

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 301 Analyse 2

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Sébastien Giet jean-sebastien.giet@univ-lorraine.fr

Semestre : 3

Volume horaire enseigné : 90h, Nombre de crédits ECTS : 9

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 90h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
301 Analyse 2	260 0	36	54			108

## Descriptif

Séries de nombres réels ou complexes : Séries à termes positifs, emploi des relations de comparaison. Règle de Cauchy et d'Alembert. Séries de Riemann. Critère des séries alternées. Séries absolument convergentes, semi-convergentes. La convergence implique que le terme général tend vers 0.

Les séries de Bertrand, la transformation et le critère d'Abel pourront être vus en exercice.

Suites de fonctions : Convergence simple, uniforme. La convergence uniforme entraîne la convergence simple. Une limite uniforme de fonctions continues est continue. Théorème de la double limite pour les suites de fonctions convergeant uniformément. Théorèmes analogues pour la dérivation des suites de fonctions.

Séries de fonctions : Convergence simple et uniforme d'une série. Une série de fonctions converge uniformément si et seulement si elle converge simplement et la suite de ses restes converge uniformément vers 0. Convergence normale des séries. La convergence normale implique la convergence uniforme et la convergence absolue en tout point. Continuité et dérivabilité de la somme d'une série de fonctions.

Séries entières : Séries entières de la variable complexe. Rayon de convergence, disque de convergence. Convergence normale à l'intérieur (Lemme d'Abel) et divergence grossière à l'extérieur. Règle de d'Alembert. Somme et produit de Cauchy de séries entières. Continuité sur le disque de convergence. Dérivation terme à terme d'une série entière d'une variable réelle. Primitivation. Lien entre coefficients et les dérivées successives en 0. Définition de  $\exp z$ ,  $\cos z$  et  $\sin z$  pour  $z$  complexe, formules de trigonométrie. Développement en série entière d'une fonction et application à la recherche de solutions d'équations différentielles.

Intégration. Fonction uniformément continues. Théorème de Heine sur un segment. Fonctions continues par morceaux sur un segment. Fonctions réglées. Fonctions continues par morceaux. Les fonctions continues par morceaux sont réglées. Présentation de l'intégrale de Cauchy (c'est-à-dire intégration des fonctions réglées [limites uniformes de fonctions en

escalier]). Linéarité et positivité de l'intégrale. Relation de Chasles. La valeur absolue de l'intégrale est plus petite que l'intégrale de la valeur absolue. Primitives, théorème fondamental du calcul différentiel et intégral. Intégration par parties, changement de variables. Formules de Taylor (Taylor-Young, Taylor reste intégral). Intégration des fractions rationnelles.

Echange limite (ou somme) et intégrale pour les suites (ou séries) convergeant uniformément sur tout segment. ?

On pourra présenter l'intégrale de Cauchy d'abord pour les fonctions continues puis l'étendre aux fonctions réglées. Le théorème de convergence dominée est au programme de l'UE Intégration et probabilités.

Intégrales impropres : Critère de Cauchy, convergence absolue. Intégrales de fonctions positives, emploi des relations de comparaison. Comparaison d'une intégrale impropre et d'une série. Intégrales semi- convergentes. Intégration des relations de comparaison.

Complément CPU : Continuité et dérivabilité des intégrales dépendant d'un paramètre. Ersatz de convergence dominée pour l'intégration des suites et des séries de fonctions.

## **Pré-requis**

UE 212 Analyse 1

## **Acquis d'apprentissage**

Séries et intégration

## **Compétences visées**

Se servir aisément de la notion d'approximation en s'appuyant sur les notions d'ordre de grandeur, de limite, de norme, de comparaison asymptotique.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 302 Algèbre linéaire 2

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Louis Tu jean-louis.tu@univ-lorraine.fr

Semestre : 3

Volume horaire enseigné : 66h, Nombre de crédits ECTS : 6

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 54h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
302 Algèbre linéaire 2	250 0	30	36			81

## Descriptif

### 1) Déterminants.

Permutations : signature et propriétés élémentaires en vue de définir le déterminant. Applications multilinéaires alternées. Déterminant d'une famille de  $n$  vecteurs dans une base. Déterminant d'un endomorphisme, d'une matrice. Opérations sur les lignes et les colonnes. Cofacteurs et comatrices. Calcul du déterminant d'une matrice. Matrices inverses et déterminant. Formules de Cramer. Calcul du rang d'une matrice par le calcul de déterminants de matrices extraites. Exemples apparaissant en TD : calcul de déterminants de taille quelconque par récurrence, déterminant de Vandermonde, calcul de déterminants de matrices triangulaires par blocs.

### 2) Réduction des endomorphismes.

Valeurs propres, vecteurs propres, sous-espaces propres. Endomorphismes et matrices diagonalisables. Calcul des puissances d'une matrice. Trigonalisation et Théorème de Cayley-Hamilton : endomorphismes trigonalisables, polynômes d'endomorphismes, théorème de Cayley-Hamilton. Théorème de décomposition des noyaux, polynômes annulateurs, polynôme minimal. Projecteurs. Indice d'un endomorphisme et endomorphismes nilpotents, sous-espaces caractéristiques et décomposition de Jordan. Exemples traités en cours ou en TD : suites récurrentes.

### 3) Systèmes différentiels linéaires.

Espaces vectoriels normés. Norme sur l'espace des endomorphismes et sur les matrices. Dérivabilité et intégration des fonctions à variable réelle et à valeurs dans un espace vectoriel. Exponentielle d'une matrice. Résolutions des systèmes différentiels linéaires homogènes et non homogènes. Résolution des équations différentielles linéaires.

## Pré-requis

UE 211 Algèbre linéaire 1

## **Acquis d'apprentissage**

Déterminant, réduction des endomorphismes, applications aux systèmes différentiels linéaires.

## **Compétences visées**

Se servir aisément des bases de la logique pour organiser un raisonnement mathématique et rédiger de manière synthétique et rigoureuse.

Résoudre des équations (linéaires, algébriques, différentielles) de façon exacte.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 303 Algèbre 1

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Louis Tu jean-louis.tu@univ-lorraine.fr

Semestre : 3

Volume horaire enseigné : 60h, Nombre de crédits ECTS : 6

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 60h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
303 Algèbre 1	250 0	24	36			72

## Descriptif

1) Notions supplémentaires de théorie des ensembles.

Ensemble des parties d'un ensemble.? Relations d'équivalence sur un ensemble et partitions.? Ensemble quotient.

2) Introduction aux groupes et actions de groupes.

Groupe, sous-groupe, ordre d'un groupe. Exemples. Sous-groupe engendré par une partie, ordre d'un élément. Exemples. Morphisme de groupes. Exemples. Définition de groupe monogène et cyclique. Exemple du groupe des racines n-èmes de l'unité.

Ensemble quotient  $G/H$ . Groupe quotient  $G/H$  dans le cas commutatif, cas de  $Z/nZ$ . Les sous-groupes distingués et les groupes quotient en général, l'étude des ordres des différents éléments dans un groupe cyclique, des générateurs, et des morphisme entre groupes cycliques ne sont pas traités, leur étude est reportée en S5.

Définition d'un action de groupe. Orbites, ensemble quotient, stabilisateur d'un élément.

On se limitera à donner le vocabulaire strictement nécessaire pour traiter l'action naturelle du groupe des permutations et les actions de type géométrique, qui sont les seuls exemples que l'on traitera. Le langage général des actions fidèles, (simplement) transitives, les opérations de  $G$  sur lui-même ou sur ses sous-groupes ne sont pas abordés en S3 mais en S5.

3) Permutations.

Groupe  $\text{Bij}(X)$ , action naturelle sur  $X$ . Transposition, support d'une permutation. Points fixes, parties stables.

Cas où  $X$  est fini. Cycles, permutation respectant une partition.

Toute permutation peut s'écrire comme produit de transposition.

Décomposition canonique d'une permutation en produit de cycles de supports disjoints.

Signature.

4) Anneaux, idéaux, corps.

Définitions. Etude de l'anneau et de ses inversibles.

Etude de  $\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}$  si  $p$  est premier.

Retour sur l'arithmétique de  $\mathbb{Z}$  et  $K[X]$  du point de vue des anneaux et idéaux : les idéaux sont principaux. Théorème des restes chinois.

Les polynômes irréductibles sur  $\mathbb{Q}$ , les polynômes cyclotomiques, le contenu, le critère d'Eisenstein, ne sont pas traités. Leur étude est reportée en S5.

Exemples d'anneaux traités en TD : anneaux de fonctions, anneau des endomorphismes d'un  $\text{ev}$ , anneaux de matrices carrées : diagonales, triangulaires...

Exemples de corps traités en TD :  $\mathbb{Q}[\sqrt{2}]$ ,  $\mathbb{Q}(i)$ . On n'étudie pas en détail les extensions finies de  $\mathbb{Q}$  ni de  $\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}$ .

Exemples traités en TD : quelques applications élémentaires de la théorie des espaces vectoriels lorsque le corps de base est différent de  $\mathbb{R}$  ou  $\mathbb{C}$ .

## Pré-requis

Fondements des mathématiques

## Acquis d'apprentissage

Groupes, anneaux

## Compétences visées

Se servir aisément des bases de la logique pour organiser un raisonnement mathématique et rédiger de manière synthétique et rigoureuse.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 304 Méthodes numériques

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Louis Tu jean-louis.tu@univ-lorraine.fr

Semestre : 3

Volume horaire enseigné : 30h, Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 20h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
304 Méthodes numériques	260 0	10	10	10		35

## Descriptif

Détermination de zéros d'une fonction

- Compléments (avec rappels) d'analyse. suites récurrentes, théorème du point

fixe, point fixe attractif, point fixe répulsif. Introduction de la notion de

vitesse de convergence.

- Algorithmes classiques : méthode de Dichotomie, méthodes de point fixe,

méthodes de la corde, de la sécante, de la fausse position et méthode de

Newton. Pour chacun de ces algorithmes, on étudiera les propriétés de

convergence et le coût de la méthode. Ces algorithmes seront comparés lors des

séances de TP.

- Accélération de convergence : Accélération d'Aitken, de Steffesen

- techniques pour les racines multiples, ....

Approximation d'une fonction

- Interpolation polynomiale de Lagrange

. Algorithme d'Hörner

. Polynôme d'interpolation de Lagrange

. Forme de Newton du polynôme d'interpolation, algorithme des

différences divisées

- Interpolation d'Hermite

- Splines cubiques

## **Pré-requis**

UE algèbre linéaire 1

UE analyse 1

## **Acquis d'apprentissage**

L'objectif de cette UE est d'initier les étudiants à l'Analyse Numérique et de

leur montrer que les notions parfois abstraites acquises en Analyse et Algèbre

Linéaire permettent de résoudre des problèmes concrets.

## **Compétences visées**

Résoudre des équations par des méthodes numériques.

Se servir aisément de la notion d'approximation en s'appuyant sur les notions d'ordre de grandeur, de limite, de norme, de comparaison asymptotique.

Ecrire et mettre en oeuvre des algorithmes de base de calcul scientifique.

Utiliser des logiciels de calcul scientifique.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 321 Physique ondes et vibrations

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Nicolas Claiser nicolas.claiser@univ-lorraine.fr

Semestre : 3

Volume horaire enseigné : 30h, Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
321 Physique ondes et vibrations	280 0	10	20			35

## Descriptif

L'objectif de cette unité d'enseignement est de découvrir la notion d'onde mécanique. Dans un premier temps, les phénomènes vibratoires seront rappelés et approfondis (amortissement, forçage, résonance). Ensuite la notion d'onde sera introduite, ainsi que l'équation d'onde et sa résolution (onde progressive, onde plane, onde harmonique, onde stationnaire). Les aspects énergétiques seront également étudiés. Certains résultats théoriques seront confrontés à l'expérience. En fin de cours, les milieux dispersifs seront abordés.

## Pré-requis

Notions de mécanique du point : lois de Newton, forces, énergies potentielle et cinétique, travail d'une force. Dérivées partielles.

## Acquis d'apprentissage

Oscillations : amortissement, résonance, forçage. Application au ressort et au pendule. Couplage d'oscillateurs, battements.

Introduction aux ondes. Exemples de phénomènes ondulatoires.

Propagation d'une onde le long d'une corde, justification des approximations, équation d'onde 1D.

Ondes longitudinales dans un ressort, ondes acoustiques, ondes dans un solide.

Solutions de l'équation d'onde, onde progressive, onde plane, onde plane progressive harmonique, effet Doppler.

Energie associée à une onde, courant d'énergie mécanique (puissance), étude énergétique de différents types d'ondes (cas de la corde, du ressort et de l'onde acoustique), intensité acoustique, décibels.

Conditions aux limites, réflexion et transmission, ondes stationnaires, applications aux instruments de musique, spectre des vibrations d'une corde fixée à ses deux extrémités et

confrontation à l'expérience (guitare).

Milieux dispersifs : vitesse de phase et dispersion, introduction à la notion de paquet d'ondes, vitesse de groupe, propagation de l'énergie.

## **Compétences visées**

.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 322 Langages - Automates - Graphes et Applications

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Louis Tu jean-louis.tu@univ-lorraine.fr

Semestre : 3

Volume horaire enseigné : 30h,      Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
322 Langages - Automates - Graphes et Applications	270 0	16	14			38

## Descriptif

- Langages Rationnels, Automates Finis et Grammaires Formelles - Arbres, Graphes et algorithmes
- Applications

## Pré-requis

aucun

## Acquis d'apprentissage

Introduction aux différents aspects formels de l'Informatique

## Compétences visées

.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 323 Histoire des mathématiques

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Louis Tu jean-louis.tu@univ-lorraine.fr

Semestre : 3

Volume horaire enseigné : 30h, Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
323 Histoire des mathématiques	250 0	20	10			40

## Descriptif

L'objectif de ce cours est d'évoquer certains moments fondamentaux de l'histoire des sciences mathématiques. Après un bref aperçu des premières mathématiques pratiques développées au sein des civilisations égyptienne et babylonienne, nous reviendrons sur divers aspects des mathématiques grecques. Nous nous intéresserons tout particulièrement aux principes (définitions, axiomes et postulats) formulés par Euclide dans ses *Eléments* (III<sup>e</sup> siècle avant J.-C.), avant d'étudier quelques démonstrations euclidiennes de théorèmes classiques, tant en géométrie qu'en arithmétique. Nous aborderons ensuite les grands apports des savants de langue arabe en algèbre. Ceci fait, nous commenterons les premières pages de la *Géométrie* de Descartes (1637), en mettant l'accent sur les controverses scientifiques que la publication de cet ouvrage entraîne. Nous montrerons par ailleurs comment Leibniz et Newton parviennent, indépendamment l'un de l'autre, à jeter les bases du calcul infinitésimal dès les années 1670, en insistant sur ce qu'ils doivent à certains prédécesseurs – nous pensons tout particulièrement à Roberval, Fermat, Huygens ou encore Wallis et Barrow. Nous évoquerons pour finir quelques aspects des sciences mathématiques à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et au cours du XIX<sup>e</sup> siècle. D'une part, nous nous intéresserons aux apports successifs de Cauchy, Dirichlet ou encore Weierstrass afin de clarifier certaines notions classiques d'analyse (continuité, dérivabilité, etc.). D'autre part, nous aborderons les principales contributions de Lagrange, Gauss, Abel, Galois ou encore Wantzel sur la résolution des équations générales par radicaux et les constructions à la règle et au compas.

## Pré-requis

Aucun

## Acquis d'apprentissage

Analyse d'un court extrait tiré d'un texte classique en histoire des mathématiques.

## **Compétences visées**

Identifier le processus de production, de diffusion et de valorisation des savoirs.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 324 EAP1

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Sébastien Giet jean-sebastien.giet@univ-lorraine.fr

Semestre : 3

Volume horaire enseigné : 2h,      Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 58h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
324 EAP1	000 0		2			2

## Descriptif

UE réservée aux élèves apprentis professeurs

## Pré-requis

être élève apprenti professeur

## Acquis d'apprentissage

Expérience en établissement

## Compétences visées

Caractériser et valoriser son identité, ses compétences et son projet professionnel en fonction d'un contexte.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** économie S3

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Christine Stachowiak  
christine.stachowiak@univ-lorraine.fr

Semestre : 3

Volume horaire enseigné : 45h,      Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
Principes de microéconomie (2)	050 0	30	15			60

## **Descriptif**

voir fiche UE correspondante de la licence d'économie

## **Pré-requis**

voir fiche UE correspondante de la licence d'économie

## **Acquis d'apprentissage**

voir fiche UE correspondante de la licence d'économie

## **Compétences visées**

voir fiche UE correspondante de la licence d'économie

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 390 Transverse

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Louis Tu jean-louis.tu@univ-lorraine.fr

Semestre : 3

Volume horaire enseigné : 24h, Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 31h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
Langues	110 0				20	20
Projet personnel et professionnel S3	000 0		4			4

## Descriptif

PPP : module 5 proposée par le SOIP, "préparer son CV et sa lettre de motivation"

## Pré-requis

aucun

## Acquis d'apprentissage

Réaliser un CV et une lettre de motivation.

## Compétences visées

Se servir aisément de la compréhension et de l'expression écrites et orales dans au moins une langue vivante étrangère.

Caractériser et valoriser son identité, ses compétences et son projet professionnel en fonction d'un contexte.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 401 Analyse 3

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Sébastien Giet jean-sebastien.giet@univ-lorraine.fr

Semestre : 4

Volume horaire enseigné : 96h,      Nombre de crédits ECTS : 9

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 90h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
401 Analyse 3	250 0	36	54	6		114

## Descriptif

Espaces vectoriels de dimension finie sur  $\mathbb{R}$  ou  $\mathbb{C}$ . Normes. Vocabulaire de la topologie générale : ouverts et fermés. Convergence de suites vectorielles. Compacité. Equivalence entre compact et « fermé borné ». Equivalence des normes. Continuité d'une application entre espaces vectoriels normés. Continuité des applications linéaires entre espaces vectoriels normés de dimension finie. Norme d'une application linéaire. Continuité des applications polynomiales, des applications multilinéaires.

Fonctions de plusieurs variables. Limite ponctuelle d'une fonction de plusieurs variables. Continuité d'une fonction de plusieurs variables. Caractérisation de la continuité des fonctions vectorielles par la continuité des fonctions coordonnées.

La différence avec la fin du chapitre précédent est l'utilisation de coordonnées.

Calcul différentiel. Différentiabilité pour les applications entre espaces vectoriels normés de dimension finie. Différentielle et dérivées partielles. Dérivée directionnelle. Matrice jacobienne. Applications de classe  $C^1$ . Caractérisation par la continuité des dérivées partielles. Propriétés de la différentielle : linéarité, différentielle d'une composée. Différentielle des applications linéaires et bilinéaires. Difféomorphisme.

Cas particulier des fonctions à valeurs réelles. Dérivées partielles d'ordre 2. Théorème de Schwarz. Matrice Hessienne. Formule de Taylor-Young à l'ordre 2. Points critiques. Extrema locaux. Caractérisation des extrema locaux et de la convexité à l'aide de la matrice Hessienne.

Le théorème de Schwarz est admis.

Intégrales multiples. Définition de l'intégrale sur un pavé comme intégrale itérée. Théorème de Fubini pour les intégrales multiples. Changement de variables (calculs). Exemple de coordonnées polaires, cylindriques, sphériques.

Le théorème de Fubini est admis et sera démontré dans le cadre de la théorie de l'intégration de Lebesgue dans le cours « intégration et probabilités ».

Intégrales curvilignes. Rappels sur les courbes paramétrées planes. Changement de paramétrages. Intégrale curviligne. Invariance par changement de paramétrage. Longueur d'une courbe paramétrée régulière. Invariance par changement de paramétrage. Paramétrage par longueur d'arc. Formule de Green-Riemann. Courbure d'une courbe birégulière.?

## **Pré-requis**

Analyse 2 et compléments d'analyse 1

## **Acquis d'apprentissage**

Calcul différentiel à plusieurs variables, intégrales multiples, courbes paramétrées.

## **Compétences visées**

Se servir aisément des bases de la logique pour organiser un raisonnement mathématique et rédiger de manière synthétique et rigoureuse.

Utiliser les propriétés algébriques, analytiques et géométriques des espaces  $\mathbb{R}$ ,  $\mathbb{R}^2$ ,  $\mathbb{R}^3$ , et mettre en oeuvre une intuition géométrique.

Utiliser des logiciels de calcul formel et scientifique.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 402 Algèbre bilinéaire

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Louis Tu jean-louis.tu@univ-lorraine.fr

Semestre : 4

Volume horaire enseigné : 60h, Nombre de crédits ECTS : 6

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 60h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
402 Algèbre bilinéaire	250 0	24	36			72

## Descriptif

### 1) Formes linéaires et dualité

Formes linéaire, espace dual, hyperplan, base duale (formule changement de base), base préduale, bidual d'un e.v.

### 2) formes binéaires symétriques (fbs) et formes quadratiques (fq)

Fbs, fq, Identités de polarisation. Noyau. Cône isotrope.  
formes positives et définies positives, exemples, inégalité de Cauchy-Schwarz, fbs en dimension finie: matrice d'une fbs, formule de changement de bases, orthogonalité, noyau et rang par rapport à une fq ou fbs, fbs dégénérée, non dégénérée, réduction des formes quadratiques (réduction de Gauss) en dimension 2 puis cas général, théorème d'inertie de Sylvester.

### 3) Espaces préhilbertiens réels

produit scalaire, inégalité de Cauchy-Schwarz, orthogonalité, Procédé d'orthonormalisation de Gram-Schmidt, projection orthogonale sur un ss-ev, distance d'un vecteur à un ss-ev, symétrie par rapport à un ss-ev, orientation d'un espace euclidien, produit mixte, produit vectoriel, produit vectoriel en dimension 3.

### 4) Groupe orthogonal

Mesure d'angles géométriques, isométrie d'un espace euclidien, symétrie orthogonale dans les espaces euclidiens (réflexion, demi-tour).

Matrices orthogonales, isométries directes et indirectes, groupe orthogonal en dimensions 2 et 3, réduction des endomorphismes orthogonaux, cas général.

## 5) Adjoint d'un endomorphisme d'un espace euclidien

Adjoint. Généralités, matrice de l'adjoint d'un endomorphisme, endomorphismes symétriques, retour à la projection orthogonale et symétrie orthogonale.

Endomorphismes symétriques positifs, définies positifs, matrices symétriques positives, définies positives, réduction des endomorphismes symétriques (ou matrices symétriques).

## Pré-requis

S1-S3 mathématiques

## Acquis d'apprentissage

algèbre bilinéaire, espaces euclidiens

## Compétences visées

Se servir aisément des bases de la logique pour organiser un raisonnement mathématique et rédiger de manière synthétique et rigoureuse.

Utiliser les propriétés algébriques, analytiques et géométriques des espaces  $\mathbb{R}$ ,  $\mathbb{R}^2$ ,  $\mathbb{R}^3$ , et mettre en oeuvre une intuition géométrique.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 403 Probabilités

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Sébastien Giet jean-sebastien.giet@univ-lorraine.fr

Semestre : 4

Volume horaire enseigné : 60h, Nombre de crédits ECTS : 6

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 60h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
403 Probabilités	260 0	24	36			72

## Descriptif

Ensembles dénombrables: un ensemble est dit dénombrable s'il est en bijection avec  $\mathbb{N}$ . Un produit cartésien fini d'ensembles dénombrables est dénombrable. Une réunion finie ou dénombrable d'ensembles finis ou dénombrables est finie ou dénombrable. Les ensembles  $\mathbb{N}$ ,  $\mathbb{Z}$  et  $\mathbb{Q}$  sont dénombrables.

L'ensemble des réels n'est pas dénombrable.

Famille sommable de réels positifs indexée par un ensemble dénombrable.

Théorème de sommation par paquets. Application aux séries doubles à termes positifs.

Espace de probabilité. Vocabulaire des probabilités. Théorèmes de continuité séquentielle monotone.

Probabilités conditionnelles et indépendance. Famille d'événements mutuellement indépendants.

Loi d'une variable aléatoire discrète, d'un vecteur discret.

Variables discrètes, vecteurs discrets indépendants. Si  $X_1, X_2, \dots, X_n$  sont des variables aléatoires discrètes mutuellement indépendantes, alors pour tout  $m$  compris entre 1 et  $n-1$ , et toutes fonctions  $f$  et  $g$ , les variables  $f(X_1, \dots, X_m)$  et  $g(X_{m+1}, \dots, X_n)$  sont indépendantes.

Lois usuelles discrètes: Bernoulli, binomiale, géométrique, Poisson.

Espérance: linéarité, positivité, théorème de transfert.

Variance, covariance, lien avec l'indépendance. Calcul des premiers moments des lois usuelles. Fonctions génératrices des variables aléatoires à valeurs entières positives.

Inégalité de Markov et de Chebitchef.

Loi faible des grands nombres. Application à la détermination d'intervalles de confiance.

Exemples simples de chaînes de Markov (on ne développera pas de théorie générale, mais on pourra se familiariser avec le schéma  $X_{n+1}=F(X_n, U_{n+1})$ ).

## Pré-requis

Analyse 2

## **Acquis d'apprentissage**

Probabilités discrètes

## **Compétences visées**

Se servir aisément des bases du raisonnement probabiliste

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 404 Géométrie affine et euclidienne

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Louis Tu jean-louis.tu@univ-lorraine.fr

Semestre : 4

Volume horaire enseigné : 36h, Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 24h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
404 Géométrie affine et euclidienne	250 0	10	20	6		41

## Descriptif

1) Introduction à la géométrie affine.

Espaces et applications affines. Barycentres. Enveloppes convexes.

Translations et homothéties du plan, symétries centrales. Etude du groupe des homothéties-translations du plan. Projection du plan sur une droite parallèlement à une autre droite.

Théorèmes de Thalès et de Pappus.

2) Compléments de géométrie euclidienne plane.

Groupe orthogonal du plan. Angles orientés de vecteurs et leurs mesures.

Rappels sur les transformations géométriques classiques du plan affine euclidien: rotations, réflexions orthogonales, similitudes directes et indirectes.

Constructions à la règle et au compas : Construction de parallèles, de milieux; construction d'images de points par des homothétie de rapport rationnel, rotations, similitudes. La théorie générale des nombres constructibles est traitée en L3.

Rappels sur les relations métriques dans le triangle.

Angles orientés de droites. Théorème de l'angle au centre et de l'angle inscrit. Cocyclicité, quadrilatères inscrits.

3) Compléments sur les nombres complexes.

Interprétation de  $\operatorname{Re}(\bar{a}.b)$  et  $\operatorname{Im}(\bar{a}.b)$ . Affixes de barycentres. Angles, distances, aires, équations de droites et cercles, lieux géométriques. Rappels sur les similitudes. Polygones réguliers. Birapport.

4) Groupes d'isométries affines de sous-ensembles du plan : triangles, quadrilatères, polygones réguliers. Si le temps le permet, on pourra aborder au choix les groupes de frises et de pavages, ou bien les groupes de polyèdres réguliers dans l'espace.

Les 6h de TP pourront être l'occasion d'utiliser geogebra ou un logiciel équivalent pour revenir sur la notion de construction à la règle et au compas, les points et droites

remarquables d'un triangle, des problèmes de minimisation de distances ou d'aires, ou sur les lieux géométriques en exploitant les capacités d'animation du logiciel.

### **Pré-requis**

S1-S3 mathématiques

### **Acquis d'apprentissage**

Géométrie affine et euclidienne dans le plan et dans l'espace. Utilisation d'un logiciel.

### **Compétences visées**

Utiliser les propriétés algébriques, analytiques et géométriques des espaces  $\mathbb{R}$ ,  $\mathbb{R}^2$ ,  $\mathbb{R}^3$ , et mettre en oeuvre une intuition géométrique.

Utiliser des logiciels de calcul formel et scientifique.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** macroéconomie S4

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Christine Stachowiak  
christine.stachowiak@univ-lorraine.fr

Semestre : 4

Volume horaire enseigné : 45h,      Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
Principes de macroéconomie (2)	060 0	30	15			60

## **Descriptif**

voir fiche UE correspondante de la licence d'économie

## **Pré-requis**

voir fiche UE correspondante de la licence d'économie

## **Acquis d'apprentissage**

voir fiche UE correspondante de la licence d'économie

## **Compétences visées**

voir fiche UE correspondante de la licence d'économie

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 405 Libre

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Louis Tu jean-louis.tu@univ-lorraine.fr

Semestre : 4

Volume horaire enseigné : 27h,      Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 0h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
405 Libre	000 0	27				40,5

## Descriptif

À choisir parmi une liste d'UE hors de la discipline.

## Pré-requis

Aucun

## Acquis d'apprentissage

dépend du choix de l'UE

## Compétences visées

dépend du choix de l'UE

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 424 EAP2

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Sébastien Giet jean-sebastien.giet@univ-lorraine.fr

Semestre : 4

Volume horaire enseigné : 12h,      Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 48h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
424 EAP2	000 0		12			12

## Descriptif

UE réservée aux élèves apprentis professeurs

## Pré-requis

être élève apprenti professeur

## Acquis d'apprentissage

Expérience en établissement

## Compétences visées

Caractériser et valoriser son identité, ses compétences et son projet professionnel en fonction d'un contexte.

**Mention et/ou parcours dont relève cette UE :** S&T\_Licence Mathématiques

**Numéro de l'UE :**

**Nom complet de l'UE :** 490 Transverse

Composante de rattachement : FB0

Nom du responsable de l'UE et adresse électronique : Jean-Louis Tu jean-louis.tu@univ-lorraine.fr

Semestre : 4

Volume horaire enseigné : 29h,      Nombre de crédits ECTS : 3

Volume horaire travail personnel de l'étudiant : 31h

Langue d'enseignement de l'UE : Français

Enseignements composant l'UE	CNU	CM	TD	TP	TPL	EqT D
Langues	110 0				20	20
Méthodologie de travail universitaire S4	250 0		9			9

## Descriptif

L'étudiant se familiarisera avec la production de documents scientifiques à l'aide du logiciel Latex.

## Pré-requis

aucun

## Acquis d'apprentissage

Produire un document compilé en Latex.

## Compétences visées

Se servir aisément de la compréhension et de l'expression écrites et orales dans au moins une langue vivante étrangère.

Utiliser des logiciels de calcul formel et scientifique.