

Master épistémologie et histoire des sciences

M1 – Semestre 1

* UE Épistémologie 1 (SEHAU01)

a) Antiquité – 20 h

Gabriella Crocco en collaboration avec Annick Stevens

Dès le VII^e siècle avant notre ère, des penseurs grecs cherchent à expliquer rationnellement les phénomènes naturels. Nous verrons ce qui caractérise ces premières recherches, et ensuite comment Platon (428-347), puis de manière plus systématique Aristote (384-322) établissent les conditions d'une connaissance scientifique. Conditions ontologiques d'abord : qu'est-ce qui est connaissable et par quelles facultés ? Qu'est-ce qui existe par soi et qu'est-ce qui est relatif au sujet connaissant ? Questions proprement épistémologiques ensuite : quelles sont les méthodes adaptées à chaque type de science, quels sont les critères du vrai et du faux, d'où viennent les principes (axiomes, règles logiques, notions de base) sur lesquels se fondent les raisonnements ? Au-delà des positions divergentes des deux auteurs sur le statut des essences, nous nous concentrerons sur leur recherche commune d'une intelligibilité du réel et de la construction méthodique d'un discours universellement valide.

Traductions recommandées :

Les Présocratiques, trad. J.-P. Dumont, D. Delattre, J.-L. Poirier. Gallimard, La Pléiade, 1988.

Platon, *Ménon* (trad. M. Canto-Sperber, GF Flammarion, 1991).

La République (trad. G. Leroux, GF Flammarion, 2^e éd., 2004).

Théétète (trad. M. Narcy, GF Flammarion, 1995).

Aristote, *Seconds Analytiques* (trad. P. Pellegrin, GF Flammarion, 2005).

De l'âme (trad. P. Thillet, Gallimard Folio, 2005).

La physique (trad. A. Stevens, Vrin, 2012).

Métaphysique (trad. C. Rutten & A. Stevens, dans Aristote, *Œuvres*, Gallimard La Pléiade, 2014).

NB : les extraits commentés en cours seront fournis à chaque séance

Sélection d'ouvrages de référence :

G.E.R. Lloyd, *Les débuts de la science grecque : de Thalès à Aristote*, trad. J. Brunschwig, Paris, La Découverte, 1990.

Ernst Schrödinger, *Nature and the Greeks*, Cambridge University Press, 1954 (trad. M. Bitbol, Seuil, 1992).

François Châtelet, *Platon*, Paris, Gallimard Folio essais, 1989 [1965].

Monique Dixsaut, *Platon. Le désir de comprendre*, Paris, Vrin, 2003.

François De Gandt & Pierre Souffrin (éd.), *La Physique d'Aristote et les conditions d'une science de la nature*, Paris, Vrin, 1991.

Annick Stevens, *L'ontologie d'Aristote, au carrefour du logique et du réel*, Paris, Vrin, 2000.

b) Descartes – 10 h
Samuel Le Gendre

Le cours portera sur l'articulation, évidente mais délicate, entre la métaphysique et la physique cartésiennes. Nous nous focaliserons sur le problème de la conservation. Nous verrons d'une part que, selon Descartes, les choses créées ne sauraient demeurer dans l'être sans y être conservées par Dieu. Mais, d'autre part, un corps une fois mis en mouvement ne saurait cesser de se mouvoir spontanément, sans quoi le mouvement s'auto-détruirait, ce que Descartes juge impossible. En effet, Dieu, qui est l'auteur de toutes choses, est parfait. Elles ne sauraient donc avoir en elles-mêmes le principe de leur destruction. Dès lors, il s'agira pour nous d'essayer d'éclaircir ce qui a tout l'air d'un paradoxe : d'un côté, il est permis voire impératif de soutenir que les choses créées tendent vers le néant, ne demeurant dans l'être que grâce à Dieu, sans que cette tendance doive être confondue avec une quelconque auto-destruction ; de l'autre, il n'est pas permis de soutenir que les corps en mouvement tendent vers le repos, le mouvement ne pouvant pas tendre vers son contraire. N'est-ce pas bizarre ?

Bibliographie primaire :

Descartes, *Discours de la méthode*. Texte et commentaire par Étienne Gilson, Paris, Vrin, 1987.
Dans *Œuvres de Descartes*, publiées par Ch. Adam et P. Tannery, éd. Léopold Cerf, 1897-1909, (AT) :

Le Monde ou traité de la lumière, in AT, XI ;
Méditations métaphysiques, in AT, VII (pour le texte original en latin) et AT, IXa (pour la traduction du duc de Luynes validée par Descartes) ;
Principes de la philosophie, in AT, VIIIa (pour le texte original en latin) et AT, IXb (pour la traduction française de l'abbé Picot, validée par Descartes).

Ces textes sont accessibles en ligne sur le site de la BnF (Gallica) :

<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3411415z> (AT, VII)
<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k34114987> (AT, VIII)
<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k34114290.image> (AT, IX)
<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3411471k.image> (AT, XI).

Bibliographie secondaire :

Henri Gouhier, *La pensée métaphysique de Descartes*, Paris, Vrin, 1999.

Martial Guéroult, *Descartes selon l'ordre des raisons*, Vol. 1, Paris, Aubier, 1953.

Harry Frankfurt, « Création continuée, inertie ontologique et discontinuité temporelle », trad. Michelle-Irène B. de Launay, *Revue de Métaphysique et de Morale*, 92^e année, No. 4, 1987, pp. 455-472.

Daniel Garber, *Descartes' Metaphysical Physics*, Chicago et Londres, The University of Chicago Press, 1992.

Tad M. Schmaltz, *Descartes on Cassation*, Oxford, Oxford University Press, 2008.

Jean Wahl, *Du Rôle de l'idée de l'instant dans la philosophie de Descartes*, Paris, Félix Alcan, 1920.

c) Newton – 12 h 30 (+ 3 h de TP, SEHAU03)

De la gravitation, 7 h 30

Philippe Abgrall

C'est en rupture avec la physique cartésienne, dont il s'est profondément imprégné dans sa formation scientifique, que Newton a construit sa théorie de la gravitation universelle telle qu'on peut la lire dans les *Principia*. Rupture dans les principes philosophiques et rupture quant à l'importance donnée aux mathématiques dans l'ordre théorique.

À partir de deux textes découverts au milieu du XXe siècle, nous étudierons certains aspects de la genèse de la théorie de la gravitation dans la pensée de Newton, qui s'est faite en opposition à Descartes. Le premier, *De la gravitation et de l'équilibre des fluides et des solides dans les fluides* (*De gravitatione*), est une œuvre philosophique de "jeunesse" de Newton, écrite lorsqu'il avait environ 25 ans, dans laquelle Newton s'oppose aux *Principes* de Descartes (sur la définition relativiste du mouvement, l'identification de l'étendue et de la matière, la réalité indépendante de l'espace, la distinction radicale entre substance pensante et substance étendue, le caractère "indéfini" (et non "infini") du monde) et souligne les contradictions auxquelles mène la doctrine cartésienne. Le second, *Sur le mouvement tournant des corps* (*De motu*), constitue, selon F. De Gandt, « le noyau initial de l'énorme ouvrage » (des *Principia*) et montre comment Newton impose sa notion centrale de force centripète à partir de laquelle, selon un ordre théorique inspiré des travaux d'Archimède et de Galilée notamment, il aboutit à la mathématisation du mouvement. La loi selon laquelle la force centripète décroît en raison inverse du carré de la distance, permet de déduire toutes les autres lois des mouvements des corps célestes.

Néanmoins, ce concept de force centripète achoppera à la question de l'explication des causes de ces mouvements.

Bibliographie primaire :

Isaac Newton, *De la gravitation suivi de Du mouvement des corps*, prés. par François De Gandt, Tel Gallimard, 1995 ; trad. du latin de *De la gravitation* par Marie-Françoise Biarnais, trad. du latin et com. de *Du mouvement des corps* par F. De Gandt.

Isaac Newton, *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, trad. par la Marquise du Châtelet, Dunod, 2011 [2005] (la préface).

Bibliographie secondaire :

Georges Barthélémy, *Newton mécanicien du cosmos*, Paris, Vrin (Mathesis), 1992.

Alexandre Koyré, *Études newtoniennes*, Paris, Gallimard, 1968.

Évaluation : commentaire d'un extrait de texte sous la forme d'un devoir maison.

Lumière et matière, 5 h + 3 h TP

Florence Boulc'h et Olivier Morizot.

Cet enseignement de 8 heures est centré sur la dernière question de l'ouvrage *Opticks* écrit par Newton au tout début du XVIIIe siècle. En effet, les 40 pages qui constituent cette question sont intrigantes puisque Newton ne parle pas, ou presque pas, de la lumière. Ce qui y est très clair en revanche, c'est qu'il multiplie les exemples de transformation de la matière : ce passage contient en effet la description d'une cinquantaine de réactions chimiques. Or, pour nous, qui avons respectivement une formation de chimiste et de physicien, il y avait là un vrai mystère : que venaient faire quarante pages de chimie en conclusion d'un ouvrage de 300 pages sur l'optique ? L'hypothèse que nous défendons au sein de ce cours est la suivante : Newton a pour objectif à

travers cette question XXXI de réunifier les trois parties de son travail expérimental à savoir la mécanique, l'optique et la chimie, et d'offrir aux deux dernières l'assise la plus solide dont il dispose, à savoir les principes fondamentaux de la dynamique.

*** UE Histoire et Philosophie des Sciences 1 (SEHAU02)**

&

*** UE Lectures de textes et analyse d'expériences de laboratoire 1 (SEHAU03)**

a) Histoire de l'Optique de l'Antiquité au 17^e siècle – 20 h (SEHAU02) + 25 h (SEHAU03)
Olivier Morizot

Cette partie de l'UE « Histoire et Philosophie des Sciences 1 » se limitera à l'étude d' « éléments d'archéologie des théories de la lumière, de la vision et de la couleur ». Se concentrant sur une poignée d'auteurs (Platon, Aristote, Ptolémée, Kepler et Descartes) se succédant dans une tradition de théories de ce qui deviendra l'optique ayant successivement révolutionné la façon d'envisager le problème de la vision, on espère offrir aux étudiants un aperçu rigoureux et précis de la manière dont se fait la recherche en Histoire des Sciences sur quelques exemples situés.

On mettra ainsi en évidence non seulement la manière dont ces théories se répondent à plusieurs siècles de distance – constituant effectivement une histoire –, mais aussi combien le périmètre des problèmes qu'elle posent et des solutions qu'elles leur donnent se transforment – révélant à quelle point cette histoire est plus buissonnante que linéaire.

Le cours magistral s'efforcera de faire écho aux enseignements de l'UE « Épistémologie 1 » et s'accompagnera de lectures de textes originaux des auteurs mobilisés, ainsi que de la mise en œuvre de certaines de leurs expériences au sein de l'UE « Lectures de textes et analyse d'expériences de laboratoire 1 ».

Bibliographie :

Gérard Simon, *Le regard l'être et l'apparence dans l'optique de l'Antiquité*, Paris, Seuil, 1988.

Gérard Simon, *Archéologie de la Vision*, Paris, Seuil, 2003.

b) Nombres et grandeurs, calcul et mesure – 20 h (SEHAU02) + 20 h (SEHAU03)
Philippe Abgrall, Marie Anglade, Jean-Yves Briand

Les notions de nombre et de grandeur, objets respectifs de l'arithmétique et de la géométrie, sont au cœur des problèmes essentiels des mathématiques grecques antiques. Nous traiterons de la question de la séparation des genres, héritée de la doctrine aristotélicienne, qui nous conduira à celle de la nature du continu et nous amènera nécessairement à discuter de la place de l'infini dans ces mathématiques anciennes.

La géométrie et l'arithmétique grecques, telles qu'elles se présentent dans l'ouvrage de synthèse attribué à Euclide, *Les Éléments*, datant du début du III^e siècle avant l'ère chrétienne, sont des disciplines démonstratives et axiomatisées, reposant sur des principes de différentes natures : définitions, postulats ou demandes, axiomes ou notions communes. Nous étudierons en détail ces principes et nous nous pencherons, en particulier, sur l'apport d'Archimède à l'axiomatisation des mathématiques, qui aura de fortes conséquences sur les travaux scientifiques qui suivront.

Nous nous concentrerons principalement sur la géométrie, qui, comme on le comprend à la lecture des *Éléments*, se préoccupe principalement de la mesure des grandeurs. Nous verrons comment ce

problème de la mesure des grandeurs est en partie résolu par la théorie des proportions et par une méthode dite “méthode d’exhaustion”.

Dans ces séances, nous entremêlerons cours et lectures de textes, lectures approfondies des textes sources, difficiles et particulièrement commentés par les philosophes.

Bibliographie primaire :

Euclide, *Les Éléments*, trad. François Peyrard (1819), nouv. tirage, intro. par Jean Itard, Paris, Lib. A. Blanchard, 1966.

– *Les Éléments*, trad. et com. Bernard Vitrac, 4 vols, Paris, PUF, 1990-2001.

Archimède, *La Mesure du cercle*, in *Œuvres*, trad. Charles Mugler, Paris, Les Belles Lettres, t. I, 2003 [1970].

– *De La Sphère et du cylindre*, in *Œuvres*, trad. Charles Mugler, Paris, Les Belles Lettres, t. I, 2003 [1970].

Bibliographie secondaire :

Léon Brunschvicg, *Les étapes de la philosophie mathématique* (), nouv. tirage, intro. par Jean-Toussaint Desanti, Paris, Blanchard, 1993 (en particulier les chapitres III à VI).

Maurice Caveing, “Introduction générale”, in Euclide, *Les Éléments*, trad. et com. Bernard Vitrac, vol. 1, Paris, PUF, 1990, p. 13-148.

Jean-Louis Gardies, *L’héritage épistémologique d’Eudoxe de Cnide*, Paris, Vrin, 1988.

– *Pascal, entre Eudoxe et Cantor*, Paris, Vrin, 1984.

Daniel Lacombe, “L’axiomatisation des mathématiques au III^e siècle avant J. C.”, *Thalès*, vol. 6, 1949-1950, p. 37-58.

Alain Michel, “La doctrine hilbertienne des mathématiques et leur histoire – L’exemple de la théorie antique de la mesure”, in *Histoire et philosophie des mathématiques en Méditerranée*, P. Abgrall (dir.), Aix-en-Provence, PUP AMU, 2023, p. 9-22.

Évaluation : un devoir maison et un devoir surveillé portant soit sur un commentaire de texte soit sur un sujet synthétique.

*** UE Professionnalisation 1 : rencontre avec les laboratoires (SEHAU04)**

20 h

Mariagrazia Cairo Crocco

Dans le cadre du Master, l’UE de professionnalisation vise une première initiation à la compréhension des enjeux de production de savoirs et de connaissances à partir du travail quotidien qui se déroule dans les unités de recherche, qu’elles soient en sciences fondamentales ou expérimentales. Dans ce but, une visite d’un laboratoire de recherche est au cœur de l’UE.

Structuration et organisation de l’UE :

1) En amont de la visite, on pose les enjeux et on se familiarise avec les méthodes d’observation et d’analyse du travail en tant qu’activité, travail réel.

- *Est-ce que la production scientifique est un fait social parmi d’autres ou bien est-elle complètement autonome dans la fabrication des vérités et imperméable à l’espace-temps dans lequel cette production se situe ?*
- *Comment le travail scientifique dans les laboratoires de recherche est-il structuré, en France notamment ? Quels sont les métiers de la recherche ?*

- *Comment observer et analyser l'activité scientifique au sens d'un travail en train de se faire ? Comment appréhender à la fois le rapport au travail et les rapports de travail dans ce champ ?*

2) La visite au sein d'un laboratoire permet d'avoir un aperçu des dynamiques spécifiques d'un laboratoire et d'échanger avec des professionnels sur leur lieu de travail. Ce faisant, les étudiants peuvent recueillir des traces (directes ou indirectes) de l'activité - des chercheurs et autres personnels - sur un projet donné et mieux comprendre le processus de production de connaissances.

3) Après la visite, la production d'un poster (une affiche) est réalisée pour mettre en débat ce qui a questionné lors de la visite : organisation, procédés, récits sur l'activité au quotidien...en lien avec les enjeux vus en cours. Ce travail est évalué.

Cette année, nous visiterons un laboratoire de physique et un laboratoire de mathématiques. Cette activité pédagogique est adressée aux M1 et M2.

Bibliographie indicative :

Pierre Bourdieu, *Science de la science et réflexivité. Cours au Collège de France 2000-2001*, Raison d'Agir Éditions.

<https://dokumen.pub/science-de-la-science-et-reflexivite-cours-du-college-de-france-2000-2001-9782912107145-2912107148.html>

Georges Canguilhem, "Milieu et Normes de l'Homme au Travail", *Cahiers Internationaux de Sociologie*, 3, 1947, p. 120–136.

<http://www.jstor.org/stable/40688644>

Corinne Gaudart et Duarte Rolo, "L'ergonomie, la psychodynamique du travail et les ergodisciplines. Entretien avec François Daniellou", *Travailler*, 34(2), 2015, p. 11-29.

<https://doi.org/10.3917/trav.034.0011>

François Guerin, Antoine Laille, François Daniellou, Jacques Duraffour, Alain Kerguelen, *Comprendre le travail pour le transformer : la pratique de l'ergonomie*, Lyon, Éditions de l'ANACT, 2001 [1997].

Éric Hamraoui, "Dans la mine du philosophe. Essai d'analyse des phases d'un travail d'écriture. Transcription de l'instruction au sosie suivie du commentaire", *Travailler*, 21(1), 2009, p. 89-130.

<https://doi.org/10.3917/trav.021.0089>

Ivar Oddone, Alessandra Re, Gianni Briante, *Redécouvrir l'expérience ouvrière : vers une autre psychologie du travail ?*, Paris, Éditions Sociales, 1981.

Bruno Latour, Steve Woolgar, *La vie dans les laboratoires*, Paris, La Découverte, 2006.

*** UE Séminaire de recherche (SEHAU05)**

12h

Coordonné par Gabriella Crocco

Le séminaire de recherche du Master a trois objectifs

a) Permettre aux étudiants de mettre en place leur projet de mémoire (qui sera soutenu à la fin du M2) ce qui implique le choix d'un sujet, la constitution d'une bibliographie raisonnée et le choix d'une directrice ou d'un directeur à choisir parmi les enseignants du Master éventuellement en collaboration avec d'autres enseignants-chercheurs ou chercheurs AMU

- b) Familiariser les étudiants à l'écoute et à la compréhension d'une conférence ou d'un séminaire d'histoire et philosophie des sciences
- c) Introduire des lectures guidées sur des textes d'épistémologie et d'histoire des sciences

*** UE Anglais 1 (SEHAU06)**

18 h

Samuel Le Gendre

Lecture de Thomas Kuhn, *The structure of Scientific Revolutions* 1966, 1970, 1996, The University of Chicago Press.

M1 – Semestre 2

* UE Épistémologie 2 (SEHBU01)

a) La conception kantienne de la connaissance – 10 h

Samuel Le Gendre

Nous allons étudier la manière dont Kant conçoit la connaissance. Pour cela, nous nous focaliserons sur la préface à la seconde édition de la *Critique de la raison pure*.

Bibliographie :

Kant, *Critique de la raison pure*,
Ferdinand Alquié, *Leçons sur Kant*,

Évaluation : explication de texte.

b) L'épistémologie française et l'héritage kantien – 20 h

Gabriella Crocco

L'influence de l'œuvre de Kant sur l'épistémologie française du XXe siècle a souvent été revendiquée par certains des auteurs pouvant être rattachés à cette tradition. Par ailleurs, le dialogue critique que cette même tradition a noué avec le positivisme d'Auguste Comte en a profondément marqué le développement.

Après une brève introduction sur la question des rapports entre science et philosophie à l'époque des lumières, nous aborderons, dans ce cours, l'étude de certains auteurs clés appartenant à cette tradition, parmi lesquels Auguste Comte, Emile Boutroux, Léon Brunschvicg, Jules Vuillemin et Gilles Gaston Granger.

Quatre thèmes seront soulignés :

- a) La critique radicale du réalisme naïf
- b) La question des rapports entre épistémologie, histoire des sciences et enquête scientifique
- c) La notion de progrès de la connaissance
- d) Les idéologies et les mythes scientifiques

Bibliographie primaire :

Auguste Comte, *Cours de Philosophie Positive 1° et 2° leçon*,
Discours sur l'esprit positif,

Emile Boutroux, *Allocution au Congrès des Philosophes*, Paris, 1900.

Léon Brunschvicg, *L'idéalisme contemporain*,
L'esprit européen,

Gilles Gaston Granger, *Sur la connaissance philosophique*,

Jules Vuillemin, *What are philosophical systems ?*,
L'intuitionnisme kantien,

Évaluation : un oral.

c) Lire Poincaré et Duhem – 15 h
Gabriel Giovannetti

Ce TD, organisé en cinq séances de trois heures, se propose d'inviter à la lecture des œuvres épistémologiques de Pierre Duhem et d'Henri Poincaré. À travers une sélection de chapitres tirés de *La Théorie physique* de Duhem, et de *La science et l'hypothèse* de Poincaré, nous tenterons d'identifier les positions théoriques de ces deux auteurs sur la question métaphysique de l'unité de la nature.

Mais pour arriver à ces réponses nous devons comprendre quelle est la nature du raisonnement en mathématiques et en physique, se figurer la manière dont sont structurées les théories physiques, évaluer le statut des expériences, des lois, des hypothèses et des principes, et enfin tenter de tracer la frontière possible entre la science et la métaphysique.

Finalement ce parcours de textes sera aussi l'occasion de comprendre les concepts fondamentaux de l'épistémologie tout en vous permettant de lire en détail des œuvres classiques, et surtout de laisser libre cours à vos interrogations et à vos questionnements qui seront toujours les bienvenus, et qui je l'espère enrichiront notre lecture collective.

Bibliographie indispensable (livres à se procurer obligatoirement) :

Pierre Duhem, *La Théorie physique : son objet, sa structure*,
Henri Poincaré, *La science et l'hypothèse*,

Bibliographie élargie pour aller plus loin :

Pierre Duhem, *Sauver les phénomènes. Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*,
Henri Poincaré, *La valeur de la science*,
Anastasios Brenner, *Duhem*,

*** UE Histoire et philosophie des sciences 2 (SEHBU02)**

a) Thermodynamique au XVIIIe et au XIXe siècles – 22 h 30
Thierry Masson

Ce cours couvrira les thématiques suivantes :

- rappels sur la thermodynamique, dans sa forme actuelle, avec ses succès, ses problèmes et ses spécificités épistémologiques ;
- retour sur des points historiques concernant la thermodynamique, à travers les travaux sur la notion de chaleur, de travail, les apports de S. Carnot et J. Joule, et l'élaboration des principes de la thermodynamique... ;
- la thermodynamique hors d'équilibre : la genèse, les problèmes et les solutions ;
- la physique statistique et la thermodynamique, à l'équilibre et hors équilibre
- s'il reste du temps : la thermodynamique du vivant et le non-équilibre.

Ces cours seront enregistrés (sauf accident technique) et disponibles pour les étudiants non présents.

Bibliographie :

Callen, *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics*,

Balian, *Physique fondamentale et énergétique, les multiples visages de l'énergie*, (sera mis à disposition)

Balian, *Introduction à la thermodynamique hors équilibre*, (sera mis à disposition)

Carnot, *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*, (sera mis à disposition)

Évaluation : commentaire sur un texte fourni assez tôt dans le déroulé du cours.

b) Introduction à l'étude du rôle de Lavoisier dans l'histoire de la chimie – 22 h 30

Florence Boule'h

Cet enseignement est centré sur l'ouvrage *Traité élémentaire de chimie* écrit par Lavoisier à la fin du XVIII^e siècle. J'ai choisi d'extraire tout particulièrement trois chapitres de cet ouvrage consacrés (i) au calorimètre (ii) à la nomenclature (iii) à la décomposition de l'eau. Chacun de ces chapitres est étudié en trois temps. Nous commençons par une lecture à voix haute en salle de classe afin de comprendre au mieux comment Lavoisier a travaillé, pourquoi il a travaillé ainsi, quelles étaient les questions de chimie qu'il se posait et quelles hypothèses il a émises pour tenter d'y répondre. Puis, nous complétons cette lecture par une série d'activités expérimentales qui ont pour objectif de reproduire le geste de Lavoisier. Enfin, nous concluons chaque chapitre en questionnant l'héritage de sa démarche dans la chimie actuelle, héritage théorique et héritage expérimental. Il est important de comprendre que cet ensemble de séances a aussi pour ambition de faire écho aux échanges que nous avons eus au semestre 1 à propos de la chimie développée par Newton.

Bibliographie :

Bernadette Bensaude-Vincent, *Lavoisier*,

François Dagognet, *Tableaux et langage de la chimie*,

Évaluation : un devoir sur table sera réalisé à l'issue de l'ensemble de ces séances.

*** UE de Spécialisation, Histoire et philosophie des mathématiques 1 (SEHB03A)**

(cours mutualisé avec le M1 Mathématiques et applications)

20 h

Jean-Yves Briend

La question de l'espace, comme celle du temps, est de celles qui interrogent les philosophes depuis l'antiquité. Comme pour le problème du continu, les mathématiques y ont apporté des contributions intéressantes. Le mot même d'espace est d'apparition relativement récente dans leur histoire, mais il est aujourd'hui endémique et polymorphe : les mathématiciens et mathématiciennes ont créé une multitude d'objets ou de concepts portant ce nom, des espaces vectoriels aux espaces topologiques ou mesurés, de Frechet, de Banach ou encore classifiants etc. Au travers de la lecture attentive de quelques textes, nous allons essayer de voir comment se forment, depuis le XVII^e siècle, les idées sur ce qui constitue un espace en géométrie.

Le premier texte est un extrait du Brouillon Project (1639) de Girard Desargues sur les coniques. Nous y voyons apparaître l'idée d'une géométrie prenant en compte le point de vue de celui qui décrit les figures, le plaçant, de fait, dans un espace géométrique. Le deuxième texte est constitué d'extraits de quelques brouillons (1680 env.) de Wilhelm Gottfried Leibniz tournant autour de ses recherches d'une caractéristique géométrique qui permettrait une sorte de calcul littéral portant sur la position des objets. Nous passerons ensuite à un extrait de la Théorie de l'extension (1844) d'Hermann Günther Grassmann, où il s'essaie à fournir une théorie algébrique intrinsèque des objets étendus, inventant au passage les espaces vectoriels et bien d'autres choses. Nous finirons avec un grand texte programmatique, dû à Felix Klein, le Programme d'Erlangen (1872), qui

propose une redéfinition radicale de la notion d'espace et de la conception même de la géométrie. En complément, nous fournissons également le début de l'Analysis Situs de Henri Poincaré qui, dans les pas de Leibniz, fournit les bases solides d'une géométrie des positions sous la forme de ce qu'il appelle des homologies.

Les cours et travaux dirigés seront organisés sous la forme d'ateliers de lecture où, en petit groupes, vous essaieriez de comprendre et analyser le contenu des extraits proposés, pour en dégager en particulier les questions ou parti-pris philosophiques sous-jacents. À l'issue de ces lectures vous devrez rédiger une courte analyse synthétique du texte proposé, et ces productions (au nombre de trois ou quatre en tout) seront évaluées pour former la note finale. Face à la nouveauté du travail demandé, il vous sera possible, pour les premiers devoirs, de rendre un premier jet que vous pourrez amender.

Nous concluons ce cours par cette citation d'une conférence d'Heidegger en 1984 : l'espace espace.

Références des textes proposés :

Girard Desargues, *Brouillon Project d'une atteinte aux événements des rencontres d'un cône et d'un plan*, Paris, 1639 (disponible sur Gallica), extraits.

Gottfried Wilhelm Leibniz, *Caractéristique géométrique*, J. Echevarría et M. Parmentier ed., Paris, Vrin, 1995, extraits des fragments IX, XI & XII.

Hermann Günther Grassmann, *La science de la grandeur extensive*, introduction, traduction et annotations de D. Flament, Paris, Blanchard, 1994, extraits.

Felix Klein, "Considérations comparatives sur les recherches géométriques modernes", traduit par H. Padé, *Annales scientifiques de l'ÉNS*, 3e série, tome 8, 1891, p. 87-102, extraits.

Henri Poincaré, "Analysis Situs", *Journal de l'École Polytechnique*, t. 1, 1895, p. 1-121, extraits.

Quelques références supplémentaires :

Blaise Pascal, "Extrait d'un Fragment de l'Introduction à la Géométrie de Mons. Pascal", in *Œuvres de Pascal*, P. Boutroux ed., t. IX, p. 291-294. Manuscrit de Leibniz.

Émilie du Châtelet, *Institutions de physique*, Paris, chez Prault, 1740, chap. V (disponible sur Gallica).

Leonhard Euler, "Réflexions sur l'espace et le temps", *Mémoires de l'académie des sciences de Berlin*, vol. 4, p. 324-233 (disponible sur le site de The Euler Archive).

Jean-Victor Poncelet, *Traité des propriétés projectives de figures*, Paris, Bachelier, 1822, l'introduction.

Michel Chasles, *Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie*, Bruxelles, Hayez, 1837.

Gilles-Gaston Granger, *Penser l'espace*, Paris, Odile Jacob, 1999.

Évaluation : voir la fin de la description du cours.

*** UE de Spécialisation, Histoire et philosophie des mathématiques 2 (SEHB03B)**

La réponse analytique au problème de la mesure, au XVIIe siècle – 25 h Philippe Abgrall, Marie Anglade

Nous aimerions montrer dans ce cours comment les notions de nombre et de grandeur étudiées au premier semestre dans les mathématiques de l'antiquité, sont appréhendées au XVIIe siècle. Nous reviendrons sur Archimède pour mener une étude approfondie de sa quadrature de la parabole qui

révèle l'influence de cette œuvre dans les travaux de Pascal sur la quadrature des figures planes. La lecture du travail de Pascal sera éclairée par une présentation des travaux de Cavalieri, ce qui nous conduira à aborder les débats de cette époque sur la nature des grandeurs géométriques et nous fera revenir au problème du continu et de l'infini. Nous verrons enfin comment Leibniz, imprégné de l'œuvre de Pascal, inventera son triangle caractéristique, pierre angulaire du nouveau calcul infinitésimal, pour résoudre tous les problèmes de quadrature.

Bibliographie primaire :

Archimède, *De l'équilibre des figures planes*, in *Œuvres*, trad. Charles Mugler, Paris, Les Belles Lettres, t. II, 1971.

– *La Quadrature de la parabole*, in *Œuvres*, trad. Charles Mugler, Paris, Les Belles Lettres, t. II, 1971.

– *La Méthode*, in *Œuvres*, trad. Charles Mugler, Paris, Les Belles Lettres, t. III, 1971.

René Descartes, *La Géométrie*,

Blaise Pascal, *De l'esprit géométrique*, Paris, GF-Flammarion, 1985.

– *Lettre de Monsieur Dettonville à Monsieur De Carcavy* (1658), in *Œuvres complètes*, texte établi, présenté et annoté par Jean Mesnard, Desclée de Brouwer, 1992, t. IV, 1992, p. 409-530 (figures p. 559-563).

– “Somme des puissances numériques (*Potestatum numericarum summa*)” (1654), in *Œuvres complètes*, texte établi, présenté et annoté par Jean Mesnard, Desclée de Brouwer, t. II, 1970, p. 1259-1272.

Gottfried Wilhelm Leibniz, “La nova methodus”, in *La naissance du calcul différentiel*, intro., trad. et notes par Marc Parmentier, Paris, Vrin, 1989, p. 96-117.

Bibliographie secondaire :

Léon Brunschvicg, *Les étapes de la philosophie mathématique* (1912), nouv. tirage, intro. par Jean-Toussaint Desanti, Paris, Blanchard, 1993 (les chapitres VII à X).

Jean-Louis Gardies, *Pascal, entre Eudoxe et Cantor*, Paris, Vrin, 1984.

– *Qu'est-ce que et pourquoi l'analyse ?*, Paris, Vrin, 2001.

Christian Houzel, Jean-Louis Ovaert, Pierre Raymond, Jean-Jacques Sansuc, *Philosophie et calcul de l'infini*, Paris, F. Maspero, 1976.

Évaluation : un oral.

*** UE de Spécialisation, Histoire et philosophie de la physique 1 (SEHB04A)**

(cours mutualisé avec le M1 Physique)

20 h

Gaëtan Hagel, Thierry Masson

Le cours vise à donner un aperçu de la situation dans laquelle se trouve la physique depuis la « révolution » quantique du début du XXe siècle.

Pour commencer, nous aborderons un panorama choisi de la physique à la fin du XIXe siècle à travers l'étude de l'histoire de la physique lagrangienne et de la physique hamiltonienne. Nous explorerons pourquoi et comment ces théories se proposent de remplacer la mécanique de Newton, alors qu'aucun problème expérimental n'en réclamait le besoin.

La seconde partie de ce cours abordera les raisons pour lesquelles la physique quantique a bouleversé le monde de la physique conduisant à des désaccords d'interprétation majeurs entre plusieurs de ses fondateurs (Einstein, Schrödinger, De Broglie d'un côté et Bohr, Born, Pauli, Heisenberg de l'autre). Nous verrons pourquoi selon Alain Aspect ce qui est remis en cause par la physique quantique est la localité.

Enfin les dernières séances articuleront la question de la position de cette discipline aux enjeux de la mesure qui sont traités dans un domaine de la physique appelé Métrologie. Sur ce sujet précis, l'état et la maîtrise des savoirs a conduit en 2019 la Conférence Générale des Poids et Mesures à modifier la définition des principales unités utilisées désormais basées sur des constantes fondamentales dont celle de Planck. Nous réfléchirons en particulier au statut des différentes constantes de la physique et aux raisons de leur existence et de leur évolution.

Le cours magistral s'articulera à des lectures de textes.

Bibliographie :

Franck Jedrzejewski, *Histoire universelle de la mesure*, 2ème édition, Ellipses.

Jean-Marc Levy-Leblond, *Sur la nature conceptuelle des constantes physiques*,

François Lurçat, *Niels Bohr et la physique quantique*, Points Sciences, .

Niels Bohr, *La théorie atomique et la description des phénomènes*, Paris, Ed. Jacques Gabay,

Albert Einstein, Max Born, *Correspondances 1916-1955*, Paris, Seuil,

Albert Einstein, *Philosopher-Scientist*,

René Dugas, *Histoire de la mécanique*, 1950.

Évaluation : devoir maison et devoir écrit.

*** UE de Spécialisation, Histoire et philosophie de la physique 2 (SEHB04B)**

25 h

à compléter

Bibliographie primaire :

à compléter

Bibliographie secondaire :

à compléter

Évaluation : *à compléter*

*** UE Séminaire de recherche (SEHBU07)**

12h

Coordonné par Gabriella Crocco

(voir semestre 1).

M2 – Semestre 3

* UE Epistémologie 3 (SEHCU01)

Kant et le débat épistémologique dans les pays germaniques – 40 h

Julien Bernard

Dans la tradition germanique, plus encore qu'ailleurs, la philosophie critique de Kant, qui plaça le sujet transcendantal et ses facultés au cœur de la connaissance, demeure le point de référence à partir duquel l'épistémologie ultérieure s'est définie – par prolongement, dépassement ou rejet. Aux XIX^e et XX^e siècles, trois grandes mutations obligent à repenser l'héritage kantien :

1. Emergence des sciences humaines. Elle interroge l'unité de la rationalité scientifique. La rationalité historique est-elle irréductible aux sciences de la nature (Hegel, Dilthey, Cassirer) ? Ou peut-on encore défendre un monisme physicaliste (Schlick) ?

2. Crises scientifiques : l'effondrement des modèles kantien (logique classique, géométrie euclidienne, physique newtonienne) conduit par exemple Helmholtz, Weyl, Reichenbach ou Cassirer à redéfinir l'*a priori*, quand Schlick en prône l'abolition. Comment maintenir un idéalisme transcendantal tout en rendant compte du caractère évolutif des théories ?

3. Naturalisation de la psychologie : l'essor de la psychologie empirique menace la conception critique de l'épistémologie, et sa prétention à juger des limites des facultés de la connaissance. Les anti-psychologistes (Frege, Husserl) refusent de fonder la logique ou les mathématiques sur une psychologie empirique. En donnant naissance à la phénoménologie, Husserl renouvelle l'épistémologie transcendantale et propose, dans la *Krisis*, un diagnostic sur la place des sciences dans la culture moderne. L'essor des sciences cognitives dans la dernière partie du XX^e siècle rend ces questions d'autant plus brûlantes.

Le cours examinera les réponses à ces trois grandes crises pour évaluer la possibilité d'une épistémologie critique et transcendantale aujourd'hui.

Bibliographie des textes sources :

Franz Brentano, *Psychologie du point de vue empirique*,

Ernst Cassirer, *La Philosophie des formes symboliques*,

Ernst Cassirer, *Substance et fonction*,

Ernst Cassirer, *La théorie de la relativité d'Einstein*,

Wilhelm Dilthey, *Introduction aux sciences de l'esprit*,

Hermann von Helmholtz, *Écrits épistémologiques* et *Optique physiologique* (extraits),

Edmund Husserl, *Les recherches logiques, Tome 1 : prolégomènes à la logique pure*,

Edmund Husserl, *La philosophie comme science rigoureuse*,

Edmund Husserl, *La Crise des sciences européennes et la phénoménologie transcendantale*,

Hans Reichenbach, *La théorie de la relativité et la connaissance a priori*,

Hans Reichenbach, *The Rise of scientific philosophy*,

Hermann Weyl, *Espace – Temps – Matière*,

Hermann Weyl, *Philosophie des mathématiques et des sciences de la nature*,

Moritz Schlick, *La théorie de la connaissance*,

Moritz Schlick, *Le vécu, la connaissance, la métaphysique*,

Recueils sur des perspectives transcendantales dans la science contemporaine :

Jean Petitot, Pierre Kerszberg, Michel Bitbol (dir.), *Constituting Objectivity: Transcendental Perspectives on Modern Physics*, Springer, 2009.

Jean Petitot, Francisco J. Varela, Bernard Pachoud et Jean-Michel Roy (dir.), *Naturaliser la phénoménologie. Essais sur la phénoménologie contemporaine et les sciences cognitives*,

*** UE Histoire et Philosophie des sciences 3 (SEHCU02)**

Les implications philosophiques de la théorie de l'évolution : de l'ascendance commune à l'apparition de l'humain – 40 h

Baptiste Morizot

Dans *L'influence de Darwin sur la philosophie*, John Dewey défend la thèse que l'élaboration de la théorie de l'évolution est un événement sans précédent pour la compréhension globale de l'expérience humaine recherchée par la philosophie. La théorie de l'évolution transforme notre conception du monde en proposant une explication neuve de la diversification du vivant et de l'apparition de l'humain, qui *peut* avoir des conséquences métaphysiques et anthropologiques majeures. C'est ce qui a permis à John Baird Callicott de penser Darwin, d'un point de vue civilisationnel, comme "l'Hésiode de notre temps" : c'est-à-dire l'auteur de notre mythe des origines. L'enquête portera sur le darwinisme comme événement scientifique et philosophique de l'histoire des idées occidentales. D'abord, on analysera la genèse historique du darwinisme, du point de vue d'une logique de la découverte : comment s'invente une théorie scientifique ? On verra qu'elle présuppose la rencontre de contenus et de logiques hétérogènes : un problème de théologien (Paley), une épistémologie d'astronome (Herschel), une question de philosophe (Whewell), un modèle de démographe (Malthus), une pratique d'éleveur de chevaux, et un voyage en bateau. Cette analyse d'histoire des idées, élaborée en suivant les carnets d'un Darwin graphomane, permettra de mettre une lumière sur une conception transdisciplinaire de l'invention théorique. Dans un second temps, on soulèvera les conséquences majeures du darwinisme sur la métaphysique et l'anthropologie philosophique, avec la présentation de sa théorie de l'apparition de l'animal humain ; et ses conséquences métaphysiques, sur la transformation des philosophies conceptions du monde du XXe siècle.

Bibliographie indicative :

Georges Canguilhem, *La connaissance de la vie* (1952), Paris, Vrin, 2003.

François Dagognet, *Philosophie biologique*, Paris, P.U.F, 1955.

Charles Darwin, *L'origine des espèces* (1859), Paris, Maspéro, 1987.

– *De la variation des animaux et des plantes sous l'effet de la domestication* (1868), traduction française par Jean-Jacques Moulinié, 2 vol., New York, Adamant Media Corporation, 2001.

Richard Dawkins, *Le gène égoïste*, trad. L. Ovion, Paris, Odile Jacob, 1996.

– *Il était une fois nos ancêtres. Une histoire de l'évolution*, Paris, Hachette Littératures, 2009.

Jean Gayon, *Darwin et l'après-Darwin*, Paris, Kimé, 1992.

– "Évolution et hasard", in *Laval théologique et philosophique*, vol. 61, n° 3, 2005, pp. 527-537.

– "La biologie entre loi et histoire", in *Philosophie*, 38, 1993.

Marc Godinot, « Hasard et direction en histoire évolutive », in *Laval théologique et philosophique*, vol. 61, n° 3, 2005, pp. 497-514.

- Thomas Heams, Philippe Huneman, Guillaume Lecointre, Marc Silberstein (dir.), *Les mondes darwiniens. L'évolution de l'évolution*, Paris, Syllepse, 2009.
- François Jacob, *Le jeu des possibles. Essai sur la diversité du vivant* (1981), Paris, Livre de poche, 2007.
 – *La logique du vivant*, Paris, Gallimard, 1970.
- Stephen Jay-Gould, *La structure de la théorie de l'évolution*, Paris, Gallimard, 2006.
 – Avec Elisabeth Vrba, “Exaptation - a missing term in the science of Form”, *Paleobiology*, Volume 8, n°1, hiver 1982.
- Jean-Jacques Kupiec, *L'origine des individus*, Paris, Fayard, 2008.
 – Avec Pierre Sonigo, *Ni Dieu, ni gène : pour une autre théorie de l'hérédité*, Paris, Seuil, 2003.
- Charles Lenay, *Darwin*, Paris, Belles Lettres, 1999, (coll. Figures du Savoir).
 – *Enquête sur le hasard dans les grandes théories biologiques de la seconde moitié du XIXème siècle*, thèse de doctorat de l'université Paris-I, 1989.
- André Leroi-Gourhan, *Le geste et la parole. I. Technique et langage* (1964), Paris, Albin Michel, 2008, (coll. Sciences d'aujourd'hui).
 – *Le geste et la parole. II. Mémoire et rythmes*, Paris, Albin Michel, 1964.
- Ernst Mayr, *Histoire de la biologie*, trad. M. Blanc, Paris, Fayard, 1989.
- Michael Ruse, « Darwin Debt's to Philosophy: an examination of the influence of the Philosophical Ideas of John F. W. Herschel and William Whewell », *Stud. Hist. Phi. Science*, 6, 1975, pp. 159-181.
- Michael Tomasello, *Aux origines de la cognition humaine*, Paris, Retz, 2004.
- Patrick Tort, *L'effet Darwin. Sélection naturelle et naissance de la civilisation*, Paris, Seuil, 2008.
 – (dir.), *Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution*, Paris, P.U.F, 1996.
- Jacob Von Uexküll, *Mondes animaux et monde humain* (1934), Paris, Denoël, 1984.

*** UE Lecture de textes et analyse d'expériences de laboratoire 2 (SEHCU03)**

a) Lire Bachelard – 15 h
Gabriel Giovannetti

Ce TD, organisé en cinq séances de trois heures, se propose d'inviter à la lecture des œuvres épistémologiques de Gaston Bachelard. En suivant le fil directeur d'articles de Bachelard, réunis de manière posthume par Canguilhem dans *L'engagement rationaliste*, nous tenterons de cerner les traits originaux et distinctifs du rationalisme bachelardien.

Les concepts centraux de l'œuvre seront abordés (« nouvel esprit scientifique », « obstacle épistémologique », « surrationalisme », « dialectique rationnelle », etc.) en focalisant la problématique sur la question du pluralisme des valeurs scientifiques et de la manière dont ces valeurs sont développées à travers l'histoire des sciences, notamment les mathématiques et la physique relativiste.

Finalement ce parcours de textes sera aussi l'occasion de comprendre les concepts fondamentaux de l'épistémologie tout en vous permettant de lire en détail des œuvres classiques, et surtout de laisser libre cours à vos interrogations et à vos questionnements qui seront toujours les bienvenus, et qui je l'espère enrichiront notre lecture collective.

Bibliographie indispensable (livres à se procurer obligatoirement) :

Gaston Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*,

Gaston Bachelard, *L'engagement rationaliste*,

b) Évolution et développement – 6 h
Xavier Caubit

c) Évolution et écologie – 12 h
Jean-François Mauffrey, Gabriel Neve

d) Ernst Mach – 15 h
Fausto Fraisopi

*** UE Professionalisation 2 (SEHCU04)**

15 h
Mariagrazia Cairo Crocco

Voir le descriptif de l'UE Professionnalisation 1 : rencontre avec les laboratoires (SEHAU04).

*** UE Séminaire de recherche (SEHCU05)**

12 h
Coordonné par Gabriella Crocco
(voir M1 – semestre 1)

*** UE Anglais 2 (SEHCU06)**

18 h
Kristen Elliott

Cette UE se propose d'explorer la notion de la vérité dans le monde actuel pour améliorer le niveau d'anglais des étudiants. Les cours porteront sur les thèmes suivants : qu'est-ce que la vérité ? la vérité dans la science et la vérité dans l'actualité. Ces sujets seront abordés à travers différentes méthodes : podcasts, articles scientifiques, œuvres d'art et autres sources.

M2 – Semestre 4

*UE Epistémologie 4 (SEHDU01)

Les théorèmes de limitation des mathématiques et les fondements théoriques de l'intelligence artificielle – 45 h

Gabriella Crocco, Julien Lefevre, Myriam Quatrini

Le mythe de la mécanicité potentielle des mathématiques, très bien explicité au début du XXe siècle, s'est répercuté tel quel dans l'intelligence artificielle et dans l'approche dominante des neurosciences. Le cours propose de donner des éléments de réflexion sur ces thèmes, en analysant les conséquences philosophiques des théorèmes de limitation des mathématiques, démontrés par Kurt Gödel en 1931, et leurs répercussions sur les nouvelles techniques d'intelligence artificielle basées sur les réseaux de neurones et sur le Deep learning.

Le cours se divise en deux parties :

D'abord, dans une première partie G. Crocco et M. Quatrini exploreront les principes et la structure des démonstrations de Gödel pour faire comprendre le contenu et la portée des deux théorèmes. Le premier aboutit à la démonstration de l'incomplétude de tout système formel contenant l'arithmétique élémentaire ; le deuxième à l'impossibilité de démontrer la cohérence d'un système formel contenant l'arithmétique élémentaire dans ce système même. Elles illustreront également le lien entre la notion de système formel et celle de Machine de Turing, modèle idéal de toute ordinateur utilisé actuellement ainsi que les implications philosophiques que Gödel lui-même a données de ses propres résultats à travers l'étude de ses articles sur le sujet. Elles s'arrêteront en particulier sur les conclusions anti-mécanistes et anti-réductionnistes que Gödel tire de ses résultats et des options philosophiques qu'il croit être compatibles avec eux. Le premier texte proposé est la transcription des notes en sténographie allemande que Kurt Gödel avait préparées en 1961, pour une conférence. Cet écrit, connu sous le nom de *Vortrag Konzept* a été depuis publié dans le troisième volume des *Collected Works* de Kurt Gödel, sous le titre "The modern development of the foundations of mathematics in the light of philosophy" accompagné d'une traduction anglaise. Le deuxième est le texte de la conférence délivrée par Gödel en 1951 à une réunion de *l'American Mathematical Society*, qui porte le titre "Some basic theorems on the foundations of mathematics and their philosophical implications".

Tous deux représentent un des témoignages les plus importants de la conception philosophique du grand logicien et mathématicien.

La dernière partie du cours portera sur les développements récents de l'apprentissage machine (Deep Learning), basés sur ce qu'on appelle des réseaux de neurones formels, et inclura une initiation au Perceptron, un algorithme d'apprentissage supervisé de classificateurs binaires (c'est-à-dire séparant deux classes) inventé en 1957, ancêtre des réseaux de neurones formels modernes munis d'une règle d'apprentissage. Sans ignorer les possibilités de ce paradigme réactualisé par la croissance exponentielle des 'data', il s'agira d'aborder quelques enjeux et risques épistémologiques et éthiques.

Bibliographie :

A. Turing, "Computing Machinery and Intelligence" *Mind* 50, 1950 p. 433-460.

K. Gödel, *Collected Works*, Vol. II et III, S. Feferman et alii (ed), Oxford University Press, 1990, 1995.

G. Longo, *Le cauchemar de Prométhée*, Paris, PUF, 2023.

J. Lassègue, G. Longo, *L'empire numérique. De l'alphabet à l'IA*, Paris, PUF, 2025.

Richard Tieszen, *After Gödel, platonism and rationalism in mathematics and logic*, Oxford University Press, 2011.

*** UE Histoire et philosophie des sciences 4 (SEH DU02)**

Histoire de l'intelligence artificielle. Les techniques de l'intelligence de la "Révolution scientifique" à l'I.A. générative – 30 h

Simon Dumas Primbault

L'irruption avec ChatGPT de l'intelligence artificielle générative dans l'espace public – autant qu'au cœur des espaces privés les plus intimes – a généré pléthore de discours couvrant tous les genres du spectre : de la sotériologie technobéate annonçant l'avènement d'une ère nouvelle pacifiée par l'exercice d'une rationalité machinique supérieure, neutre et objective ; jusqu'à l'eschatologie numérique des prophètes de malheur qui augurent la fin d'une humanité définitivement aliénée dans sa propre technique. À l'horizon d'une « singularité » toujours promise, qui verrait la machine dépasser et remplacer l'être humain, mais qui continue pourtant de reculer, l'I.A. est la source de toutes les promesses et de toutes les angoisses : elle résoudrait la crise climatique, elle rendrait obsolètes nombre d'emplois, elle permettrait de grands progrès scientifiques, notamment dans la santé, elle serait la cause de discriminations raciales et sexuelles, elle permettrait d'optimiser les échanges économiques à l'échelle globale, elle servirait à la désinformation, à la surveillance et à l'armement.

Dans la longue histoire de la technique, l'intelligence artificielle n'est pourtant, peut-être, que le dernier avatar en date du mythe prométhéen. Des automates d'Héphaïstos selon Homère, au canard de Vaucanson, en passant par le fameux Turc mécanique de Johann Wolfgang von Kempelen au XVIII^e siècle et jusqu'aux réseaux de neurones de la cybernétique et aux robots anthropomorphes, la *mimesis* machinique a toujours été à la fois source de connaissance autant que de peurs. Dans le prolongement de cette impressionniste lignée, l'I.A. apparaît comme une tentative de réifier certaines facultés de la cognition humaine en l'externalisant dans des dispositifs informatiques réputés autonomes. En tant que « prothèse cognitive », elle permet ainsi de réaliser des opérations intellectuelles qui avaient, au préalable et avant son introduction, déjà été découpées en tâches simples, normalisées et codifiées – l'I.A. s'inscrit ainsi dans la longue histoire de la formalisation des compétences humaines, depuis la « réduction en art » de l'époque moderne jusqu'au taylorisme contemporain.

Une perspective historique sur l'intelligence humaine et ses artificialisations multiples permet donc de mettre en lumière, au-delà de l'économie de la promesse, les véritables ruptures autant que les continuités entre l'I.A. générative numérique et ses antécédents ; de brouiller la distinction entre naturel et artificiel à l'endroit même de la technique où certains anthropologues ou philosophes voient « la nature humaine » ; voire de questionner ce qu'est l'intelligence même, la nature de l'esprit et la créativité humaine. Une telle perspective diachronique et comparative permet encore de se pencher sur les représentations sociales et culturelles des techniques d'imitation des facultés humaines, en particulier cognitives, comment ces représentations sont construites et mobilisées dans l'espace public et privé, comment elles participent d'imaginaires collectifs où l'on trouve à la fois des rêves de perfection et des cauchemars de domination.

Bibliographie sélective :

Morgan G. Ames, Massimo Mazzotti, *Algorithmic Modernity. Mechanizing Thought and Action, 1500-2000*, Oxford, Oxford University Press, 2023.

Jeffrey M. Binder, *Language and the Rise of the Algorithm*, Chicago, The University of Chicago Press, 2022.

Dominique Cardon, Jean-Philippe Cointet et Antoine Mazières, “La revanche des neurones. L’invention des machines inductives et la controverse de l’intelligence artificielle”, *Réseaux*, 211(5), 2018, pp. 173-220 ; <https://doi.org/10.3917/res.211.0173>.

Stephen Cave, Kanta Dihal, and Sarah Dillon (dir.), *AI Narratives: A History of Imaginative Thinking about Intelligent Machines*, Oxford, Oxford University Press, 2020.

Lorraine Daston, “Enlightenment calculations”, *Critical Inquiry*, 21.1, 1994, pp. 182-202.

– “Calculation and the division of labor, 1750–1950”, *Bulletin of the German Historical Institute*, 62, 2018, pp. 9-30.

Simon Dumas Primbault, “Leibniz en Créateur. Un regard matériel sur sa machine à calculer”, *Savoirs le fil des idées*, 2022.

Pascal Dubourg Glatigny et Hélène Vérin (dir.), *Réduire en art. La technologie de la Renaissance aux Lumières*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l’homme, 2008, <https://doi.org/10.4000/books.editionsmsh.10126>.

Paul N. Edwards, *The Closed World: Computers and the Politics of Discourse in Cold War America*, Cambridge, MA, MIT Press, 1996.

Bernard Dionysius Geoghegan, *Code: From Information Theory to French Theory*, Pittsburgh, Duke University Press, 2023.

Matthew L. Jones, *Reckoning With Matter: Calculating Machines, Innovation, and Thinking About Thinking from Pascal to Babbage*, Chicago, The University of Chicago Press, 2016.

Matteo Pasquinelli and Vladan Joler, “The Nooscope manifested: AI as instrument of knowledge extractivism”, *AI & society* 36.4, 2021, pp. 1263-1280.

Matteo Pasquinelli, *The Eye of the Master: A Social History of Artificial Intelligence*, London, Verso Books, 2023.

Warren Sack, *The Software Arts*, Cambridge, MA, MIT Press, 2019.

Simon Schaffer, “Babbage's Intelligence: Calculating Engines and the Factory System”, *Critical Inquiry* 21, 1994, pp. 203 - 227.

Jacob Soll, *The Information Master: Jean-Baptiste Colbert’s Secret State Intelligence System*, Ann Arbor, University of Michigan Press, 2009.

John Tresch, *The Romantic Machine. Utopian Science and Technology after Napoleon*, Chicago, The University of Chicago Press, 2012.

Mathieu Tricot, *Le moment cybernétique: La constitution de la notion d'information*, Ceyzérieu, Champ Vallon, 2008.

Adelheid Voskuhl, *Androids in the Enlightenment: Mechanics, Artisans, and Cultures of the Self*, Chicago, The University of Chicago Press, 2013.

Chris Wiggins and Matthew L. Jones, *How Data Happened: A History from the Age of Reason to the Age of Algorithms*, New York, W. W. Norton and Company, 2023.

* UE de Spécialisation, Histoire et philosophie de la chimie (SEH DU06)

Histoire de la classification périodique des éléments – 40 h Florence Boulc’h

L’objectif de ce cours est de comprendre pourquoi la classification périodique des éléments est aujourd’hui l’un des outils clés des chimistes. Cela impliquera (i) de détailler la notion actuelle d’éléments et pour cela nous la comparerons à la définition que Lavoisier en avait donnée à la fin du XVIIIe siècle (ii) d’analyser l’apport considérable de Mendeleïev à la construction de cette

classification (iii) de révéler le système de cohérence que détient cette classification pour une communauté de scientifiques qui a pour objectif la synthèse d'une multitude de nouvelles substances.

Bibliographie :

Gaston Bachelard, *Le pluralisme cohérent de la chimie moderne*,

Évaluation : à l'issue de ces séances, vous serez évalués à l'oral. Pour cela, je vous proposerai de choisir deux éléments de telle manière que le dialogue entre eux mette en évidence les propriétés décrites par la classification périodique.

*** UE de Spécialisation, Histoire et philosophie du vivant (SEHDU07)**

Neurosciences – 40 h

Gabriella Crocco, Laurent Goffart, Daniele Schön

Le cours se compose de trois parties.

Dans l'introduction (*L'histoire des sciences cognitives et la question cerveau pensée* 4h30) Gabriella Crocco propose une réflexion épistémologique nourrie par l'histoire sur la question de l'objet des sciences cognitives et sur la manière dans laquelle elles envisagent les rapports cerveau et pensée. Elle procédera par une lecture commentée de deux articles

- **George A. Miller: The cognitive revolution: a historical perspective** (*Trends in cognitive Sciences* vol. 7, . 3, Mars 2003 pp 141-144)
- **George Canguilhem: Le Cerveau et la pensée** (*Prospective et Santé* n. 14, été 1980, p. 81-98 et ensuite Etienne Balibar et al (dir) *Georges Canguilhem. Philosophe, historien des sciences. Actes du colloque* (6-8 décembre 1990) p. 11-25)

Dans la deuxième partie (*Épistémologie des neurosciences cognitives* 10 heures mutualisée, 20 heures non mutualisée) Laurent Goffart abordera les différentes méthodes employées pour appréhender les relations entre d'une part le fonctionnement cérébrale et d'autres part les réponses d'un sujet à différentes sollicitations sensorielles ou requêtes cognitives. Après une présentation générale de l'anatomophysiologie du système nerveux, il s'interrogera sur les relations entre mesures, physiologiques ou comportementales, et les interprétations que leurs auteurs donnent. Il questionnera également la circularité épistémologique engendrée par certaines modélisations mathématiques. Une analyse fouillée de différentes publications récentes, permettra de mettre en évidence certains limites de l'entreprise scientifiques des neurosciences cognitives.

Dans les dernières quatre séances (« *Le cerveau n'infère pas le monde: il l'enregistre* », Daniele Schön proposera une introduction progressive au cadre du codage prédictif et à son ancrage bayésien en sciences cognitives. À partir de phénomènes perceptifs concrets (illusions, ambiguïtés, perception bistable), le cours montre que la perception peut être comprise comme un processus d'inférence sous incertitude plutôt que comme un simple enregistrement du monde. La logique bayésienne est ensuite introduite comme formalisme décrivant la combinaison entre attentes (priors) et informations sensorielles. Les séances suivantes présentent le codage prédictif comme une architecture hiérarchique fondée sur la minimisation des erreurs de prédiction et le rôle central de la précision et de l'attention. Plusieurs articles scientifiques récents seront discutés en détail afin d'illustrer les données empiriques, les modèles computationnels et les débats actuels autour de ce cadre. Le cours se conclut par une réflexion sur ses limites et ses implications épistémologiques.

Evaluation : commentaire de textes, oral