

**Remarques liminaires :**

Ce master à 90 ECTS (3 semestres) permet 2 orientations distinctes :

- Un master général : "Mathématiques, Systèmes dynamiques et phénomènes d'évolution"
- Un master qui permet de choisir des mineurs en finance, statistique ou informatique. \*

Modules et cours	ECTS
<b>Structure du Master "mathématiques, systèmes dynamiques et phénomènes d'évolution"</b>	
Cours obligatoires à choisir parmi les cours de la liste A	42 ECTS
Module de cours à choix (listes A à E)	18 ECTS
Thèse de master	30 ECTS
<b>Total des ECTS</b>	<b>90 ECTS</b>

<b>Structure du Master en mathématiques avec mineur en finance</b>	
Cours obligatoires à choisir parmi les cours de la liste A	30 ECTS
Module de cours à choix (voir liste C)	30 ECTS
Thèse de master	30 ECTS
<b>Total des ECTS</b>	<b>90 ECTS</b>

<b>Structure du Master en mathématiques avec mineur en informatique</b>	
Cours obligatoires à choisir parmi les cours de la liste A	30 ECTS
Module de cours à choix (voir liste D)	30 ECTS
Thèse de master	30 ECTS
<b>Total des ECTS</b>	<b>90 ECTS</b>

<b>Structure du Master en mathématiques avec mineur en statistique</b>	
Cours obligatoires à choisir parmi les cours de la liste A	30 ECTS
Module de cours à choix (voir liste E)	30 ECTS
Thèse de master	30 ECTS
<b>Total des ECTS</b>	<b>90 ECTS</b>

\* d'autres options sont envisageables sur dérogation et après approbation du responsable de filière

**A ) Liste A des cours offerts par l'Institut de mathématiques**

Le format d'un cours est de 4h/semaine (cours et exercices) pendant un semestre, soit 6 ECTS

Le mode d'évaluation est un oral de 30 minutes

Tous les cours ne sont pas donnés la même année. Les cours donnés en 2011-2012 sont indiqués avec la mention du semestre : A = Automne, P = Printemps.

**1) Chaines de Markov (donné en 2011-12, A)**

**Mots clés :** Modélisation Markovienne, Chaines de Markov sur un espace dénombrable, récurrence, transience, théorèmes ergodiques, simulation, algorithmes de métropolis, recuit simulé.  
*Enseignant : Prof. Michel Benaim*

**2) Martingales et temps d'arrêt (donné en 2011-12, P)**

**Mots clés :** Théorèmes de convergence, temps d'arrêt, problème d'arrêt optimal.  
*Enseignant : Prof. Michel Benaim*

**3) Théorie ergodique (donné en 2011-12, A)**

**Mots clés :** Espaces probabilisés standards (y compris produits infinis), théorème de Radon-Nikodym, transformations ergodiques, mélangeantes, théorème de récurrence de Poincaré, Théorème ergodique de Birkhoff, homéomorphismes sur les espaces métriques compacts (ergodicité unique), transformations topologiquement transitives, applications  
*Enseignant : Prof. Paul Jolissaint*

**4) Analyse complexe**

**Mots clés :** Théorie de Cauchy (y compris classification des singularités), séries de puissances (y compris séries de Laurent), produits infinis et applications, applications conformes, homographies, compacité et convergence de suites de fonctions holomorphes, fonctions spéciales, fonctions harmoniques et applications  
*Enseignant : Prof. Paul Jolissaint*

**5) Equations différentielles et systèmes dynamiques (donné en 2011-12, P)**

**Mots clés :** Etudes qualitatives des équations différentielles, portrait de phase, notions de récurrence, théorèmes de linéarisation, systèmes proie-prédateurs, Théorie de Poincaré-Bendixon  
*Enseignant : Michel Benaim*

**6) Introduction aux systèmes Hamiltoniens**

**Mots clés :** Formalisme Hamiltonien, orbites fermées, flots géodesiques et magnétiques, théorème de Poincaré-Birkhoff, billiard, problème des trois corps  
*Enseignant : Prof. Felix Schlenk*

**7) Analyse fonctionnelle**

**Mots clés :** Espaces vectoriels topologiques, opérateurs linéaires, théorie spectrale, opérateurs compacts, décomposition spectrale d'un opérateur borné, algèbres de Banach, introduction aux C\*-algèbres  
*Enseignant : Prof. Olivier Besson*

**7 b) Analyse fonctionnelle et distributions (donné en 2011-12, A)**

**Mots clés :** Théorie des distributions  
*Enseignant : Prof. Olivier Besson*

**8) Equations aux dérivées partielles**

**Mots clés :** Problèmes elliptiques, paraboliques et hyperboliques, solutions fondamentales, exemples, espaces de Sobolev, formulations faibles et variationnelles, théorèmes d'existence et d'unicité.  
*Enseignant : Prof. Olivier Besson*

**8 b) Equations aux dérivées partielles et géométrie spectrale (donné en 2011-12, P)**

**Mots clés :** Principes variationnels et mécanique classique, séparation des variables, fonctions harmoniques et holomorphes, équation des ondes et de la chaleur, fonctions et valeurs propres du Laplacien, asymptotique spectrale selon Weyl, domaines nodaux des fonctions propres du Laplacien,  
*Enseignant : Mass Alexandre Girouard*

**9) Analyse numérique (donné en 2011-12, P)**

**Mots clés** : Espaces de Sobolev, problèmes elliptiques, paraboliques et hyperboliques, méthodes des différences finies, méthodes des éléments finis, mise en œuvre informatique

*Enseignant : Prof. Olivier Besson*

**10) Géométrie Riemannienne**

**Mots clés** : variétés différentielles, espace tangent, métrique Riemannienne, connection de Levi-Civita, géodésiques, flot géodésique, courbure, application exponentielle, exemples.

*Enseignant : Prof. Bruno Colbois*

**11) Géométrie métrique (donné en 2011-12, P)**

**Mots clés** : Espace de longueur, géodésiques, géométrie de Hilbert; distance de Hausdorff, de Gromov-Hausdorff, espaces d'Alexandrov.

*Enseignant : Prof. Bruno Colbois*

**12) Topologie algébrique**

**Mots clés** : Groupe fondamental, revêtements, classification des surfaces compactes, homologie, cohomologie de DeRham.

*Enseignant : Prof. Bruno Colbois*

**13) Topologie différentielle**

**Mots clés** : Théorème de Sard, Degré de Brouwer, Introduction à la Théorie de Morse

*Enseignant : Prof. Michel Benaim*

**14) Algèbre et Théorie des nombres**

**Mots-clés (algèbre)** : anneaux principaux, euclidiens, factoriels ; corps quadratiques et leurs anneaux d'entiers ; cas imaginaire et applications (sommes de 2 carrés, quelques cas du grand théorème de Fermat) ; cas réel (théorème des unités de Dirichlet, application à l'équation de Pell)

**Mots-clés (théorie des nombres)** : sommes de 2 carrés, réciprocité quadratique, sommes de 4 carrés ; le groupe  $SL(2,p)$  (simplicité, représentations, structure des sous-groupes) ; les graphes de Ramanujan de Lubotzky-Phillips-Sarnak.

*Enseignant : Prof. Alain Valette*

**15) Théorie des groupes**

**Mots-clés** : groupes libres, présentations de groupes, groupes agissant sur des arbres, introduction à la théorie de Bass-Serre.

*Enseignant : Prof. Alain Valette*

**15 b) Introduction aux groupes de Lie (donné en 2011-12, A)**

*Mots-clés: Groupe linéaire général, espaces homogènes, exponentielle,  $SU(2)$*

*Enseignant : Prof. Alain Valette*

**16) Mathématiques discrètes (donné en 2011-12, A)**

**Mots-clés** : Théorie algébrique des graphes (Graphes, L'algèbre linéaire derrière Google, Matrice d'adjacence et spectre, Graphes réguliers, Tour de taille et nombre chromatique, Graphes expanseurs et inégalité de Cheeger-Buser, Cycles et coupures, Lois de Kirchhoff)

*Enseignant : Mass Antoine Gournay*

**17) Théorie analytique des nombres**

**Mots-clés** : Théorème de Dirichlet sur les nombres premiers dans les progressions arithmétiques. Répartition des nombres premiers-théorème de Hadamar- de la Vallée de Poussin. Un problème à 1.000.000 dollars: l'hypothèse de Riemann

*Enseignant : Prof. Alain Valette*

**18) Géométrie discrète**

**Mots-clés :** Enumération de points intégraux dans les polyèdres (combinatoire), sommes de Dedekind et séries de Fourier finies (théorie de nombres), polygones et polyèdres (géométrie), fonctions génératrices, la formule de Pick, polynôme d'Ehrhart, carrés magiques.

*Enseignant : Prof. Felix Schlenk*

**19) Systèmes dynamiques déterministes et aléatoires. Applications à l'écologie et à la modélisation**

*Enseignant : Prof. Michel Benaïm*

**B) Liste B des autres cours proposés par l'Institut de mathématiques**

Le mode d'évaluation des cours a, b, c ci-dessous est le contrôle continu noté

**a) Séminaire (2h/semaine pendant un semestre, 3 ECTS)**

**b) Projet de simulation (3 ECTS)**

Une initiation à Scilab ou Matlab, Un projet à réaliser sous la direction d'un enseignant, Une présentation orale

**c) Séminaire « Mathématiques et Société » (1h/semaine annuelle, 3 ECTS)**

Deux volets :

- 1) Sujets étudiés puis exposés par les étudiants, par exemple : codes correcteurs d'erreurs, cryptographie, *Enseignant : Prof. Paul Jolissaint*
- 2) Exposés d'applications des mathématiques par des intervenants externes ; par exemple :

**C) Liste C des cours recommandés dans le cadre d'un mineur en finance**

- 1) Asset Pricing
- 2) Dérivés
- 3) Fixed Income
- 4) Corporate Finance
- 5) Pour les 6 ECTS restants, il y a deux possibilités:

Econométrie ou Risk Management (les cours précédents sont des pré-requis) ou Portfolio management (les cours précédents sont des pré-requis).

*Pour la validation de ces cours (modalités d'évaluation et crédits ECTS) et les horaires se référer à la Faculté des sciences économiques.*

**D) Liste D des cours recommandés dans le cadre d'un mineur en informatique**

Cours à choisir dans le cadre du plan d'études du MSc en informatique avec l'accord du responsable de ce master.

*Pour la validation de ces cours (modalités d'évaluation et crédits ECTS) et les horaires se référer au plan d'études du Master en informatique.*

**E) Liste E des cours recommandés dans le cadre d'un mineur en statistique**

Tous les cours du master en statistique de l'UniNE peuvent être choisis (à l'exception du cours « probability and stochastic processes »).

*Pour la validation de ces cours (modalités d'évaluation et crédits ECTS) et les horaires se référer à la*

**Renseignements**

Le responsable de filière: Prof. M. Benaïm (michel.benaïm@unine.ch)