

---

## Parcours d'enseignement, analyse des principaux cours

---

### Descriptif général des enseignements

Nos cours ont été centrés sur la philosophie générale, la philosophie des sciences et la logique, en lien avec l'histoire des mathématiques et de la physique. Ils comportent une forte composante de transdisciplinarité. Nous partons de l'analyse de textes canoniques issus de la philosophie, des sciences physiques, ou des sciences « formelles » (logique, mathématiques). Il s'agit de se centrer sur de grandes figures, philosophes ou scientifiques, comme Platon, Aristote, les pythagoriciens, Copernic, Descartes, Leibniz, Galilée, Cantor, Bergson, Poincaré, Husserl, etc., à des moments clefs de l'histoire où le débat philosophique était partie prenante de la naissance de nouveaux champs du savoir. L'analyse de ces textes canoniques permet d'approfondir la connaissance des liens étroits qui s'établissent entre l'histoire des idées philosophiques et le développement des sciences.

AMU	=	Aix-Marseille-Université
S&H	=	Licence « Sciences et Humanités », Initiative d'Excellence, AMU.
Phi-Aix	=	Licence et Master du département de philosophie d'Aix-en-Provence, AMU.
SFAD	=	Service de Formation à Distance, AMU.

Ci-dessous, 6 crédits d'enseignement équivalent, dans la majorité des cas, à 26h de cours magistraux et 26h de TP, soit 65 **HETD (heures équivalent TD)**.

2015-2016	<b>Service d'ATER complet (192 HETD)</b> . Cours transdisciplinaires, à dominante : philosophie générale, épistémologie et logique (S&H, Licence 1, 2 et 3).
2014-2015	Cours d'épistémologie et de logique (SFAD, Licence 1 et 2), <b>6+6=12 crédits</b>
2013-2014	Cours de philosophie générale et d'épistémologie (S&H Licence 1 et 2), <b>48 HETD</b> . + Cours de Logique et d'épistémologie (SFAD, Licence 1 et 2), <b>6+6=12 crédits</b>
2012-2013	<b>Service complet d'ATER (192 HETD)</b> , comprenant : Cours d'épistémologie (Phi-Aix, MASTER) + Cours de philosophie générale et épistémologie (S&H Licence 1 et 2) + Cours de Logique et d'épistémologie (SFAD, Licence 1 et 2)
2011-2012	Cours de philosophie générale et d'épistémologie (Phi-Aix Licence 3), <b>6 crédits</b> + Cours de Logique et d'épistémologie (SFAD, Licence 1 et 2), <b>6+6=12 crédits</b>
2010-2011	Cours de philosophie générale et épistémologie (Phi-Aix Licence 3), <b>6 crédits</b> + Cours de Logique et d'épistémologie (SFAD, Licence 2), <b>6 crédits</b>
2009-2010	Mathématiques, Cours, Collège, stage de CAPES, Collège Mignet, Aix-en-Provence.
2008-2009	Cours de philosophie générale et épistémologie (Phi-Aix Licence 3), <b>12 crédits</b> + Cours de Logique et d'épistémologie (SFAD, Licence 1 et 2), <b>6+6=12 crédits</b>
2004-2008	TD pour les cours de Logique d'Alain Michel (Phi-Aix, licence 1), tous les TD associés au cours ( <b>9 crédits par an, dont 26h de TD</b> ).

---

## Liste des enseignements donnés.

AMU	=	Aix-Marseille-Université
S&H	=	Licence « Sciences et Humanités », Initiative d'Excellence, AMU.
Phi-Aix	=	Licence et Master du département de philosophie d'Aix-en-Provence, AMU.
SFAD	=	Service de Formation à Distance, AMU.

**La querelle des forces vives** (à partir de Descartes, Leibniz et leurs successeurs).

Cours donné au niveau MASTER d'épistémologie et licence 2 (S&H).

**Galilée et la défense d'un nouveau système du monde.**

Cours donné en licence 3 (Phi-Aix) et en licence 1 (S&H), accompagné de TP (plans inclinés/pendules).

**Le temps des philosophes et le temps des physiciens (sur Bergson, Husserl et la relativité) .**

Cours donné au niveau licence 3 (S&H).

**Le problème de l'espace (sur Riemann, Helmholtz, Poincaré et Husserl) .**

Cours donné au niveau licence 3 (S&H).

**Les problèmes philosophiques à l'origine de la théorie des ensembles.**

Cours donné au niveau licence 3 (Phi-Aix) et licence 2 (SFAD).

**Les géométries non-euclidiennes.**

Cours donné au niveau licence 3 (S&H).

**Les cosmologies de Platon et d'Aristote .**

Cours donné au niveau licence 1 (S&H).

**La doctrine de la connaissance des pythagoriciens .**

Cours donné au niveau licence 1 (S&H).

**Copernic .**

Cours donné au niveau licence 1 (S&H).

**La logique des classes .**

Cours donné au niveau licence 1 (S&H).

**Introduction à la logique mathématique.**

Cours donné au niveau licence 1 (SFAD) et en TD (Phi-Aix).

---

**Descriptif des cours (certains cours rédigés sont sur mon site internet).**

### **La querelle des forces vives**

Les notions centrales de la physique classique ne se sont constituées que progressivement, à travers des débats philosophiques sur la place de l'homme et de la divinité par rapport à la Nature. De cette manière, la querelle des forces vives a opposé les cartésiens aux leibniziens à la charnière entre le XVII<sup>e</sup> et le XVIII<sup>e</sup>. La conception vectorielle de la notion de quantité de mouvement y est opposée à la conception scalaire, et on y voit apparaître la notion d'énergie. Mais c'est surtout deux philosophies de la nature qui s'affrontent : la rationalité strictement mécanique de Descartes, qui tend à confondre matière et extension, force et impénétrabilité des formes, géométrie et physique, pensant l'intégralité du monde sous le modèle de la machine ; et la rationalité panvitaliste de Leibniz, qui veut donner à la notion de force une véritable dimension métaphysique, et téléologique, pensant le monde par le biais de l'idée de choix motivés par la recherche d'un bien.

Quelques séances de cours plus techniques mettent à niveau les étudiants sur le calcul vectoriel et les équations du second degré, en leur faisant résoudre des problèmes de chocs élastiques, selon les prévisions de Descartes et selon celles de Leibniz.

### **Bibliographie restreinte**

- Y. Belaval, *Leibniz critique de Descartes*, Gallimard, TEL, 1960.
- P. Costabel, *Leibniz et la dynamique*, Paris : Hermann, 1960.
- R. Descartes, *Les principes de la philosophie*, livre II, in *Oeuvres philosophiques* 3. (F. Alquié).
- G.W. Leibniz, *Lettre sur la question si l'essence des corps consiste en l'étendue*.
- G. W. Leibniz, « Démonstration courte d'une erreur mémorable de Monsieur Descartes... »
- G. W. Leibniz, « Remarques sur la partie générale des Principes de Descartes », 1692.

### **Le temps des philosophes et le temps des physiciens (sur Bergson, Husserl et la relativité)**

Nous partons d'une description de l'état de la question du temps dans la période 1890 et 1930. Les théories de la relativité ont modifié durablement notre vision du concept de temps, cette influence allant jusqu'à irriguer une partie de la culture littéraire et artistique de cette époque. En réaction à cela, cette période s'est aussi caractérisée par l'émergence de philosophies qui remettaient en question la pertinence d'un traitement purement physique de la notion de temps. Par l'étude des débats méthodologiques liés à la mesure psycho-physique du temps, et par la présentation générale des philosophies de Bergson et de Husserl et de leurs prises en charge de la question du temps intime de la conscience, les étudiants parviennent à articuler la question du temps dans ses dimensions psychologique, phénoménologique et physique.

Une séance plus technique, préalable à la discussion philosophique, introduit à la stratification du concept physique de temps (topologie, structure d'ordre, métrique), d'abord en physique newtonienne puis en relativité restreinte.

### **Bibliographie restreinte**

- Augustin (1987). *Les confessions*. Garnier-Flammarion. livre XI
- Bergson, H. (1889). *Essai sur les données immédiates de la conscience* :

- Bergson, H. (1922). *Durée et simultanéité : à propos de la théorie d'Einstein*
- Einstein, A. (1920). *Relativity : The Special and General Theory*. Henry Holt
- Husserl, E. (1913). *Idées directrices pour une phénoménologie*
- Husserl, E. (1893-1917). *Sur la phénoménologie de la conscience intime du temps*
- Einstein et al. (1922). La théorie de la relativité. *Comptes-Rendus de la Société Française de Philosophie*

## Galilée et la défense d'un nouveau système du monde.

La contribution de Galilée pour basculer vers un nouveau système du monde suit deux grandes voies : 1) la défense du système héliocentrique de Copernic et 2) l'élaboration d'une mécanique sur le modèle démonstratif des mathématiques, donnant une place centrale à l'expérimentation. Nous commençons par exposer les découvertes astronomiques à la lunette, et l'arsenal d'arguments physiques et philosophiques qui accompagnent ces observations pour les muer en preuves de la vérité du système copernicien. Galilée ne réfute pas seulement la philosophie naturelle scolastique mais il forge une nouvelle philosophie de la nature, adaptée à l'esprit de la nouvelle cosmologie. Nous insistons ensuite sur les idées de relativité galiléenne et d'inertie, sur sa théorie des corps en chute libre et le rôle qu'y joue l'idée de modélisation mathématique et d'approximation du réel physique par idéalisation.

Le cours est complété par 1) des séances de TP sur les plans inclinés et les pendules, avec les méthodes de chronométrie de l'époque, par 2) une séance de réflexion éthique et politique, basé sur une analyse fine des événements liés au procès de Galilée, et aux stratégies de défense mises en place par le savant florentin ; et par 3) des exposés de fin d'année.

L'ouverture vers l'esthétique est permise par la référence aux travaux de Panofsky et par l'insistance sur le rôle des influences picturales et musicales sur la pensée galiléenne.

## Bibliographie restreinte

- M. Clavelin, *La Philosophie naturelle de Galilée*, Thèse de doct. Université de Paris, 1968.
- Galilée, *Dialogues sur les deux grands systèmes du monde* (1633), Paris : Seuil, 2000.
- Galilée, *Discours concernant deux sciences nouvelles* (1638), Paris : PUF, 1995.
- Galilée, *L'Essayeur* (1623), Trad. par C. Chauviré.
- Galilée, *Le Messager des étoiles* (1610), Paris : Seuil, 1992.
- Galilée, « Lettre à Christine de Lorraine », in *Galilée, dialogues et lettres choisies* (1966).
- A. Koyré, *Du monde clos à l'univers infini*. Gallimard, 1973.
- A. Koyré, *Etudes galiléennes*. Paris : Hermann, 1939.
- E. Panofsky, « Galileo, Critique d'Art », in : *Actes de la recherche en sciences sociales* (1987).
- Museo Galileo (Musée virtuel). URL : <http://catalogo.museogalileo.it/>

## Les géométries non-euclidiennes.

Les géométries non-euclidiennes sont introduites de manière élémentaire. Les problèmes philosophiques posés par leur découverte sont abordés en se centrant sur le XIXe, et selon un angle plutôt logico-mathématique que physique. L'histoire des tentatives de démonstration du 5e postulat d'Euclide s'achève sur la reconnaissance de l'existence de plusieurs systèmes géométriques également cohérents. Qu'en conclure sur notre conception du savoir géométrique ? L'existence de modèles euclidiens des géométries non-euclidiennes pose ensuite des problèmes spécifiques : consistance relative de deux théories, gain en « intuitivité » des géométries exotiques.

Une séance mathématique introduit aux courbes gauches paramétrées, puis aux notions de courbure et de torsion. On passe alors en dimension 2 (surfaces courbes), en insistant sur la distinction entre propriétés métriques intrinsèques et extrinsèques (*Theorema egregium* de Gauss).

## Bibliographie restreinte

- Bonola, R. (2007). *Non-Euclidean Geometry*. Lightning Source
- Euclide (2001). *Les Éléments*. Bibliothèque d'histoire des sciences. Presses universitaires de France
- Gauss, C. (1870). *Recherches générales sur les surfaces courbes*. Prudhomme
- Helmholtz (von), H. (1921). *Epistemological Writings*
- Lobachevsky, N. (1829). Geometrical researches on the theory of parallels
- Poincaré, H. (1902). *La science et l'hypothèse*. E. Flammarion. Chapitres 3 à 5
- Riemann, B. (1898 (1854)). *Sur les hypothèses qui servent de fondement à la géométrie*. Gauthier-Villars et fils
- Torretti, R. (1978). *Philosophy of Geometry from Riemann to Poincaré*. Episteme (Dordrecht). Springer

## Le problème de l'espace (à la charnière XIX-XXe)

Helmholtz, Riemann et Poincaré vont remettre en question la vérité *physique* de la géométrie euclidienne. Ces auteurs vont en effet imaginer des mondes dans lesquels les habitants seraient amenés à construire une géométrie non-euclidienne. L'« euclidianité » de l'espace perd donc son caractère d'évidence. Nous rappelons le contenu doctrinal de l'Esthétique Transcendantale de Kant, puis étudions en quel sens la philosophie kantienne de l'espace, encore si profondément ancrée dans l'éducation philosophique du XIXe siècle, était bousculée par les réflexions de ces géomètres-philosophes. Nous approfondissons le chapitre 4 de la *Science et l'Hypothèse*, qui nous propose une théorie de la genèse des structures géométriques, à partir de l'application du concept mathématique de groupe à nos données sensorielles. Ensuite, nous discutons du traitement respectivement empiriste et conventionnaliste des structures géométriques par Helmholtz et par Poincaré.

Une ouverture est donnée, d'une part, vers la théorie de la relativité générale et, d'autre part, vers l'approche phénoménologique de Husserl (puis de Merleau-Ponty), ces pensées amenant le problème de l'espace à se renouveler de manière radicale au début du XXe siècle.

## Bibliographie restreinte

- Helmholtz (von), H. (1921). *Epistemological Writings*
- Husserl, E. (1907). *Chose et espace : leçons*
- Kant, I. *Critique de la Raison Pure*, Esthétique transcendantale.
- Poincaré, H. (1902). *La science et l'hypothèse*. E. Flammarion. Chapitres 3 à 5
- Torretti, R. (1978). *Philosophy of Geometry from Riemann to Poincaré*. Episteme (Dordrecht). Springer
- 
- Weyl, H. (1921). *Temps, espace, matière : leçons sur la théorie de la relativité générale*. A. Blanchard

## La doctrine de la connaissance des pythagoriciens

Selon la doctrine pythagoricienne de la connaissance, « les éléments des nombres sont les éléments de toutes choses ». Après une initiation à ce courant de pensée antique qu'on appelle le pythagorisme, nous donnons un premier contact avec quelques-unes des notions fondamentales des mathématiques grecques (nombre, mesure, démonstration), qu'il est indispensable de connaître pour produire une réflexion philosophique sur la place des mathématiques. Ce faisant, nous montrons que la compartimentation des disciplines, ici la philosophie et les mathématiques, est un obstacle à la compréhension profonde des questions essentielles de la connaissance.

Enfin, nous montrons que l'histoire est indispensable pour bien comprendre le présent. Le pythagorisme est une doctrine que l'on retrouve à divers stades du développement de la pensée, notamment à la Renaissance. Quelques-unes de ses thèses, aussi surprenantes qu'elles puissent paraître au premier abord, ont rencontré un franc succès au XXe siècle. Ce succès récurrent

s'explique peut-être par le fait que le pythagorisme est une attitude intellectuelle inclassable, ni philosophie à proprement parler, ni méthode scientifique, mais un mélange curieux de rationalisme radical et de mysticisme.

Une séance mathématique et musicale est consacrée aux médiétés (moyennes arithmétique, géométrique et harmonique), et à la reconstruction arithmétique de la gamme pythagoricienne.

### Bibliographie restreinte

- W.Guthrie, *History of Greek Philosophy*, vol. I, Cambridge University Press, 1971.
- P.H. Michel, *De Pythagore à Euclide*, Les Belles Lettres, 1950
- L.Robin, *La pensée grecque et les origines de l'esprit scientifique*, Albin Michel, 1923
- D. Laërce, *Vies, Doctrines et sentences des philosophes illustres*, Garnier Flammarion, 1965.
- Aulu Gelle, *Nuits Attiques*, chapitre « Pythagore ».
- Aristote, *Métaphysique*, les chapitres sur les pythagoriciens.

### Les problèmes philosophiques à l'origine de la théorie des ensembles.

De nombreux problèmes philosophiques jalonnent le chemin historique qui mène de l'antiquité grecque à Cantor. La théorie des ensembles hérite d'abord de problématiques issues de la métaphysique et de la logique philosophique, concernant le statut des individus et des concepts, et la place de l'infini. Ces problèmes sont traités selon une perspective d'histoire des idées, montrant l'évolution des conceptions logiques, à partir des grands auteurs canoniques (Aristote, Leibniz et Frege), jusqu'au moment de l'émergence de la logique mathématique quantifiée.

Ensuite, ces nouveaux cadres théoriques que sont la physique mathématique et l'analyse réclament une conception à la fois plus large et plus profonde du continu et de la notion de fonction. Cette impulsion aboutira à l'arithmétisation du continu, puis à la *théorie des ensembles* au XIXe siècle. Cette théorie joue le rôle d'une *mathesis universalis*, cadre théorique unifié pour toutes les mathématiques et les sciences mathématisées. Interrogeons philosophiquement cette prétention à un langage unifié servant de fondement ultime à la rationalité.

### Bibliographie restreinte

- Aristote, *l'Organon*
- A. Arnauld et P. Nicole, *la Logique ou l'Art de Penser (la logique de Port-Royal)*, 1662, ed. A.Fouillée.
- R. Descartes, « la Géométrie »
- G. Frege, *Ecrits logiques et philosophiques*, tr. C.Imbert.
- G. Cantor, *Les fondements d'une théorie générale des variétés(1883)*
- R. Dedekind, *La continuité et les nombres irrationnels*.
- H. Weyl, *Le Continu* (1918), dans *Le Continu et autres écrits*
- W.E.Ewald (Ed.), *From Kant to Hilbert*, A Source Book in the Foundations of Mathematics, vol 2.
- Halmos, *Introduction à la théorie des ensembles*.

### Les cosmologies de Platon et d'Aristote

Platon et d'Aristote ont inséré les travaux des astronomes de leur temps dans un système philosophique qui embrasse toute chose. Nous partons de l'opposition philosophique entre les éléates et les héraclitéens. Cela permet de formuler une problématique commune à Platon et Aristote : comment peut-on construire un savoir scientifique –donc stable– à propos de réalités sensibles qui sont en perpétuel mouvement ?

La solution platonicienne passe par sa théorie des idées, sa classification hiérarchique des êtres et des connaissances, et leur mise en pratique dans l'élaboration d'une cosmologie (analyse

détaillée du *Timée*). C'est l'occasion d'expliciter les références mathématiques de Platon, et d'interroger le rapport de sa cosmologie au pythagorisme. Une séance est réservée à la théorie des polygones et polyèdres réguliers, à leur traitement moderne par la théorie des groupes.

La solution d'Aristote passe par une analyse générale de la notion de changement (métabole), qui s'articule avec sa métaphysique. On passe en revue les distinctions fondamentales de la théorie aristotélicienne du mouvement : mouvement naturel et violent, puissance et acte, mouvement (*kinesis*) et activité (*praxis*), etc. Nous mettons en pratique ces distinctions à propos des arguments aristotéliciens visant à démontrer *a priori* que le cosmos est fini, unique, sphérique, et partagé en deux régions aux propriétés radicalement opposées.

### Bibliographie restreinte

- Parménide, *le Poème*.
- Platon *Cratyle, Timée, Phèdre, Phédon, République*.
- B. Vitrac, « Les mathématiques dans le *Timée* de Platon : le point de vue d'un historien des sciences. ».
- Martin, T. (1841). *Études sur le Timée de Platon*
- Aristote, *Physique, Traité du ciel, De la génération et de la corruption, Métaphysique*
- P. Aubenque, *Le Problème de l'être chez Aristote*.
- M. Clavelin, *La Philosophie naturelle de Galilée*, le premier chapitre sur la philosophie naturelle d'Aristote.

### La logique des classes

La logique des classes est le dernier état qu'a connu la logique traditionnelle, avant l'émergence au XIXe siècle de la logique moderne et de la théorie des ensembles. C'est un témoin de la filiation historique entre ces disciplines.

Dans les *Lettres à une princesse d'Allemagne*, Euler propose un traitement diagrammatique de la syllogistique qui bouscule la vision habituelle de la logique comme disciplina fondamentalement discursive. En remplaçant les *termes* ou les *notions* logiques par des *classes*, Euler préfigure le point de vue franchement extensionnel qui sera celui de la théorie des ensembles.

Avec Leibniz, nous passons à une vision plus algébrique, où la syllogistique prend la forme d'un calcul aveugle (« *calculus ratiocinator* ») qui conduira au travail de G. Boole. Ce calcul s'inscrit dans le programme plus vaste de la *mathesis universalis* où, en s'associant à une *caractéristique universelle*, la logique pourra devenir le langage universel où s'exprime toute pensée rationnelle rigoureuse. Toujours avec Leibniz, nous prenons conscience de l'importance des relations, et réfléchissons sur la place de l'individu en logique, annonçant la distinction ensembliste entre appartenance et inclusion. Enfin, la considération des classes d'individus amène à poser la question philosophique de l'*infini* qui fournit une ouverture finale à notre cours

### Bibliographie restreinte

- Aristote (1839). *Logique d'Aristote : Premiers analytiques*. Librairie de Ladrange. J.B. Saint-Hilaire, ed
- Euler, L. (1770). *Lettres a Une Princesse D'Allemagne*. Springer
- Boole, G. (1992). *Les lois de la pensée*. Mathesis (Paris, France). Vrin
- G.W. Leibniz, *Recherches générales sur l'analyse des notions et des vérités*, recueil de textes (Rauzy ed.).
- G.W. Leibniz, *Correspondance Leibniz-Clarke*, 5e lettre de Leibniz à Clarke.
- G.G. Granger, « Le syllogisme catégorique d'Aristote », *l'âge de la science*, vol 3, n°4, 1970, pp. 281-310.

## Introduction à la logique mathématique.

Nous apportons un savoir-faire technique sur le calcul des propositions et celui des prédicats : la construction syntaxique d'une langue formelle, les notions de table de vérité et de modèle, enfin des méthodes de démonstration formelle : axiomatique, méthode des tableaux, déduction naturelle, séquents de Gentzen.

En parallèle à ces outils techniques, il s'agit d'apporter aux étudiants un panorama historique de la réflexion philosophique qui a été le moteur de la logique mathématique. La logique porte sur la forme des raisonnements valides, ou plus spécifiquement sur celle des raisonnements scientifiques. Elle porte ainsi à la fois sur le raisonnement ordinaire et sur celui spécialisé des mathématiques. En particulier, à partir du XIXe siècle, une partie de la logique formelle s'est spécialisée afin d'apporter une contribution particulière aux fondements mathématiques (programme logiciste de Frege, Wittgenstein et Russell, et programme formaliste de Hilbert).

En parcourant à grands traits l'histoire de la logique, depuis Aristote jusqu'aux théorèmes de Gödel, nous entendons fournir aux étudiants les outils de base qui leur permettront d'amorcer leurs propres réflexions sur ce vaste domaine de la philosophie.

### Bibliographie restreinte

- T. Heath, *A History of Greek Mathematics*, Oxford, 1921.
- G. G. Granger, *La théorie aristotélicienne de la science*, p.85.
- L. Couturat, *la Logique de Leibniz d'après des documents inédits*, Paris, 1901.
- G. Boole, *An Investigation of the Laws of Thought*, London (Walton), 1854.
- E. Husserl, *Recherches Logiques*.
- G. Frege, *Begriffsschrift*, 1879.
- D. Hilbert, *Grundlagen der Geometrie*, 7e ed., Leipzig-Berlin : Teubner, 1930.
- B. Russell et A.N. Whitehead, *Principia Mathematica*, 3 vol., Cambridge, 1910-1913.
- Gödel (1931). Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I