

# Licence mention Mathématiques

## Parcours PMRC-Maths

### Objectifs

Les deux premières années préparent aux concours, la troisième à intégrer les écoles sur dossier. L'ensemble du parcours est une licence renforcée préparant également à une poursuite en master recherche.

L'objectif du parcours PMRC (Parcours Mathématiques Renforcées et Concours)-Maths est de fournir à l'étudiant un cursus renforcé en mathématiques et langues permettant d'envisager de nombreux débouchés. L'étudiant peut présenter des concours dès la fin de la deuxième année (écoles d'ingénieurs, d'actuariat, de commerce ...). Il peut également poursuivre en troisième année, à l'issue de laquelle il pourra intégrer un Master ou présenter les grandes écoles sur dossier ou concours.



### Compétences acquises

Le diplômé doit mobiliser des compétences disciplinaires et ainsi être capable de :

- > Maîtriser les techniques courantes en maths pures et appliquées dans le but d'un approfondissement ultérieur ou de les appliquer dans une situation professionnelle.
- > Construire et rédiger une démonstration mathématique synthétique et rigoureuse ;
- > Exploiter des logiciels de calcul (scientifique ou symbolique) : statistique, probabilités, critères de validité de tests, évaluation des risques,...
- > Élaborer et programmer des algorithmes fondamentaux de calcul scientifique ;
- > Modéliser mathématiquement un problème concret ;
- > Faire des simulations, présenter des résultats ;
- > Maîtriser les principales techniques de base d'au moins deux autres disciplines scientifiques afin d'être un interlocuteur ouvert au dialogue interdisciplinaire ;
- > Maîtriser au moins une langue étrangère (écrit et oral).

### Conditions d'accès

Sur dossier pour des étudiants titulaires du baccalauréat ou équivalent ou sur validation des acquis de l'expérience (VAE). Le portail conseillé pour une candidature est le portail MPMEI (Maths, Physique, Maths-Eco, Informatique).

### Poursuite d'études

Les titulaires de cette licence peuvent accéder à différents Masters (Mathématiques fondamentales, Mathématiques appliquées, Statistiques, Actuariat, Informatique, Cryptographie, Master Enseignement...), en licence professionnelle à l'issue de la 2<sup>ème</sup> année (Licence professionnelle Statistique décisionnelle, UBS), ou en Grandes écoles ( d'ingénieurs, d'actuariat, de commerce...) sur concours ou dossier.

### Insertion professionnelle

Le diplômé peut exercer dans les domaines suivants :

- > Assurance, finance, économétrie
- > Mathématiques appliquées, Statistiques, Informatique
- > Enseignement, Recherche

Cette licence n'est pas une formation destinée à donner un accès direct au marché du travail. Néanmoins, le titulaire de ce diplôme pourra se présenter à certains concours de la fonction publique et à ceux des écoles d'actuariat et de statistiques.

Liste des écoles accessibles sur concours dès la fin de la deuxième année :

EURIA, ISFA, ISUP, ENSAI, ENSAE, ENSIMAG, IINSA, concours passerelles ESC...

Liste des écoles accessibles en fin de troisième année sur dossier ou concours :

Ecoles d'actuariat, grandes écoles d'ingénieurs, (Mines, Ponts, Centrale, Télécom, Polytechnique...).

Après une poursuite d'études en Master, ou dans une école spécifique, l'étudiant pourra exercer les emplois suivants :

- > Actuaire
- > Ingénieur financier
- > Ingénieur
- > Chargé d'étude
- > Prévisionniste
- > Statisticien
- > Enseignant
- > Enseignant-chercheur

### Infos pratiques

Faculté des Sciences et Techniques à Brest

### Contacts

Responsable pédagogique

Eric LOUBEAU

## Programme

### Licence 2ème année

#### Semestre 3

|   |     |
|---|-----|
| <b>Suites et séries</b>                       | 54h |
| <b>Analyse dans <math>\mathbb{R}^n</math></b> | 54h |
| <b>Réduction des endomorphismes</b>           | 54h |
| <b>Intégration et probabilités</b>            | 54h |
| <b>Bloc PMRC S3</b>                           |     |
| - Renforcement Maths S3                       |     |
| - Renforcement Mathématiques                  | 44h |
| - Maths : colles et devoirs                   | 24h |
| - Renforcement langues S3                     |     |
| - Renforcement Langues                        | 44h |
| - Anglais PMRC S3                             | 22h |
| - Français PMRC S3                            | 22h |
| - Langues : colles et devoirs                 | 8h  |

#### Semestre 4

|   |     |
|---|-----|
| <b>Espaces euclidiens et coniques</b>       | 54h |
| <b>Analyse complexe et Calcul vectoriel</b> | 54h |
| <b>Option (2 UE parmi 3)</b>                |     |
| - Groupes et arithmétique                   | 54h |
| - Python, R et applications                 | 54h |
| - Mécanique quantique 1 et relativité       |     |
| - Mécanique quantique 1                     | 43h |
| - Relativité                                | 12h |
| <b>Bloc PMRC S4</b>                         |     |
| - Renforcement Maths S4                     |     |
| - Renforcement Mathématiques                | 44h |
| - Maths : colles et devoirs                 | 24h |
| - Renforcement langues S4                   |     |
| - Renforcement Langues                      | 44h |
| - Anglais PMRC S4                           | 22h |
| - Français PMRC S4                          | 22h |
| - Langues : colles et devoirs               | 8h  |

### Licence 3ème année

Dernière mise à jour le 02 mars 2026

#### Semestre 5

|  |     |
|--|-----|
| <b>Séries de Fourier, calcul différentiel et équations différentielles</b> | 54h |
| <b>Algèbre commutative</b>   | 54h |
| <b>Intégration</b>   | 54h |
| <b>Probabilités</b>  | 54h |
| <b>Bloc PMRC S5</b>  |     |
| - Renforcement Maths S5  |     |
| - Renforcement Mathématiques   | 44h |
| - Maths : colles et devoirs  | 24h |
| - Renforcement langues S5  |     |
| - Renforcement Langues   | 44h |
| - Anglais PMRC S5  | 22h |
| - Français PMRC S5   | 22h |
| - Langues : colles et devoirs  | 8h  |

#### Semestre 6

|   |     |
|---|-----|
| <b>Groupes et géométrie</b>                             | 54h |
| <b>Topologie et calcul différentiel</b>                 | 54h |
| <b>Option (1 au choix)</b>                              |     |
| - Arithmétique et applications combinatoires et graphes | 54h |
| - Simulation stochastique et statistiques               | 54h |
| <b>Analyse numérique</b>                                | 54h |
| <b>Bloc PMRC S6</b>                                     |     |
| - Renforcement Maths S6                                 |     |
| - Renforcement Mathématiques                            | 22h |
| - Maths : colles et devoirs                             | 24h |
| - Renforcement langues S6                               |     |
| - Renforcement Langues                                  | 44h |
| - Anglais PMRC S6                                       | 22h |
| - Français PMRC S6                                      | 22h |
| - Langues : colles et devoirs                           | 8h  |
| <b>Analyse fonctionnelle</b>                            | 22h |

## Suites et séries

### Présentation

- Séries numériques, suites et séries de fonctions, séries entières.
- Séries de Fourier, théorèmes de convergence (théorème de Dirichlet).

#### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Travaux Dirigés : 30h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques   |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}(2\text{CT}+\text{CC})/3$ , CT) |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}(2\text{CT}+\text{CC})/3$ , CT) |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

# Analyse dans $\mathbb{R}^n$

## Présentation

- Normes dans  $\mathbb{R}^n$ , notion de boule, ouvert, fermé. Limites de suites et de fonctions, continuité. Ensembles compacts : propriété de Bolzano-Weierstrass.
- Applications différentiables sur  $\mathbb{R}^n$  à valeurs dans  $\mathbb{R}^p$ , différentielle, dérivées partielles, matrice jacobienne, jacobien. Dérivées partielles d'ordre 2, formule de Taylor d'ordre 2. Application au calcul des extrema.
- Formule de changement de variables dans les intégrales doubles et triples.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Travaux Dirigés : 30h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques                           |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-------------------------------------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE= $\text{Max}((2/3)*CT$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | $+(1/3)*CC, CT)$                    |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

# Réduction des endomorphismes

## Présentation

- Déterminant. Valeurs propres, vecteurs propres, polynômes caractéristiques, minimaux, diagonalisation, trigonalisation, sous-espaces caractéristiques. Exponentielle de matrice et système d'équations différentielles linéaires dans le cas des matrices diagonalisables.
- Forme de Jordan, système d'équations différentielles linéaires (cas général).

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 30h

Cours Magistral : 24h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques   |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}(2\text{CT}+\text{CC})/3$ , CT) |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}(2\text{CT}+\text{CC})/3$ , CT) |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

# Intégration et probabilités

## Présentation

- Intégration à une variable : Intégrales généralisées, comparaison série-intégrale. Intégrales à paramètres.
- Théorèmes de convergence dominée, interversion somme- intégrale.
  - Probabilités : Théorie des ensembles, combinatoire, probabilités discrètes et continues. Variables aléatoires, lois, paramètres, inégalités classiques. Indépendance, probabilités conditionnelles, formule de Bayes. Répétition d'épreuves indépendantes, loi faible des grands nombres.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 30h

Cours Magistral : 24h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques  |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|--|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

## Bloc PMRC S3

**6 crédits ECTS**

## Renforcement Maths S3

**3 crédits ECTS**

## Renforcement Mathématiques

### Présentation

#### Analyse

Compléments et approfondissement de l'UE "Suites et séries" du S3.

- Séries numériques.
- Suites et séries de fonctions
- Séries entières
- Séries de Fourier

#### Algèbre linéaire

Compléments et approfondissement de l'UE "Réduction des endomorphismes" du S3.

- Valeurs propres, vecteurs propres, polynôme caractéristique, polynôme minimal, diagonalisation, trigonalisation, sous-espaces caractéristiques.
- Forme de Jordan, exponentielle de matrice, système d'équations différentielles linéaires.

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 44h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques  |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|--|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

## Maths : colles et devoirs

### Présentation

---

4 devoirs avec correction  
8 h de colles par groupe de 3 étudiants

**0 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 16h

Autres : 8h

### Modalités de contrôle des connaissances

---

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité       | Nature       | Durée (min.) | Coefficient | Remarques      |
|--------------------------|----------------|--------------|--------------|-------------|----------------|
|                          | Autre modalité | Autre nature |              |             | UE non évaluée |

## Renforcement langues S3

**3 crédits ECTS**

## Renforcement Langues

### 3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 44h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques   |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/2         | Ecrit d'anglais (1h30) et français(1h30) de coefficients 1/4 chacun |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/2         | CC d'anglais et de français de coefficients 1/4 chacun              |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques   |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 120          | 1/1         | Ecrit d'anglais (1h) et français(1h) de coefficients 1/2 chacun |

## Anglais PMRC S3

**1.5 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 22h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/2         |           |
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 89           | 1/2         |           |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 60           | 1           |           |

## Français PMRC S3

**1.5 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 22h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/2         |           |
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 90           |             |           |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 60           | 1           |           |

## Langues : colles et devoirs

### Présentation

---

2 devoirs (1 anglais, 1 communication)

4 h de colles (2 anglais, 2 communication) par groupe de 3 étudiants

**0 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 4h

Autres : 4h

### Modalités de contrôle des connaissances

---

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité       | Nature       | Durée (min.) | Coefficient | Remarques      |
|--------------------------|----------------|--------------|--------------|-------------|----------------|
|                          | Autre modalité | Autre nature |              |             | UE non évaluée |

# Espaces euclidiens et coniques

## Présentation

- Formes linéaires et dualité ; espace dual ; orthogonalité par rapport à la dualité ; transposée d'une application linéaire.
- Formes bilinéaires et formes quadratiques ; orthogonalité ; bases orthogonales ; réduction de Gauss ; classification des formes quadratiques sur  $\mathbb{R}$  et  $\mathbb{C}$ .
  - Espaces euclidiens ; produit scalaire, norme associée ; orthogonalisation de Gram-Schmidt ; projection orthogonale ; adjoint d'un endomorphisme ; endomorphismes symétriques et diagonalisation dans une base orthonormée de vecteurs propres ; endomorphismes orthogonaux ; orientation, produit mixte et produit vectoriel.
- Introduction à la notion de formes hermitiennes.
- Coniques dans l'espace affine euclidien  $\mathbb{R}^2$  et  $\mathbb{R}^3$  ; classification et équation réduite.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Travaux Dirigés : 30h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques                                     |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2CT + CC)/3, CT)$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2CT + CC)/3, CT)$ |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

# Analyse complexe et Calcul vectoriel

## Présentation

### Analyse complexe

- Rappels sur  $\mathbb{C}$  et les séries entières, fonctions holomorphes, critère de Cauchy-Riemann, fonctions analytiques.
- Intégrale d'une fonction complexe le long d'une courbe.
- Théorème de Cauchy, formules de Cauchy. Conséquences (théorèmes de Liouville, d'Alembert, principe des zéros isolés).
- Théorème des résidus.
- Introduction au logarithme complexe.

### Calcul vectoriel

- Courbes paramétrées dans  $\mathbb{R}^2$  et  $\mathbb{R}^3$ . Coordonnées polaires, cylindriques, sphériques.
- Champs scalaires, champs de vecteurs. Gradient, rotationnel, divergence.
- Intégration le long d'une courbe d'un champ scalaire, d'un champ de vecteurs et d'une 1-forme.
- Surfaces paramétrées. Intégration sur une surface d'un champ scalaire, d'un champ de vecteurs.
- Révision de la formule de changement de variables dans une intégrale double ou triple.
- Théorèmes de l'analyse vectorielle (sans démonstration) : théorèmes de Green-Riemann, Stokes, Ostrogradsky (ou Flux- Divergence).

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 30h

Cours Magistral : 24h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques                                     |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2CT + CC)/3, CT)$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2CT + CC)/3, CT)$ |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

**Option (2 UE parmi 3)****12 crédits ECTS**

## Groupes et arithmétique

### Présentation

- Rappels sur l'arithmétique de  $\mathbb{Z}$ . Relation d'équivalence, construction de  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ , sous-groupes de  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ , fonction d'Euler et Moebius, systèmes de congruence dans  $\mathbb{Z}$  (th. Chinois), corps  $\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}$  (petit théorème de Fermat et applications), critère de primalité (th. de Wilson...).

- Groupes, sous-groupes, morphismes, groupes symétriques.
- Sous-groupes distingués, conjugaison, groupes quotient. Produit de groupes. Partie génératrice d'un groupe, ordre d'un élément.

#### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 30h

Cours Magistral : 24h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques   |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 120          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}(2\text{CT}+\text{CC})/3$ , CT) |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}(2\text{CT}+\text{CC})/3$ , CT) |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 120          | 1/1         |           |

# Python, R et applications

## Présentation

Partie "Python et applications" (12hCM, 6hTD)

- Algorithmes de Gauss et Cholesky

- Algorithmes de tri efficaces : Introduction à la stratégie « Diviser pour régner », Tri Fusion, Tri Rapide (QuickSort)

- Algorithmes gloutons : Principe des algorithmes gloutons, Maximisation d'activités, Rendu de monnaie

Partie "R et applications" (6hCM, 12hTD)

- Introduction à R

- Statistique descriptive univariée et bivariée : tableaux, résumés numériques et graphiques usuels

Projet avec R ou Python (18hTP)

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 18h

Travaux Dirigés : 18h

Travaux Pratiques : 18h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques                         |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------------------------------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 120          | 1/2         | Note de UE=1/2CT+1/2CC            |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/2         | Note reportée en deuxième session |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques              |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 120          | 1/2         | Note de UE=1/2CT+1/2CC |

# Mécanique quantique 1 et relativité

## Présentation

---

### Responsables UE:

- > **Gilles Nguyen Vien** (Mécanique Quantique 1): 16h CM, 16h TD, 11h TP
- > **Rob Scott** (Relativité): 6h CM, 6h TD

**6 crédits ECTS**

# Mécanique quantique 1

## Présentation

**Responsable UE / Mécanique Quantique 1: Gilles Nguyen Vien**

Permettre à l'étudiant :

- > de comprendre les insuffisances de l'approche classique dans la compréhension de certaines expériences du début du XX<sup>ème</sup> siècle
- > d'appréhender les concepts inédits (quantification, dualité onde-corpuscule, principe d'indétermination de Heisenberg, superposition d'états quantiques) et postulats (mesure, évolution temporelle) de la physique quantique
- > de se familiariser avec l'espace des états et le formalisme des notations de Dirac.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 16h

Travaux Dirigés : 16h

Travaux Pratiques : 11h

## Pré-requis nécessaires

Nombres complexes, algèbre linéaire, optique géométrique, physique classique (base en mécanique newtonienne)

## Compétences visées

Générales :

- > Appropriation : (1) comprendre les concepts qui fondent la physique quantique, (2) situer le domaine de validité de la physique quantique, (3) établir un lien entre le formalisme et son contenu physique
- > Raisonner : formuler et appliquer un formalisme
- > Expérimenter : appliquer un protocole expérimental de mesure

Disciplinaires nouvelles :

- > Espace des états (espace vectoriel hilbertien),
- > Espace dual, ket, bra,
- > Opérateur hermitien, représentation matricielle

Disciplinaires exercées :

- > Nombre complexe,
- > Algèbre linéaire

Outils mathématiques nouveaux

- > Produit scalaire hermitien,
- > Conjugaison hermitique

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques                         |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------------------------------|
| Travaux Dirigés          | CC       | Autre nature             |              | 4/15        | Devoir maison ou devoir surveillé |
| Travaux Pratiques        | CC       | Travaux Pratiques        |              | 1/5         |                                   |
| Cours Magistral          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 120          | 8/15        |                                   |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité        | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques          |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|--------------|-------------|--------------------|
| Cours Magistral          | CT              | Ecrit - devoir surveillé | 120          |             | note=4/5 CT+1/5 TP |
| Travaux Pratiques        | Report de notes | Travaux Pratiques        |              | 1/5         | note TP reportée   |

# Relativité

## Présentation

Responsable UE / Relativité: Rob Scott

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 6h

Travaux Dirigés : 6h

## Pré-requis nécessaires

- > Disciplinaires : mécanique classique newtonienne – cinématiques, référentiel inertiel, relativité de Galilée; électromagnétisme – connaissance très basique.
- > Mathématiques : algèbre linéaire – espace vectoriel, produit scalaire, espace euclidien.

## Compétences visées

- > Interféromètre de Michelson et l'expérience de Michelson-Morley.
- > Les postulats d'Einstein de la relativité restreinte.
- > La transformation de Lorentz pour un boost (configuration standard, mouvement rectiligne le long de l'axe des x).
- > Autre transformation de Lorentz (notion de groupe mentionnés brièvement).
- > Phénomènes de la relativité restreinte : contraction des longueurs, dilatation de temps, loi d'Einstein de l'addition de vitesse, totale énergie relativiste d'une particule massive (si le temps le permet)
- > Espace-temps de Minkowski : diagramme de Minkowski, causalité, quadri-vecteurs (si le temps le permet)
- > Outils mathématiques nouveaux: invariance sous une transformation de Galilée et une transformation de Lorentz, espace de Minkowski, quadri-vecteurs, notion de groupe de Lorentz

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques                                |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|--|
| Cours Magistral          | CC       | Ecrit - devoir surveillé | 60           | 1/4         | Devoir maison ou devoir surveillé        |
| Travaux Dirigés          | CC       | Ecrit - devoir maison    |              | 1/4         |  |
| Cours Magistral          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 60           | 1/2         | note=1/2 CT+ 1/4 CC_maison+ 1/4 CC_écrit |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques             |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------------------|
| Cours Magistral          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 60           | 1           | pas de report de note |

## Bloc PMRC S4

12 crédits ECTS

## Renforcement Maths S4

**3 crédits ECTS**

# Renforcement Mathématiques

## Présentation

### Analyse

Compléments et approfondissement de la partie intégration de l'UE « Intégration et probabilités » du S3 et de l'UE « Analyse dans  $\mathbb{R}^n$  » du S3.

1- Intégration :

- Intégrales généralisées (avec comparaison série-intégrale).
- Intégrales dépendant d'un paramètre.
- Théorèmes de convergence dominés (admis), interversion somme-intégrale.

2- Analyse dans  $\mathbb{R}^n$  :

• Normes dans  $\mathbb{R}^n$ , boule, ouvert, fermé. Limites de suites et de fonctions, continuité. Ensembles compacts : propriété de Bolzano-Weierstrass.

• Applications différentiables de  $\mathbb{R}^n$  à valeurs dans  $\mathbb{R}^p$  : différentielle, dérivées partielles, matrice jacobienne, jacobien; dérivées partielles d'ordre 2, formule de Taylor à l'ordre 2, application au calcul des extrema; formule de changement de variables dans les intégrales doubles et triples.

### Algèbre linéaire

Compléments et approfondissement de l'UE «Espaces euclidiens et coniques» du S4.

• Formes linéaires et dualité, espace dual, orthogonalité par rapport à la dualité, transposée d'une application linéaire (au sens de la dualité).

• Formes bilinéaires et formes quadratiques, orthogonalité, bases orthogonale, réduction de Gauss, classification des formes quadratiques sur  $\mathbb{R}$  et  $\mathbb{C}$ .

• Espaces euclidiens, produit scalaire, norme associée, orthogonalisation de Gram-Schmidt, projection orthogonale, adjoint d'un endomorphisme, endomorphismes symétriques et diagonalisation dans une base orthonormée de vecteurs propres, endomorphismes orthogonaux, orientation, produit mixte et produit vectoriel.

• Engendrement du groupe orthogonal par les réflexions, groupe orthogonal en dimension 2 et 3. (Pas fait en licence de maths classique.)

• Formes hermitiennes, espaces hermitiens, orthogonalisation de Gram-Schmidt, projections orthogonale, endomorphismes hermitiens et diagonalisation dans une base orthonormée de vecteurs propres, endomorphismes unitaires.

• Coniques dans l'espace affine euclidien  $\mathbb{R}^2$ , classification et équation réduite.

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 44h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques                                     |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2CT + CC)/3, CT)$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2CT + CC)/3, CT)$ |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

## Maths : colles et devoirs

### Présentation

---

4 devoirs avec correction  
8 h de colles par groupe de 3 étudiants

**0 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 16h

Autres : 8h

### Modalités de contrôle des connaissances

---

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité       | Nature       | Durée (min.) | Coefficient | Remarques      |
|--------------------------|----------------|--------------|--------------|-------------|----------------|
|                          | Autre modalité | Autre nature |              |             | UE non évaluée |

## Renforcement langues S4

**3 crédits ECTS**

## Renforcement Langues

### 3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 44h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques   |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/2         | Ecrit d'anglais (1h30) et français(1h30) de coefficients 1/4 chacun |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/2         | CC d'anglais et de français de coefficients 1/4 chacun              |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques   |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 120          | 1/1         | Ecrit d'anglais (1h) et français(1h) de coefficients 1/2 chacun |

## Anglais PMRC S4

**1.5 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 22h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/2         |           |
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 90           | 1/2         |           |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 60           | 1           |           |

## Français PMRC S4

**1.5 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 22h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/2         |           |
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 90           | 1/2         |           |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 60           | 1           |           |

## Langues : colles et devoirs

### Présentation

2 devoirs (1 anglais, 1 communication)

4 h de colles (2 anglais, 2 communication) par groupe de 3 étudiants

#### 0 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 4h

Autres : 4h

### Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité       | Nature       | Durée (min.) | Coefficient | Remarques      |
|--------------------------|----------------|--------------|--------------|-------------|----------------|
|                          | Autre modalité | Autre nature |              |             | UE non évaluée |

# Séries de Fourier, calcul différentiel et équations différentielles

## Présentation

- Équations différentielles linéaires. Wronskien. Cas des équations différentielles à coefficients constants. Méthode de variation de la constante.
- Utilisation des séries de Fourier et séries entières pour la résolution des équations différentielles et les équations aux dérivées partielles (équation de chaleur).
- Équations différentielles et stabilité des équilibres (Liapounov).

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 30h

Cours Magistral : 24h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques  |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|--|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

# Algèbre commutative

## Présentation

- Anneaux, idéaux, anneaux quotients, polynômes à une variable, anneau intègre, principaux euclidiens, anneaux euclidiens, anneaux factoriels.
- Algorithme d'Euclide étendu, calcul modulaire, corps des fractions, fractions rationnelles.
- Extension quadratique de  $\mathbb{Q}$ , application à l'arithmétique.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Travaux Dirigés : 30h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques  |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|--|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

# Intégration

## Présentation

- Théorie de la mesure : tribu, tribu boréliennes, mesures positives, mesure de Lebesgue dans  $\mathbb{R}$  et  $\mathbb{R}^n$ .
- Intégrale de Lebesgue : fonctions mesurables, construction de l'intégrale de Lebesgue. Théorèmes de passage à la limite. Intégrales dépendant d'un paramètre.
- Intégration sur les espaces produit (Fubini), changement de variables.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 30h

Cours Magistral : 24h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques  |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|--|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

# Probabilités

## Présentation

Axiomatique de Kolmogorov, tribu engendrée, premier lemme de Borel-Cantelli, variables aléatoires réelles et lois usuelles, vecteurs aléatoires, loi conjointe et lois marginales (densités marginales), loi conditionnelle, différentes caractérisations de la loi de vecteurs aléatoires (densité s'il y en a une, fonction de répartition, fonction caractéristique), lien entre intégrabilité de la variable aléatoire et dérivabilité de la fonction caractéristique, formule de transfert, indépendance de sous-tribus et de variables aléatoires, densité de la somme de variables indépendantes, vecteurs gaussiens, types de convergence de suites de vecteurs aléatoires, convergence en probabilité (définition), inégalités de Markov et de Bienaymé-Chebychev, convergence presque sûre, loi forte des grands nombres, convergence en loi, théorème de Lévy, théorème central limite.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 30h

Cours Magistral : 24h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques                   |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------------------------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de UE= $\max((2/3)*CT$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | $+(1/3)*CC,CT)$             |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

## Bloc PMRC S5

**6 crédits ECTS**

## Renforcement Maths S5

**3 crédits ECTS**

## Renforcement Mathématiques

### Présentation

#### Intégration

Compléments et approfondissement de l'UE "Intégration" du S5 :

- Théorie de la mesure : tribu, tribu borélienne, mesures positives, mesure de Lebesgue dans  $\mathbb{R}$  et  $\mathbb{R}^n$ .
- Intégrale de Lebesgue : fonctions mesurables, construction de l'intégrale de Lebesgue. Théorèmes de passage à la limite. Intégrales dépendant d'un paramètre. Intégration sur les espaces produit (théorème de Fubini), changements de variables.

#### Probabilités

Compléments et approfondissement de l'UE "Probabilités" du S5 :

- Axiomatique de Kolmogorov. Variables aléatoire réelles et lois usuelles. Vecteurs aléatoires, loi conditionnelle, indépendance, vecteurs gaussiens.
- Type de convergence de suites de vecteurs aléatoires. Loi des grands nombres. Théorème Central Limite.

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 44h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques  |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|--|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

## Maths : colles et devoirs

### Présentation

---

4 devoirs avec correction  
8 h de colles par groupe de 3 étudiants

**0 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 16h

Autres : 8h

### Modalités de contrôle des connaissances

---

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité       | Nature       | Durée (min.) | Coefficient | Remarques      |
|--------------------------|----------------|--------------|--------------|-------------|----------------|
|                          | Autre modalité | Autre nature |              |             | UE non évaluée |

## Renforcement langues S5

**3 crédits ECTS**

## Renforcement Langues

### 3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 44h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques   |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/2         | Ecrit d'anglais (1h30) et français(1h30) de coefficients 1/4 chacun |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/2         | CC d'anglais et de français de coefficients 1/4 chacun              |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques   |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 120          | 1/1         | Ecrit d'anglais (1h) et français(1h) de coefficients 1/2 chacun |

## Anglais PMRC S5

**1.5 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 22h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/2         |           |
| Travaux Dirigés          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 90           | 1/2         |           |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 60           | 1           |           |

## Français PMRC S5

**1.5 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 22h

### Modalités de contrôle des connaissances

---

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/2         |           |
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 90           | 1/2         |           |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 60           | 1           |           |

## Langues : colles et devoirs

### Présentation

---

2 devoirs (1 anglais, 1 communication)

4 h de colles (2 anglais, 2 communication) par groupe de 3 étudiants

**0 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 4h

Autres : 4h

### Modalités de contrôle des connaissances

---

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité       | Nature       | Durée (min.) | Coefficient | Remarques      |
|--------------------------|----------------|--------------|--------------|-------------|----------------|
|                          | Autre modalité | Autre nature |              |             | UE non évaluée |

## Groupes et géométrie

### Présentation

- Rappel sur les groupes.
- Engendrement du groupe orthogonal par les réflexions, groupe orthogonal en dimension 2 et 3.
- Opérations de groupes sur un ensemble, orbites, stabilisateurs, équation aux classes.
- Groupes abéliens finis.
- Groupes symétriques et alternés.
- Espaces affines, variétés affines, transformations affine et groupe affine. Barycentre, convexité.

#### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Travaux Dirigés : 30h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques  |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|--|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

# Topologie et calcul différentiel

## Présentation

- Généralisation de la topologie dans  $\mathbb{R}^n$  aux espaces métriques et normés.
- Espaces complets, compacts, connexes.
- Applications linéaires continues entre espaces vectoriels normés.
- Approximation des fonctions continues : théorème de Bernstein-Weierstrass.
- Différentiabilité, différentielle.
- Différentielles d'ordre supérieur. Formule de Taylor, théorème d'inversion locale et théorème des fonctions implicites.
- Théorème de Cauchy-Lipschitz.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 30h

Cours Magistral : 24h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques  |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|--|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

## Option (1 au choix)

**6 crédits ECTS**

# Arithmétique et applications combinatoires et graphes

## Présentation

- Arithmétique des nombres et polynômes, algorithmes.
- Introduction à la cryptographie et aux codes correcteurs d'erreur.
- Problèmes de dénombrement.
- Introduction à la théorie des graphes.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 30h

Cours Magistral : 24h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques                                     |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2CT + CC)/3, CT)$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2CT + CC)/3, CT)$ |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

# Simulation stochastique et statistiques

## Présentation

### Simulation stochastique

- Générateurs de nombres pseudo-aléatoires.
- Simulation d'échantillons de lois diverses : méthode d'inversion de la fonction de répartition, méthode du rejet, algorithme de Box-Muller.
- Calcul approché d'intégrales et estimation de probabilités par la méthode de Monte Carlo, méthodes de réduction de variance.

### Statistiques

- Estimation paramétrique : efficacité des estimateurs, méthode du maximum de vraisemblance.
- Intervalles de confiance, tests de comparaison. Tests non-paramétriques.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 30h

Cours Magistral : 24h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques  |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|--|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/1         |           |

# Analyse numérique

## Présentation

- Compléments sur les matrices : normes et suites de matrices, décomposition de Schur, décomposition en valeurs singulières.
- Les méthodes de Gauss et de Choleski.
- La méthode de Newton.
- Interpolation polynomiale, intégration numérique, schéma à un pas.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Travaux Dirigés : 30h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques  |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|--|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 120          | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         |  |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 120          | 1/1         |           |

## Bloc PMRC S6

**6 crédits ECTS**

## Renforcement Maths S6

**3 crédits ECTS**

## Renforcement Mathématiques

### Présentation

- Autopsie de matériel électronique
- Rétro-analyse de spécifications et normes informatiques
- Réalisation de script Python en vues de connecter des logiciels hétérogènes
- Validation par le code informatique ou par l'objet matériel final réalisé au Fablab
- Aide à l'innovation technique

#### 3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 22h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature           | Durée (min.) | Coefficient | Remarques  |
|--------------------------|----------|------------------|--------------|-------------|--|
| Autres                   | CT       | Oral             | 15           | 2/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral |              | 1/3         | Note de l'UE = $\text{Max}((2\text{CT} + \text{CC})/3, \text{CT})$ |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------|--------------|-------------|-----------|
| Autres                   | CT       | Oral   | 15           | 1/1         |           |

## Maths : colles et devoirs

### Présentation

---

4 devoirs avec correction  
8 h de colles par groupe de 3 étudiants

**0 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 16h

Autres : 8h

### Modalités de contrôle des connaissances

---

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité       | Nature       | Durée (min.) | Coefficient | Remarques      |
|--------------------------|----------------|--------------|--------------|-------------|----------------|
|                          | Autre modalité | Autre nature |              |             | UE non évaluée |

## Renforcement langues S6

**3 crédits ECTS**

## Renforcement Langues

### 3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 44h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques   |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 180          | 1/2         | Ecrit d'anglais (1h30) et français(1h30) de coefficients 1/4 chacun |
| Autres                   | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/2         | CC d'anglais et de français de coefficients 1/4 chacun              |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques   |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
| Autres                   | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 120          | 1/1         | Ecrit d'anglais (1h) et français(1h) de coefficients 1/2 chacun |

## Anglais PMRC S6

**1.5 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 22h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 90           | 1/2         |           |
|                          | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/2         |           |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 60           | 1           |           |

## Français PMRC S6

**1.5 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 22h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/2         |           |
| Travaux Dirigés          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 90           | 1/2         |           |

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 60           | 1           |           |

## Langues : colles et devoirs

### Présentation

2 devoirs (1 anglais, 1 communication)

4 h de colles (2 anglais, 2 communication) par groupe de 3 étudiants

#### 0 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 4h

Autres : 4h

### Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité       | Nature       | Durée (min.) | Coefficient | Remarques      |
|--------------------------|----------------|--------------|--------------|-------------|----------------|
|                          | Autre modalité | Autre nature |              |             | UE non évaluée |

# Analyse fonctionnelle

## Présentation

- Espaces préhilbertiens.
- Espaces de Hilbert.
- Théorème de projection orthogonale Bases hilbertiennes.
- Rappels sur l'espace  $L^2$ .
- Séries de Fourier.
- Transformée de Fourier.

### 2 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 11h

Travaux Dirigés : 11h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques   |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|---|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 120          | 2/3         | Note de l'UE= $\text{Max}((2\text{CT}+ \text{CC})/3 , \text{CT})$ |
|                          | CC       | Ecrit et/ou Oral         |              | 1/3         |   |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature                   | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|--------------------------|----------|--------------------------|--------------|-------------|-----------|
|                          | CT       | Ecrit - devoir surveillé | 120          | 1           |           |