 1935⁶⁷. Bachelard a été le premier qui a, donc, compris dans sa pleine profondeur théorético-conceptuelle ce qu'avec Moritz Schlick on peut considérer une première véritable Wende dans la philosophie de la science; le parcours de ce tournant post-conventionnaliste a été esquissé déjà en les *Problemi della scienza* et articulé dans les ouvrages suivants selon une orientation néo-rationaliste, que le même Bachelard aura comme point de départ pour son engagement épistémologique, jusqu'à arriver à ses connues positions clairement discontinuistes.

Mais en général la littérature critique sur Enriques a laissé de coté cet important résultat, souligné au contraire par Bachelard dans divers ses ouvrages⁶⁸; est émergée, pourtant, une interprétation fondée

⁶⁷ Lautman, 1936, 113–129. Lautman a parlé de “‘petit Congrès’ de philosophie des sciences” dans les séances du huitième Congrès International de Philosophie de Paris du 1935; ce Congrès a vu, pour la première fois, les représentants de l'École de Vienne exposer à un large public philosophique leurs points de vue et dans le même temps les premières réserves avancées par la tradition de recherche épistémologique italo-francophone. Lautman souligne “le mot de scolastique... prononcé par M. Enriques” envers les adhérents au néopositivisme logique.

⁶⁸ Enriques est aussi point de repère dans l'*Essai sur la connaissance approchée* du 1928 et dans *La formation de l'esprit scientifique* du 1938; cf. Bachelard, 1928,[1969³], 290 e 1938, [1970] 243. En général les études critiques sur Enriques, surtout en Italie, l'ont retenu justement un important mathématicien pour ses contributions à la géométrie algébrique, un assez bon historien de la science, un médiocre ‘philosophe’ et jusque un amateur, pas un épistémologue; il faut en rechercher les raisons avant tout dans l'hégémonie

presque exclusivement sur les seules œuvres historiographiques et tout cela a porté à donner justement beaucoup d'importance à sa conception de l'histoire des sciences. Mais de cette façon sa vision historique de la connaissance scientifique a été isolée et détachée de l'ensemble de son parcours de 'savant-philosophe'; mais, dans le même temps, la dimension particulièrement épistémologique n'a été justement considérée ou a été mal interprétée jusqu' à faire émerger une vision continuiste en termes très généraux des processus des sciences et de leur histoire. Cette vision continuiste a été possible d'un côté pour un ensemble de certaines raisons intérieures au parcours enriquesien, voué jusque ses débuts à comprendre l'unité et l'évolution de la raison, "les tendances spéculatives qui ont dès le début guidé notre pensée"⁶⁹; dans le même temps la perspective historique avec l'issue de la 'méthode historico-critique'⁷⁰, même si dessinée en les *Problemi della scienza*, parviendra à maturation par la suite merci aux diverses et importantes études sur l'histoire des sciences et des mathématiques, avant tout sur la mathématique grecque. Mais l'autre raison a trouvé ses justifications dans le fait que les diverses interprétations de la pensée enriquesienne n'ont pas

culturelle exercée par la philosophie néo-idéaliste de la première moitié du siècle, dans l'absence de véritables figures de 'savant-philosophe' et après dans le développement de la philosophie de la science merci à l'importante littérature néopositiviste avec son tournant logico-analytique dans une direction complètement diverse. Le même Ludovico Geymonat, qui a eu en Italie le mérite historique d'importer après le deuxième conflit mondial cette importante littérature en faisant de la philosophie de la science une discipline académique, a pris ses distances de ce tournant et a orienté sa pensée épistémologique en sens historique presque de la 'Enriques-Renaissance' des années '80; dans le même temps a reconnu ses torts pour avoir oublié Enriques jusqu'à souligner le fait qu'il a été un maître de Carnap et à proclamer: "Posso dire che Enriques da questo punto di vista era veramente superiore a tutti gli altri che avevo conosciuto. Era superiore, ad esempio, a Schlick, a Carnap, che avevo conosciuto nel Circolo di Vienna che frequentai per un anno circa, nel 1933." Cf. Geymonat, 1989, 196.

⁶⁹ Enriques, 1909, 1.

⁷⁰ Enriques, 1909, 74–79 et sur 'la méthode historique dans la philosophie de la science', cf. Castellana, 2007, 87–127.

considéré un élément constitutif, évident mais important, le fait qu'elle a été l'issue de trois activités enchaînées jusque ses débuts: la scientifique, l'historique et cette épistémologique, ces dernières émergées en temps divers; ces engagements, considérés séparément, et le fait de retenir surtout les réflexions épistémologiques presque d'une importance secondaire et occasionnelles parce qu'en n'ont pas été reconnus les points spécifiques, avec quelques exceptions merci à Winter, Bachelard, Lautman, Gonseth et Piaget, n'ont pas permis d'en saisir l'unité de fond, qui a trouvé sa maturation épistémique dans la dernière époque de l'activité enriquesienne juste avec la *Signification de l'histoire de la pensée scientifique* du 1934⁷¹.

Mais les dernières études ont permis avant tout d'avoir une vision plus organique de la pensée enriquesienne, d'en ressortir la portée philosophique tout court et la particulière dimension épistémologique implicite, d'en trouver certaines 'harmonies cachées'⁷² non seulement avec la culture européenne des années '30, mais internes à son même parcours; cette clef herméneutique d'harmonies cachées ou exhumées⁷³ nous donne la possibilité de mieux articuler les

⁷¹ Cf. Enriques, 1934; cet ouvrage a été publié en langue italienne en 1936 et en 1940 il y a été une traduction en langue portugaise; cf. Enriques, 1940. Il faut souligner le fait que dans la même année Karl Popper a publié *Logik der Forschung*, Gaston Bachelard *Le nouvel esprit scientifique* et en 1935 Ludwik Fleck *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*; cela est très important pour une histoire critique de la philosophie de la science qui nous donne la possibilité de les considérer comme des signaux et indices, présents en certains pays européens, d'un divers et émergent tournant épistémologique.

⁷² *Federigo Enriques ou les harmonies cachées de la culture européenne. Entre science et philosophie* c'est le titre que Charles Alunni et Yves André ont donné à un récent congrès italo-français sur Enriques à Venise (14-17 mai 2012), et cf. Alunni & André (éds.), 2015. Ces dernières études italo-françaises ont confirmé la dimension européenne de la pensée enriquesienne, son optique néo-kantienne et ont permis de connaître un autre aspect peu étudié, l'intérêt pour Hegel et sa dialectique et sur cela cf. Alunni, 2016, ch. VII.

⁷³ Alunni analyse ces rapports cachés entre Enriques, Winter, Bachelard et Lautman, réunis par leur *esprit surrationaliste*, orienté avant tout à comprendre la spécifique dimension théorétique de la science, à construire un

perspectives implicites dans ce parcours, de les considérer comme des respectifs développements et de leur donner un plus juste poids théorétique. Et tout cela trouve en réalité sa pleine maturation en la *Signification de l'histoire de la pensée scientifique*, où on parvient, merci à la méthode historico-critique, à prendre acte de la pleine reconnaissance de 'la signification théorétique' spécifique de la science, de sa particulière âme philosophique et de ses 'enjeux' dans le sens nous proposé récemment par Gilles Châtelet; peut-être, il n'y a pas dans la riche et bigarrée littérature épistémologique du XX^e siècle un ouvrage où cet aspect est ainsi élaboré avec netteté en manière explicite et catégorique, de sorte qu'il a été retenu par Hélène Metzger "un opuscule riche de pensée dont chaque ligne est un appel à la méditation, à la discussion, au travail... [pour sa] richesse éblouissante" et pour le fait qu'il porte "à un examen de conscience philosophique"⁷⁴ tous qui se réfèrent en manière critique avec les sciences et leurs parcours cognitifs. Il y a donc, en cet ouvrage comme dans les contemporaines œuvres bachelardiennes, la revendication nette et explicite de la science comme véritable pensée, des "ressorts philosophiques de la pensée scientifique" qui est, en suivant les récentes indications de Dominique Lecourt, "la grande oubliée du scientisme comme de l'antiscience"⁷⁵.

En effet, ce court mais intense ouvrage, pour l'exigence continue de la nécessité de l'analyse critique des "postulats rationnels dans la construction de la science"⁷⁶, peut être considérée, sans exagération,

espace autonome pour la réflexion philosophique selon une perspective non positiviste; cf. Alunni, 2015, ch. VII. Nous utilisons cette idée d'harmonies cachées' pour nous orienter au l'intérieur de son parcours.

⁷⁴ Metzger, 1987, 142 et 147.

⁷⁵ Lecourt, 2005, 452. Le même *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*, dirigé par Lecourt en suivant l'épistémologie bachelardienne, achève presque certaines indications enriquesiennes avec un langage similaire: "réalité de la pensée scientifique", l'histoire comme la meilleure voie pour accéder à la signification de ce concept [d'atome], problèmes, unir indissociablement réflexion philosophique et enquête historique dans l'investigation de la pensée scientifique, conceptualisation"; cf. Lecourt, 1999, VII-IX et le mot dans ce *Dictionnaire* sur Enriques; cf. Emery, 1999, 347.

⁷⁶ Enriques, 1934, 23.

un texte-base, un point de référence sine qua non pour combattre avec des armes appropriées les dérives aussi bien du scientisme dans ses diverses variables que de la nombreuse et bigarrée littérature de l'antiscience, positions qui en manière diverse arrivent à nier la valeur historique, véridique et culturelle de la connaissance scientifique. L'Enriques des années '30, qui a tenu compte de ses batailles conduites en Italie contre la philosophie néo-idéaliste et à niveau européen contre les absolutisations de certaine littérature d'inspiration conventionnaliste, trace un parcours théorique orienté à faire manquer à ces positions leurs raisons, à démonter leurs points de vue incapables surtout de comprendre la historicité intrinsèque des sciences et donc leur être 'pensée' tout court. Le 'savant-philosophe' ou, pour mieux dire, l'historien-épistémologue italien ne se borne pas à faire des réflexions sur la science, mais il arrive à leur histoire par mathématicien au travail, engagé en des réelles recherches. Dans la Signification de l'histoire de la pensée scientifique on assiste à un significatif changement conceptuel, à un véritable 'renversement' dans le sens bachelardien: si d'abord la connaissance scientifique et son histoire étaient séparées comme deux activités diverses et bien distinctes, elles deviennent un *unicum* organique, portent à l'"unité de la science"⁷⁷, à incorporer à la même rationalité l'historicité, à un nouvel rapport entre "rationalisme et historisme"⁷⁸:

"Le contraste entre le rationalisme et l'historisme est un aspect nouveau du très ancien combat que se livrent le rationalisme et l'empirisme. Et de même que cette bataille a perdu sa raison d'être de l'avènement du rationalisme expérimental, on peut prévoir que le nouveau conflit sera surpassé dès que se sera mieux affirmée la tendance, déjà ébauchée, à concevoir d'une manière plus large la raison même, en introduisant, parmi les valeurs sur lesquelles elle opère, les données de l'expérience historique. De cette évolution des idées, dont on aperçoit aisément l'énorme signification, du point de vue des intérêts les

⁷⁷ Enriques, 1934, 44.

⁷⁸ Enriques, 1934, 41.

plus hauts de la vie humaine, «l’historisation» de la science est peut-être l’aspect le plus saillant.”⁷⁹

Il faut souligner le fait que tous les efforts théoriques d’Enriques jusque de ses débuts sont orientés à poser la cruciale question de l’unité de la science, problématique constitutive de la philosophie de la science et commune à plusieurs parcours de recherche épistémologique; et pour cela, ainsi a commenté Ludovico Geymonat:

“ma noi avevamo la scienza “e” la storia della scienza; queste due grandi discipline potevano essere talora unite, restando, però, diverse fra di loro. L’idea, direi geniale, di Enriques è che esse si fondano fra di loro. Tra la scienza e la storia della scienza non c’è una copula “e”, c’è un inserimento dell’una nell’altra. Non si può fare scienza senza fare storia della scienza; non si può fare storia della scienza senza penetrare nel significato della scienza stessa... Si tratta di capire che la storia della scienza fa parte della scienza stessa”⁸⁰.

Ainsi Enriques est allé trop loin de la conception positiviste de la science et de son empirisme historiographique, du même approche Whiggish, selon l’expression anglo-saxon, qui en manière naïve justifie le présent et sa supériorité, en oubliant le fait que le passé scientifique, bien qu’il soit plein d’erreurs, voilà qu’il conduit à la vérité; le même “postulat de la raison”⁸¹, “d’une raison qui s’exprimerait dans le progrès historique vers la vérité”⁸², incorpore parmi ses fondements le principe du rapport entre “vérité et erreur”⁸³. Ce n’est pas par hasard si Gaston Bachelard a trouvé dans cet ouvrage enriquesien la considération épistémique du primat théorique de l’erreur, qui n’est pas “une monstruosité, comme la négation du vrai”⁸⁴, mais constitutif de la même objectivité scientifique: “erreur, tu n’es pas un mal”. Comme le dit fort bien M. Enriques, “Le long d’une

⁷⁹ Enriques, 1934, 43.

⁸⁰ Geymonat, 1989, 194–195.

⁸¹ Enriques, 1934, 13.

⁸² Enriques, 1934, 21.

⁸³ Enriques, 1934, 16.

⁸⁴ Enriques, 1934, 15.

ligne d'objectivité, il faut donc disposer la série des erreurs communes et normales"⁸⁵. Donc, la signification théorétique de la science porte à sa signification historique et proprement scientifique et «la compréhension de la science suppose toujours un milieu historique possédant une certaine culture et la plus haute vision qu'on puisse avoir de la science est, en somme, la vision historique de son devenir"⁸⁶. En plus, la perspective épistémologique, une foi pourvue du bagage de l'historicité de la science, libère, comme dit Bachelard, la même philosophie de la science de ses 'infortunes' en train de simplifier les procès scientifiques; ainsi elle est plus capable d'éclaircir le caractère constructif et toujours plus complexe des connaissances produites par les sciences: "Comme toutes les valeurs constructives, c'est au niveau des rapports les plus compliqués qu'on peut vraiment en apprécier toute la portée. C'est l'infortune de la philosophie des sciences qu'elle doive s'exposer sur des cas simplifiés alors que la pensée scientifique est active dans les cas les plus complexes"⁸⁷.

Enriques nous donne, donc, des instruments conceptuels pour mieux éclaircir le devenir de la connaissance scientifique avec ses spécifiques valeurs véridiques et objectives, et assigne à la philosophie de la science une particulière tâche adressée à dessiner "une nouvelle méthode d'analyse épistémologique"; cette méthode est retenue plus conforme à la complexité de la raison scientifique et capable d'introduire dans ses fondements, comme savoir critique, juste "la critique historique des concepts scientifiques"⁸⁸. Avec ces fondements historiques et théorétiques ensemble, la 'méthode historico-critique' c'est, donc, la même épistémologie ou philosophie de la science qui apparaît "comme la plus haute compréhension de la pensée scientifique"⁸⁹, comme véritable 'pensée des sciences' capable de fournir les raisons de ses diverses 'âmes' et articulations; tout cela est possible parce qu'elle, comme dira Bachelard plus nettement, vise à la science au travail issue de son devenir, porte ses enjeux sur des cas

⁸⁵ Bachelard, 1970, 243.

⁸⁶ Enriques, 1934, 14.

⁸⁷ Bachelard, 1963², 134.

⁸⁸ Enriques, 1937, 6.

⁸⁹ Enriques, 1934, 48.

complexes et la dimension historique, bien métabolisée dans le sens de Gerald Holton elle-même à niveau épistémologique, aide à monter la garde contre les présumés procédés ‘idéaux’, fruit de procès de simplification, qui peuvent souvent être portés, comme disait Winter, à illégitimes ‘extensions métascientifiques’. Pour caractériser mieux cet engagement, le mathématicien-épistémologue italien a lancé au deuxième Congrès de Philosophie Scientifique du 1937 l’idée d’une “nouvelle épistémologie”⁹⁰, en manifestant des premières et organiques réserves critiques envers certains points de vue avancés par les protagonistes de l’École de Vienne et surtout envers toutes ces naissantes positions normatives⁹¹; cette ‘nouvelle épistémologie’ pour le fait que sa tâche c’est comprendre la signification de la pensée scientifique merci à son histoire, comme disait Jean Cavailles dans le compte rendu à l’ouvrage enriquesien, “fournit des règles d’humilité” au philosophe obligé à saisir le réel “contenu même des concepts”⁹² et à éviter d’aller à la recherche de procédés idéaux *sub specie aeternitatis*. En plus, Enriques nous donne des indications pour ébaucher une

⁹⁰ Enriques, 1937, 6 et sur cela cf. Castellana, 1990.

⁹¹ À ce propos il faut se rappeler des diverses initiatives prises par Ferdinand Gonseth, vers la fin des années ’30, orientées presque à constituer un premier front antinéopositiviste jusqu’ aux *Entretiens de Zürich* en 1938 et depuis à la fondation de la revue *Dialectica* avec Gaston Bachelard et Karl Popper; à ces *Entretiens*, qui avaient l’objectif de proposer la question des fondements des mathématiques diversement de la conception analytique, a participé le même Enriques et merci à Paul Bernays fut invité Kurt Gödel pour exposer ses points de vue, déjà retenus par Gonseth et par d’autres philosophes de la mathématique français comme Cavailles et Lautman *contra* Carnap, mais il refusa de venir parce que, peut-être, il n’était pas encore prêt à s’engager en questions philosophiques, comme au contraire dans les années ’50-’60. Comme on sait, Gödel a publié sur *Dialectica* en 1956 un important essai et dans son *Nachlass* il y a diverses versions de l’essai *Is mathematics syntax of language?* (1953-1959), où il exprime très nettement ses critiques envers la conception carnapienne de la mathématique, conçue comme ‘pensée’ et non un langage; cf. Gonseth, 1941 et Gödel, 2006, 298-326 et sur cela Castellana, 1990 et Chiffi, 2012. Pour une récente analyse des «sette peccati capitali della filosofia analitica», cf. Cellucci, 2001 et 2002.

⁹² Cavailles, 1936, 112.

épistémologie de l'histoire des sciences, en esquisse des instruments pour la "construction de l'histoire" qui "ne peut évidemment pas se réduire à une collection et à une collation de textes et de notices savantes. Il faut qu'elle soit construite par la pensée de l'historien."⁹³

La méthode historico-critique donne aussi à l'historien-épistémologue la possibilité de revivre l'intensité du 'travaglio dei concetti', du fait qu'ils sont fruit du constant rapport entre la pensée et le réel, entre l'erreur et la vérité, de saisir l'*hinc et nunc* de la découverte, son unicité et spécificité, d'élargir l'important 'problema' de l'unité de la science, stratégique pour chaque tournant de la recherche épistémologique, à d'autres coordonnées humaines; par exemple, une autre et cruciale tâche de la philosophie de la science c'est de redonner à la science sa spécifique valeur aussi 'spirituelle' dans le sens proposé par Albert Lautman, qui dénonçait le fait que cet aspect de l'activité scientifique a été peu pris en considération par la littérature épistémologique à lui contemporaine:

"En voulant supprimer les liaisons entre la pensée et le réel, comme en refusant de donner à la science la valeur d'une expérience spirituelle, on risque de n'avoir qu'une ombre de science, et de rejeter l'esprit en quête de réel vers les attitudes violentes où la raison n'a point de part. C'est là une démission que la philosophie des sciences ne doit pas accepter."⁹⁴

La 'nouvelle épistémologie des fondements historiques' ne peut pas tourner cette exigence structurelle de la science et, donc, fournit les conditions de fond pour lui donner la juste place parmi les diverses activités humaines; elle complique bien sûr les rapports entre épistémologie et histoire de la science, mais les enrichit toutes les deux des respectives perspectives. Et, ainsi, on est toujours plus capable de comprendre la particulière valeur spirituelle de la connaissance scientifique qui a besoin pour Enriques d'un constant

⁹³ Enriques, 1934, 48. Hélène Metzger a développé ces indications enriquesiennes dans ses études de méthodologie et épistémologie de l'histoire des sciences; cf. Metzger, 1987.

⁹⁴ Lautman, 2006, 50. La même Hélène Metzger a souligné cette question et surtout dans son dernier texte écrit pendant l'Occupation nazi de la France; cf. Metzger, 2014.

engagement théorétique orienté avant tout à explorer les profondeurs des ‘liaisons entre la pensée et le réel’; elle est réclamée surtout par le ‘nouvel esprit’, dans le sens de Bachelard, de la science contemporaine caractérisée du fait qu’ “à l’idée, professée par les savants de la Renaissance, d’une nature simple s’est substituée la notion d’une complexité infinie qui serait l’effet de la solidarité universelle entre tous les phénomènes”⁹⁵. Pour cela, tout travail épistémologique avec ses méthodes historico-critiques va adresser à comprendre *iuxta propria principia* la nouvelle dimension historico-véridique engagée par les sciences contemporaines qui progressent en compliquant et, comme a dit Gaston Bachelard dans la dernière page de *Le Matérialisme rationnel*, sont faites “de la recherche des faits véritables et de la synthèse de lois véridiques... Elles prolongent les vérités de fait par des vérités de droit”⁹⁶. L’histoire, donc, c’est une partie intégrante de ce procès de nature cognitive toujours plus complexe, qui va d’‘une vérité de fait à une vérité de droit’, procès que le philosophe de la science doit étudier à fond dans les diverses articulations historico-conceptuelles.

L’ouvrage et la pensée d’Enriques jusque leurs débuts ont cherché di donner une réponse organique à cette problématique et peuvent mieux acquérir de leur véritable sens théorique en suivant ces parcours à la fois non linéaires; même si les points de vue avancés peuvent sembler à l’œil externe contradictoires, fruit de diverses oscillations d’un niveau à l’autre, une lecture interne merci à la clef herméneutique d’ ‘harmonies cachées’, nous donne la possibilité de les considérer des ressources théorétiques, une partie d’entre elles venues à maturation en d’autres contexte de recherche. En plus, ces points de vue, relus à la lumière des résultats de l’épistémologie post-néopositiviste, peuvent nous aider à regarder avec un plus grand sens critique et objectif toute l’histoire de la philosophie de la science du XX^e siècle.

⁹⁵ Enriques, 1934, 7. Le même Bachelard considère la science contemporaine «une science qui se complique en progressant»; cf. Bachelard, 1963², 134.

⁹⁶ Bachelard, 1963², 224.

Références

- Aliotta, A., 1975 (1912), *The idealistic reaction against science*, New York, Arno Press.
- Andler, A., Fagot-Largeault, A., et Saint-Simon, B. (éds.), 2002, *Philosophie des sciences*, Paris, Gallimard, I-II voll.
- Alunni C., 2016, *Spectres de Bachelard. Gaston Bachelard & l'École surrationaliste*, Genève (sous presse).
- Alunni C., André Y. (éds.), 2015, *Federigo Enriques e le armonie nascoste della cultura europea. Fra scienza e filosofia*, Pisa, Edizioni della Normale.
- Bachelard G., 1928, *Essai sur la connaissance approchée*, Paris, Éd. J. Vrin, (1963).
- 1934, *Le nouvel esprit scientifique*, Paris, Presses Universitaires de France, (1971).
- 1938, *La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Éd. J. Vrin, (1970).
- 1951, *L'activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, Presses Universitaires de France, (1965).
- 1953, *Le Matérialisme rationnel*, Paris, Presses Universitaires de France, (1963).
- Barberousse A., Kistler M., et Ludwig P., 2000, *La Philosophie des sciences au XX^e siècle*, Paris, Flammarion.
- Braunstein J.F., 2002, Bachelard, Canguilhem, Foucault. Le 'style français' en épistémologie, in Wagner 2002, 920–963.
- Bitbol M. et Gayon J. (éds.), 2006, *L'épistémologie française 1830-1970*, Paris, Presses Universitaires de France.
- Boltzmann L., 1905, *Über die Methoden der theoretischen Physik*, Populäre Schriften, Leipzig, J.A. Barth, 1–10.
- Bomtems V., 2010, *Bachelard*, Paris, Les Belles Lettres.
- Boutroux P., 1920, *L'idéal scientifique des mathématiciens*, Paris, Presses Univeristaires de France, (1955).
- Brenner A., 2003, *Les origines françaises de la philosophie des sciences*, Paris, Presses Universitaires de France.
- 2006, Quelle épistémologie historique? Kuhn, Feyerabend, Hacking et l'école bachelardienne, *Revue de Métaphysique et de Morale*, 1, n. 49, 113–125.
- Brenner, A. et Petit, D'A. (éds.), 2009, *Science, histoire, et philosophie selon Gaston Milhaud. La constitution d'un champ disciplinaire sous la Troisième République*, Paris, Vuibert.
- Bussotti P. (éd.), 2008, *Federigo Enriques e la cultura europea*, Lugano, Lumières Internationales.

- Bussotti, P. and Pisano, R., 2015, The Geometrical Foundation of F. Enriques' Gnoseology and Epistemology, *Advances in Historical Studies*, 4, 118–145.
- Canguilhem, G., 1968, *Études d'histoire et de philosophie des sciences*, Paris, Éd. J. Vrin.
- Castellana, M., 1986, *Epistemologia debole. Bachelard, Desanti, Reymond, Bertani*, Verona.
- 1990, Alle origini della 'nuova epistemologia'. *Il Congrès Descartes del 1937*, Lecce, Il Protagora.
- 2004, *Razionalismi senza dogmi. Per una epistemologia della fisica matematica*, Soveria Mannelli, Rubbettino Ed.
- 2005, Federigo Enriques, Gaston Bachelard et Ferdinand Gonseth. Esquisse d'une tradition épistémologique, in Alunni C., Brian E., Émery, É. (éds.), "Sciences et philosophie au XXe siècle. L'École de Zürich et le programme surrationaliste", *Revue de synthèse*, 2, 303–316.
- , 2007, Il metodo storico nella filosofia della scienza, in Enriques F. 2007, 87–127.
- 2009, Storia della scienza, epistemologia ed ermeneutica in Hélène Metzger, in Metzger H., *Il metodo nella storia delle scienze. Testi 1914-1939 e lettere raccolti da Gad Freudenthal*, trad. it., Manduria, Barbieri-Selvaggi Ed., 23–55.
- 2010, Hermann Weyl et Federigo Enriques. Mathématiques et philosophie, in Alunni C., Castellana M., Ria D., Rossi A. (éds.), *Albert Einstein et Hermann Weyl 1955-2005. Questions épistémologiques ouvertes*, Manduria, Barbieri-Selvaggi Ed.- Éditions Rue d'Ulm, 69–87.
- 2014, Il tetraedro storico-epistemologico, in Enriques F., Metzger H., *Storia e struttura del pensiero scientifico*, Manduria, Barbieri-Selvaggi Ed., 117–145.
- 2014, Federigo Enriques e la volontà del vero, in Castellana M. e Pompeo Faracovi, 2014, 43–70.
- 2015, Les mathématiques et l'expérience selon Albert Lautman, in Barbin É., et Caro, *Les mathématiques et l'expérience*, Paris, Hermann, 311–338.
- Castellana, M. e Pompeo Faracovi, O. (éds.), 2014, *Filosofie scientifiche vecchie e nuove. A cent'anni dal IV Congresso Internazionale di Filosofia*, Lecce-Brescia, Pensa Multimedia-Pensée des sciences ENS.
- Castelli Gattinara E., 2003, *Strane alleanze*, Milano, Mimesis.
- Cavaillès J., 1936, Compte rendu à F. Enriques, 1934, *Revue de Métaphysique et de Morale*, XLIII, 111–112.
- Cellucci C., 2001, L'illusione di una filosofia specializzata, in D'Agostino M., Giorello G., Veca A. (éds.), *Logica e politica. Per Marco Mondadori*, Milano, Il Saggiatore, 119–137.

- 2002, *Filosofia e matematica*, Roma-Bari, Ed. Laterza.
- Châtelet G., 1993, *Les enjeux du mobile. Mathématique, physique, philosophie*, Paris, Éditions du Seuil.
- Chiffi D., 2012, *Kurt Gödel. Philosophical explorations*, Roma, Aracne Ed.
- De Courtenay N. et Barberousse A., 2007, Penser la philosophie des sciences en 1904: un essai de 'philosophie appliquée' d'Alois Höfler, in Pont C.-Freland L.-Padovani F.-Slavinskaia, 2007, 79-105.
- Duhem P., 1906, *La théorie physique, son objet, sa structure*, Paris, Chevalier & Rivière.
- Emery É., 1999, Federigo Enriques, 1971-1946, in Lecourt, D. 1999.
- Enriques F., 1906, *Les Problèmes de la science et de la logique*, traduit par J. Dubois, Paris, Felix Alcan (1909).
- 1906, *Les concepts fondamentaux de la science. Leur signification réelle et leur acquisition psychologique*, trad. par L. Rougier, Paris, Flammarion (1913).
- 1907, *Il rinascimento filosofico della scienza contemporanea, Questioni filosofiche*, a cura della S.F.I., Bologna-Modena, Formiggini, 1-6.
- 1912, *Scienza e Razionalismo*, Bologna, Zanichelli.
- 1915, *Lezioni sulla teoria geometrica delle equazioni e delle funzioni algebriche*, a cura di O. Chisini, Bologna, Zanichelli.
- 1922, *Per la storia della logica. I principi e l'ordine della scienza nel concetto dei pensatori matematici*, Bologna, Zanichelli.
- 1932, *Storia del pensiero scientifico*, con G. De Santillana, Milano-Roma, Treves-Treccani-Tumminelli.
- 1934, *La Signification de l'histoire de la pensée scientifique*, Paris, Hermann (trad. portugaise et préf. de V. Magalhães Godinho, O significado da história do pensamento científico, Lisboa, Inquérito, 1940).
- 1936, *Philosophie scientifique, Actes du Congrès International de Philosophie scientifique*, vol. I, Paris, Hermann, 23-27.
- 1937, *Le problème de la raison, Travaux du IXe Congrès International de Philosophie - Congrès Descartes*, Paris, Hermann, fasc. IV, 3-6.
- 2000, *Per la scienza. Scritti editi e inediti*, a cura di R. Simili, Napoli, Bibliopolis.
- 2007, *Il significato della storia del pensiero scientifico*, a cura di M. Castellana, Manduria, Barbieri-Selvaggi Ed.
- Friedmann M., 2008, History and Philosophy of Science in a New Key, *Isis*, XCIX, 119-137.
- Geymonat L., 1960, *Filosofia e filosofia della scienza*, Milano, Feltrinelli.
- 1989, Lo storicismo scientifico di Federigo Enriques, in Simili R. (éd.), *Federigo Enriques filosofo e scienziato*, Bologna, Cappelli, 191-199.

- Gödel K. 2006, *Opere. Saggi inediti e conferenze*, vol. 3, a cura di E. Ballo, G. Lolli, C. Mangione e P. Pagli, Torino, Bollati Boringhieri
- Gonseth F., 1937, *Qu'est-ce que la logique?*, Paris, Hermann.
- 1941, *Les Entretiens de Zürich sur les fondements et la méthode des sciences mathématiques*, Zürich, Leemann.
- Heidelberger M.-Stadler F. (éds.), 2002, *History of Philosophy of Science. New Trends and Perspectives*, Dordrecht/Boston/London, Kluwer.
- Höfding H., 1908, *Philosophes contemporains*, Paris, Felix Alcan.
- Howard D., 2004, *Fisica e filosofia della scienza all'alba del XX secolo, Storia della scienza, La seconda rivoluzione scientifica*, vol. VIII, Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, 3-16.
- Janet P., 1919, *Milhaud (Gaston), né à Nîmes le 10 août 1878, mort à Paris le 1er octobre 1918. Promotion de 1878, Association amicale de secours des anciens élèves de l'École normale supérieure*, 12 janvier 1919, 57-58.
- Lautman A., 1936, *Le Congrès International de Philosophie des Sciences (du 15 au 23 septembre 1935)*, *Revue de Métaphysique et de Morale*, XLIII, 113-129.
- , 2006, *Mathématique et réalité*, (1936), in Lautman A., *Les mathématiques, les idées et le réel physique*, par F. Zalamea, Paris, Éd. J. Vrin, 47-50.
- Lecourt D. (dir.), 1999, *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*, Paris, Presses Universitaires de France.
- 2001, *La philosophie des sciences*, Paris, Presses Universitaires de France.
- 2005, *La philosophie dans les sciences*, *Revue de synthèse*, 2, 451-454.
- Longo G., 2003, *Géométrie et cognition*, *Revue de synthèse*, 124, 1-10.
- Metzger H., 1987, *La méthode philosophique en histoire des sciences. Textes 1914-1939, par G. Freudenthal*, Paris, Fayard.
- 2014, *La scienza, l'appello alla religione e la volontà*, a cura di M. Castellana, Lecce-Brescia, Pensa Multimedia-Pensée des sciences ENS.
- Moulines C. U., 2006, *L'invention de la philosophie des sciences*, Paris, ENS Ulm.
- Nastasi T., 2010, *Federigo Enriques e la civetta di Atena*, Pisa, Pisa University Press.
- Parrini P., 1983, *Empirismo logico e convenzionalismo. Saggio di storia della filosofia della scienza*, Milano, F. Angeli Ed.
- Parrocchia D., 2009, *Y a-t-il une philosophie française des sciences?*, in Brenner A.-Petit D'A., 2009, 239-254.
- Patras F., 2001, *La pensée mathématique contemporaine*. Paris, Presses Universitaires de France.

- Petitot J., 1991, Idéalités mathématiques et réalité objective: Approche transcendantale, in G. Granel (ed.), *Hommage à Jean-Toussaint Desanti*. Mauvezin, Éditions Trans-Europ-Repress, 213–282.
- Piaget J., 1925, Psychologie et critique de la connaissance, *Archives de psychologie*, 19, 193–210.
- 1949, *Introduction à l'épistémologie génétique. La pensée mathématique*. Paris, Presses Universitaires de France.
- 1967, *Logique et connaissance scientifique*. Paris, Gallimard/La Pléiade.
- 1970, *Psychologie et épistémologie. Pour une théorie de la connaissance*, Paris, Éd. Gontier.
- Polizzi G., 1984, *Forme di sapere e ipotesi di traduzione. Materiali per una storia dell'epistemologia francese*, Milano, F. Angeli Ed.
- Pompeo Faracovi O., 1984, *Il Caso Enriques. Tradizione nazionale e cultura scientifica*, Livorno, Belforte.
- 2014, *La ragione solitaria. Aspetti della filosofia scientifica di Federico Enriques*, La Spezia, Agorà &C.
- Pompeo Faracovi O.–Mazziotti M.–Scarantino L.–Toth I. (éds.), 2001, *Federigo Enriques. Matematiche e filosofia. Lettere inedite, bibliografia degli scritti*, Livorno, Belforte Ed.
- Pont J.-C., 2007, De l'absolu au relatif, destin du XIXe siècle, in Pont J.C.–Freland L.–Padovani F.–Slavinskaia (éds.), *Pour comprendre le XIXe. Histoire et philosophie des sciences à la fin du siècle*, Firenze, Leo S. Olschki Ed., VII–XLVIII.
- Redondi P., 1978, *Epistemologia e storia della scienza. Le svolte teoriche da Duhem a Bachelard*, Milano, Feltrinelli.
- Riemann B., 1898, *Oeuvres mathématiques* (préface de F. Klein), Paris, Gauthier-Villars.
- 1994, *Sulle ipotesi che stanno alla base della geometria e altri scritti scientifici e filosofici*, a cura di R. Pettoello, Torino, Bollati Boringhieri.
- Schlick M., 1911, Enriques F., Probleme der Wissenschaft, Leipzig, Teubner, vol. I–II, *Vierteljahrschrift für wissenschaftliche Philosophie und Soziologie*, 35, 265–266.
- Stadler F., 2007, History of Philosophy of Science. From 'Wissenschaftslogik (Logik of Science)' to Philosophy of Science: Europe and America, 1930–1960, in Kuipers T., Gabbay D.M., Thagard P., Woods J., Elsevier B.V. (éds.), *Handbook of the Philosophy of Science: General Philosophy of Science – Focal Issues*, Amsterdam, 577–658.
- Uebel T.E., 1999, Otto Neurath, the Vienna Circle and the Austrian tradition, in O'Hear A. (éd.), *German philosophy since Kant*, Cambridge, Cambridge University Press, 249–269.
- Ullmo J., 1969, *La pensée scientifique moderne*, Paris, Flammarion.

- Van Frassen B.C., 1980, *The Scientific Image*, Oxford, Oxford University Press.
- Wagner P. (éd.), 2002, *Les philosophes et la science*, Paris, Gallimard.
- Weyl H., 1963, *Philosophy of mathematics and natural science*, Princeton, University Press.
- Winter M., 1908, Philosophie de la théorie des nombres, *Revue de Métaphysique et de Morale*, III, 321–345.
- , 1911, *La méthode dans la philosophie des mathématiques*, Paris, Felix Alcan.
- 1919, Les principes de l'analyse mathématique par Pierre Boutroux, *Revue de Métaphysique et de Morale*, XIV, 649–667.
- Zalamea F., 2012, *Synthetic Philosophy of Contemporary Mathematics*, Falmouth, Urbanomic.