

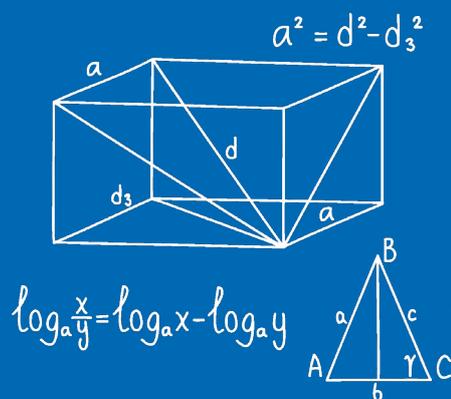
# Licence 3

Sciences, Technologies, Santé

2025-2026

## Mathématiques

- Mathématiques
- Mathématiques appliquées



L3 Maths

---

# SOMMAIRE

# CONTENUS

**03**

Contacts de la formation

**04**

Calendrier

**05**

Volumes horaires et évaluations  
Mathématiques

**06**

Volumes horaires et évaluations  
Mathématiques appliquées

**07**

Index des enseignements

**09**

Contenu des enseignements  
Commun aux 2 parcours

**12**

Contenu des enseignements  
Parcours Mathématiques

**13**

Contenu des enseignements  
Parcours Mathématiques Appliquées

Sommaire interactif pour  
revenir au sommaire  
cliquer sur 



---

# CONTACTS

**Sandrine TRAVIER** : Directrice adjointe à la Pédagogie  
[sandrine.travier@univ-angers.fr](mailto:sandrine.travier@univ-angers.fr)

**David GENEST** : Directeur des études du portail MPC  
[david.genest@univ-angers.fr](mailto:david.genest@univ-angers.fr)

**Xavier ROULLEAU** : Responsable pédagogique et Président du jury  
Tél. : 02 41 73 54 79  
[xavier.roulleau@univ-angers.fr](mailto:xavier.roulleau@univ-angers.fr)

**Anne BROUARD** : Gestion de la scolarité et des examens  
Tél. : 02 41 73 53 99  
[anne.brouard@univ-angers.fr](mailto:anne.brouard@univ-angers.fr)

## Scolarité - Examens

Bâtiment A, Rez-de-chaussée  
Horaires d'ouverture  
8h30 > 12h30  
13h30 > 16h30  
Du lundi au vendredi  
Fermé le mercredi après-midi



# Calendrier L3

## Mathématiques et Double Licence Maths-Éco, PPPE

### 2025-2026

Rentrée Lundi 01 septembre 2025

### P11

du 01 sept. au 24 oct.

**EXAM!** CC  
20-24 octobre

★ Jeudi 18 sept.  
Campus Day

★★ VACANCES  
du 24 oct. au soir  
au dimanche 02 nov.

### P12

du 03 nov. au 19 déc.

**EXAM!** CC  
15-19 décembre

★★ VACANCES  
du 19 déc. au soir  
au dimanche 04 jan.

### P13

du 05 jan. au 20 fév.

**EXAM!** CC  
16-20 février

 22-23 janvier  
inscription 2<sup>de</sup> chance  
P11-P12

2<sup>de</sup> chance P11-P12  
02-06 mars

★★ VACANCES  
du 20 fév. au soir  
au dimanche 01 mars

### P14

du 09 mars au 30 avril

**EXAM!** CC  
27-30 avril, 6 mai

★★ VACANCES  
du 17 avril au soir  
au dimanche 26 avril

### P15

du 04 mai au 29 mai

**EXAM!** CC  
26-29 mai

 11-12 juin  
inscription 2<sup>de</sup> chance  
P13-P14-P15

2<sup>de</sup> chance P13-P14-P15  
17-19- juin, 22-24 juin

### JURY



# VOLUMES HORAIRES - ÉVALUATIONS

## Licence 3 Mathématiques

| Période   | Intitulés  | Volumes horaires |            |           |            | ECTS      | Coef      | Chance              |                     |
|---|--|------------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|---------------------|---------------------|
|   |  | CM               | TD         | TP        | Total      |           |           | Chance 1<br>Assidus | Chance 2<br>Assidus |
| <b>Anglais</b>  |  |                  |            |           |            | <b>4</b>  | <b>4</b>  |                     |                     |
| <b>Anglais 1</b>  |  |                  |            |           |            |           |           |                     |                     |
| P11   | Anglais  |                  |            | 8,0       | 8,0        | 2         | 2         | CC 100% - 1h20      | CT 100% - 1h        |
| P12   | Anglais  |                  |            | 8,0       | 8,0        |           |           |                     |                     |
| <b>Anglais 2</b>  |  |                  |            |           |            |           |           |                     |                     |
| P13   | Anglais  |                  |            | 8,0       | 8,0        | 2         | 2         | CC 100% - 1h20      | CT 100% - 1h        |
| P14   | Anglais  |                  |            | 8,0       | 8,0        |           |           |                     |                     |
| <b>Algèbre linéaire et bilinéaire</b>                     |  |                  |            |           |            | <b>6</b>  | <b>6</b>  |                     |                     |
| <b>Algèbre linéaire et bilinéaire</b>                     |  |                  |            |           |            |           |           |                     |                     |
| P11   | Algèbre linéaire et bilinéaire                     | 8,0              | 16,0       |           | 24,0       | 6         | 6         | CC 33% - 1h30       | CT 100% - 2h30      |
| P12   | Algèbre linéaire et bilinéaire                     | 8,0              | 12,0       |           | 20,0       |           |           | CC 67% - 2h30       |                     |
| <b>Topologie et calcul différentiel 1</b>                 |  |                  |            |           |            | <b>6</b>  | <b>6</b>  |                     |                     |
| <b>Topologie et calcul différentiel 1</b>                 |  |                  |            |           |            |           |           |                     |                     |
| P11   | Topologie et calcul différentiel 1                 | 8,0              | 16,0       |           | 24,0       | 6         | 6         | CC 33% - 1h30       | CT 100% - 2h30      |
| P12   | Topologie et calcul différentiel 1                 | 8,0              | 12,0       |           | 20,0       |           |           | CC 67% - 2h30       |                     |
| <b>Calcul intégral et applications</b>                    |  |                  |            |           |            | <b>6</b>  | <b>6</b>  |                     |                     |
| <b>Calcul intégral et applications</b>                    |  |                  |            |           |            |           |           |                     |                     |
| P11   | Calcul intégral et applications                    | 12,0             | 17,3       |           | 29,3       | 6         | 6         | CC 33% - 1h30       | CT 100% - 2h30      |
| P12   | Calcul intégral et applications                    | 10,0             | 14,7       |           | 24,7       |           |           | CC 67% - 2h30       |                     |
| <b>Groupes</b>  |  |                  |            |           |            | <b>5</b>  | <b>5</b>  |                     |                     |
| <b>Groupes</b>  |  |                  |            |           |            |           |           |                     |                     |
| P11   | Groupes  | 8,0              | 16,0       |           | 24,0       | 5         | 5         | CC 33% - 1h30       | CT 100% - 2h30      |
| P12   | Groupes  | 8,0              | 12,0       |           | 20,0       |           |           | CC 67% - 2h30       |                     |
| <b>Géométrie affine et euclidienne</b>                    |  |                  |            |           |            | <b>5</b>  | <b>5</b>  |                     |                     |
| <b>Géométrie affine et euclidienne</b>                    |  |                  |            |           |            |           |           |                     |                     |
| P11   | Géométrie affine et euclidienne                    | 8,0              | 16,0       |           | 24,0       | 5         | 5         | CC 33% - 1h30       | CT 100% - 2h30      |
| P12   | Géométrie affine et euclidienne                    | 8,0              | 12,0       |           | 20,0       |           |           | CC 67% - 2h30       |                     |
| <b>Probabilités</b>                                       |  |                  |            |           |            | <b>6</b>  | <b>6</b>  |                     |                     |
| <b>Probabilités</b>                                       |  |                  |            |           |            |           |           |                     |                     |
| P13   | Probabilités                                       | 10,0             | 14,7       |           | 24,7       | 6         | 6         | CC 33% - 1h30       | CT 100% - 2h30      |
| P14   | Probabilités                                       | 12,0             | 17,3       |           | 29,3       |           |           | CC 67% - 2h30       |                     |
| <b>Calcul différentiel 2 et équations différentielles</b> |  |                  |            |           |            | <b>5</b>  | <b>5</b>  |                     |                     |
| <b>Calcul différentiel 2 et équations différentielles</b> |  |                  |            |           |            |           |           |                     |                     |
| P13   | Calcul différentiel 2 et équations différentielles | 8,0              | 12,0       |           | 20,0       | 5         | 5         | CC 33% - 1h30       | CT 100% - 2h30      |
| P14   | Calcul différentiel 2 et équations différentielles | 8,0              | 16,0       |           | 24,0       |           |           | CC 67% - 2h30       |                     |
| <b>Analyse numérique</b>                                  |  |                  |            |           |            | <b>6</b>  | <b>6</b>  |                     |                     |
| <b>Analyse numérique</b>                                  |  |                  |            |           |            |           |           |                     |                     |
| P13   | Analyse numérique                                  | 10,0             | 6,7        | 8,0       | 24,7       | 6         | 6         | CC 33% - 1h30       | CT 100% - 2h30      |
| P14   | Analyse numérique                                  | 12,0             | 9,3        | 8,0       | 29,3       |           |           | CC 67% - 2h30       |                     |
| <b>Anneaux</b>  |  |                  |            |           |            | <b>5</b>  | <b>5</b>  |                     |                     |
| <b>Anneaux</b>  |  |                  |            |           |            |           |           |                     |                     |
| P13   | Anneaux  | 8,0              | 12,0       |           | 20,0       | 5         | 5         | CC 33% - 1h30       | CT 100% - 2h30      |
| P14   | Anneaux  | 8,0              | 16,0       |           | 24,0       |           |           | CC 67% - 2h30       |                     |
| <b>Espaces complets</b>                                   |  |                  |            |           |            | <b>2</b>  | <b>2</b>  |                     |                     |
| <b>Espaces complets</b>                                   |  |                  |            |           |            |           |           |                     |                     |
| P14   | Espaces complets                                   | 4,0              | 12,0       |           | 16,0       | 2         | 2         | CC 100% - 1h30      | CT 100% - 1h30      |
| <b>Travail encadré et de recherche</b>                    |  |                  |            |           |            | <b>4</b>  | <b>4</b>  |                     |                     |
| <b>Travail encadré et de recherche</b>                    |  |                  |            |           |            |           |           |                     |                     |
| P15   | Travail encadré et de recherche                    |                  |            |           |            | 4         | 4         | Oral                | Oral                |
|   | Suivi travail encadré et de recherche              |                  |            | 2,0       | 2,0        |           |           |                     |                     |
|   |  | <b>166</b>       | <b>260</b> | <b>50</b> | <b>476</b> | <b>60</b> | <b>60</b> |                     |                     |



Conditions de validation de l'année

Moyenne générale supérieure ou égale à 10.



## Licence 3 Mathématiques Appliquées

| Période   | Intitulés  | Volumes horaires |              |             |              | ECTS      | Coef      | Chance                     |                            |
|---|--|------------------|--------------|-------------|--------------|-----------|-----------|----------------------------|----------------------------|
|   |  | CM               | TD           | TP          | Total        |           |           | Chance 1<br><i>Assidus</i> | Chance 2<br><i>Assidus</i> |
| <b>Anglais</b>  |  |                  |              |             |              | <b>4</b>  | <b>4</b>  |                            |                            |
| <b>Anglais 1</b>  |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P11   | Anglais  |                  |              | 8,0         | 8,0          | 2         | 2         | CC 100% - 1h20             | CT 100% - 1h               |
| P12   | Anglais  |                  |              | 8,0         | 8,0          |           |           |                            |                            |
| <b>Anglais 2</b>  |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P13   | Anglais  |                  |              | 8,0         | 8,0          | 2         | 2         | CC 100% - 1h20             | CT 100% - 1h               |
| P14   | Anglais  |                  |              | 8,0         | 8,0          |           |           |                            |                            |
| <b>Algèbre linéaire et bilinéaire</b>                     |  |                  |              |             |              | <b>6</b>  | <b>6</b>  |                            |                            |
| <b>Algèbre linéaire et bilinéaire</b>                     |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P11   | Algèbre linéaire et bilinéaire                     | 8,0              | 16,0         |             | 24,0         | 6         | 6         | CC 33% - 1h30              | CT 100% - 2h30             |
| P12   | Algèbre linéaire et bilinéaire                     | 8,0              | 12,0         |             | 20,0         |           |           | CC 67% - 2h30              |                            |
| <b>Topologie et calcul différentiel 1</b>                 |  |                  |              |             |              | <b>6</b>  | <b>6</b>  |                            |                            |
| <b>Topologie et calcul différentiel 1</b>                 |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P11   | Topologie et calcul différentiel 1                 | 8,0              | 16,0         |             | 24,0         | 6         | 6         | CC 33% - 1h30              | CT 100% - 2h30             |
| P12   | Topologie et calcul différentiel 1                 | 8,0              | 12,0         |             | 20,0         |           |           | CC 67% - 2h30              |                            |
| <b>Calcul intégral et applications</b>                    |  |                  |              |             |              | <b>6</b>  | <b>6</b>  |                            |                            |
| <b>Calcul intégral et applications</b>                    |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P11   | Calcul intégral et applications                    | 12,0             | 17,3         |             | 29,3         | 6         | 6         | CC 33% - 1h30              | CT 100% - 2h30             |
| P12   | Calcul intégral et applications                    | 10,0             | 14,7         |             | 24,7         |           |           | CC 67% - 2h30              |                            |
| <b>Programmation et logiciels statistiques</b>            |  |                  |              |             |              | <b>5</b>  | <b>5</b>  |                            |                            |
| <b>Programmation et logiciels statistiques</b>            |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P11   | Programmation et logiciels statistiques            |                  |              | 24,0        | 24,0         | 5         | 5         | CC 33% - 1h30              | CT 100% - 2h30             |
| P12   | Programmation et logiciels statistiques            |                  |              | 24,0        | 24,0         |           |           | CC 67% - 2h30              |                            |
| <b>Économétrie 1</b>                                      |  |                  |              |             |              | <b>5</b>  | <b>5</b>  |                            |                            |
| <b>Économétrie</b>  |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P11   | Économétrie 1                                      | 10,0             | 10,0         |             | 20,0         | 5         | 5         | CC 50% +                   | CT 100% - 2h00             |
| P12   | Économétrie 1                                      | 10,0             | 10,0         |             | 20,0         |           |           | CT 50% - 2h                |                            |
| <b>Probabilités</b>                                       |  |                  |              |             |              | <b>6</b>  | <b>6</b>  |                            |                            |
| <b>Probabilités</b>                                       |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P13   | Probabilités                                       | 10,0             | 14,7         |             | 24,7         | 6         | 6         | CC 33% - 1h30              | CT 100% - 2h30             |
| P14   | Probabilités                                       | 12,0             | 17,3         |             | 29,3         |           |           | CC 67% - 2h30              |                            |
| <b>Calcul différentiel 2 et équations différentielles</b> |  |                  |              |             |              | <b>5</b>  | <b>5</b>  |                            |                            |
| <b>Calcul différentiel 2 et équations différentielles</b> |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P13   | Calcul différentiel 2 et équations différentielles | 8,0              | 12,0         |             | 20,0         | 5         | 5         | CC 33% - 1h30              | CT 100% - 2h30             |
| P14   | Calcul différentiel 2 et équations différentielles | 8,0              | 16,0         |             | 24,0         |           |           | CC 67% - 2h30              |                            |
| <b>Analyse numérique</b>                                  |  |                  |              |             |              | <b>6</b>  | <b>6</b>  |                            |                            |
| <b>Analyse numérique</b>                                  |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P13   | Analyse numérique                                  | 10,0             | 6,7          | 8,0         | 24,7         | 6         | 6         | CC 33% - 1h30              | CT 100% - 2h30             |
| P14   | Analyse numérique                                  | 12,0             | 9,3          | 8,0         | 29,3         |           |           | CC 67% - 2h30              |                            |
| <b>Statistique inférentielle</b>                          |  |                  |              |             |              | <b>5</b>  | <b>5</b>  |                            |                            |
| <b>Statistique inférentielle</b>                          |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P13   | Statistique inférentielle                          | 8,0              | 10,7         |             | 18,7         | 5         | 5         | CC 33% - 1h30              | CT 100% - 2h30             |
| P14   | Statistique inférentielle                          | 8,0              | 13,3         | 4,0         | 25,3         |           |           | CC 67% - 2h30              |                            |
| <b>Optimisation dynamique en économie</b>                 |  |                  |              |             |              | <b>2</b>  | <b>2</b>  |                            |                            |
| <b>Optimisation dynamique en économie</b>                 |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P13   | Optimisation dynamique en économie                 | 4,0              | 6,0          |             | 10,0         | 2         | 2         | CC 100% - 2h               | CT 100% - 2h00             |
| P14   | Optimisation dynamique en économie                 | 4,0              | 6,0          |             | 10,0         |           |           |                            |                            |
| <b>Économétrie 2</b>                                      |  |                  |              |             |              | <b>2</b>  | <b>2</b>  |                            |                            |
| <b>Économétrie 2</b>                                      |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P13   | Économétrie 2                                      | 10,0             | 10,0         |             | 20,0         | 2         | 2         | CC 50% +                   | CT 100% - 2h00             |
| P14   | Économétrie 2                                      | 10,0             | 10,0         |             | 20,0         |           |           | CT 50% - 2h                |                            |
| <b>Travail encadré et de recherche</b>                    |  |                  |              |             |              | <b>2</b>  | <b>2</b>  |                            |                            |
| <b>Travail encadré et de recherche</b>                    |  |                  |              |             |              |           |           |                            |                            |
| P13   | Travail encadré et de recherche                    |                  |              |             |              | 2         | 2         | Oral                       | Oral                       |
| P14   | Travail encadré et de recherche                    |                  |              | 1,0         | 1,0          |           |           |                            |                            |
|   |  | <b>178,0</b>     | <b>240,0</b> | <b>97,0</b> | <b>515,0</b> | <b>60</b> | <b>60</b> |                            |                            |



Conditions de validation de l'année

Moyenne générale supérieure ou égale à 10.



# INDEX DES ENSEIGNEMENTS

## Période 11

|                                  | Page |
|----------------------------------|------|
| Anglais                          | 09   |
| Algèbre linéaire et bilinéaire   | 09   |
| Topologie et calcul différentiel | 09   |
| Calcul intégral et applications  | 09   |

### Parcours Mathématiques

|                                 | Page |
|---------------------------------|------|
| Groupes                         | 12   |
| Géométrie affine et euclidienne | 12   |

### Parcours Mathématiques Appliquées

|   | Page |
|---|------|
| Programmation et logiciels statistiques | 13   |
| Économétrie 1                           | 13   |

## Période 12

|                                  | Page |
|----------------------------------|------|
| Anglais                          | 09   |
| Algèbre linéaire et bilinéaire   | 09   |
| Topologie et calcul différentiel | 09   |
| Calcul intégral et applications  | 09   |

### Parcours Mathématiques

|                                 | Page |
|---------------------------------|------|
| Groupes                         | 12   |
| Géométrie affine et euclidienne | 12   |

### Parcours Mathématiques Appliquées

|   | Page |
|---|------|
| Programmation et logiciels statistiques | 13   |
| Économétrie 1                           | 13   |

Index interactif  
pour revenir utiliser  
sur les pages 



## Période 13

|  | Page |
|--|------|
| Anglais  | 09   |
| Probabilités                                     | 10   |
| Calcul différentiel et équations différentielles | 10   |
| Analyse numérique                                | 11   |

### Parcours Mathématiques

|                  | Page |
|------------------|------|
| Anneaux          | 12   |
| Espaces complets | 12   |

### Parcours Mathématiques Appliquées

|                                    | Page |
|------------------------------------|------|
| Statistiques inférentielles        | 13   |
| Optimisation dynamique en économie | 13   |
| Économétrie 2                      | 14   |

## Période 14

|  | Page |
|--|------|
| Anglais  | 09   |
| Probabilités                                     | 10   |
| Calcul différentiel et équations différentielles | 10   |
| Analyse numérique                                | 11   |

### Parcours Mathématiques

|         | Page |
|---------|------|
| Anneaux | 12   |

### Parcours Mathématiques Appliquées

|                                    | Page |
|------------------------------------|------|
| Statistiques inférentielles        | 13   |
| Optimisation dynamique en économie | 13   |
| Économétrie 2                      | 14   |

## Période 15

|                                 | Page |
|---------------------------------|------|
| Travail encadré et de recherche | 11   |



# CONTENU DES ENSEIGNEMENTS

P11

P12

P13

P14

## ANGLAIS

Responsable [Virginie Picquet](#)

P11

P12

## ALGÈBRE LINÉAIRE ET BILINÉAIRE

Responsables (CM, TD) [Tristan Bozec](#)  
(TD) [Mattia Cafasso](#), [Xavier Roulleau](#)

### PRÉ-REQUIS

*Notions et contenus*

Arithmétique P3-4.

Algèbre linéaire P6-7.

Diagonalisation P8-9.

*Compétences*

Arithmétique des polynômes, diagonalisation des matrices, notions de base d'algèbre linéaire.

### CONTENUS

*Objectifs pédagogiques*

Réduction des endomorphismes : polynômes d'endomorphismes, réductions de Jordan et Dunford, trigonalisation. Ensuite algèbre bilinéaire : Décomposition d'une forme quadratique en somme de carrés, algorithme de Gram-Schmidt, théorème d'inertie de Sylvester.

*Compétences*

Savoir trigonaliser un endomorphisme, écrire une forme quadratique en somme de carrés, et orthogonaliser une base.

P11

P12

## TOPOLOGIE ET CALCUL DIFFÉRENTIEL

Responsable (CM) [Jean-Baptiste Campessato](#), [Nicolas Raymond](#),  
(TD) [Nicolas Frantz](#), [Nicolas Raymond](#), [Igor Reider](#)

### PRÉ-REQUIS

*Notions et contenus*

Fonctions d'une variable, algèbre linéaire.

*Compétences*

Dérivés et l'intégration de fonctions d'une variable, calcul matriciel. Contenu de l'enseignement.

### CONTENUS

*Objectifs pédagogiques*

Les espaces normés, les notions topologiques : les sous-ensembles ouverts et fermés, les espaces compacts, connexes, connexes par chemins.

On utilise ces notions pour développer les notions de limites, continuité, différentiabilité des fonctions de plusieurs variables.



J. Dixmier, Topologie générale.



Numéro de cours > 11535

P11

P12

## CALCUL INTÉGRAL ET APPLICATIONS

Responsables (CM, TD) [Loïc Chaumont](#),  
(TD) [Maho Sahin](#), [Mikael Escobar-Bach](#)

### PRÉ-REQUIS

*Notions et contenus*

Intégrale de Riemann :

Sommes de Riemann, intégrabilité au sens de Riemann, propriétés de l'intégrale (linéarité, positivité), caractérisation des fonctions intégrables. Théorème fondamental du calcul intégral, primitives. Intégration par parties, changement de variable, primitives des fractions rationnelles.

### CONTENUS

*Objectifs pédagogiques*

— Révision des techniques de calcul : intégration par parties, changement de variable,



primitives des fractions rationnelles.

- Intégrale de Lebesgue :
  - > Dénombrabilité : ensembles équipotents, dénombrabilité de  $\mathbb{N}$ ,  $\mathbb{Z}$  et  $\mathbb{Q}$ , produit fini d'ensembles dénombrables, réunion dénombrable d'ensembles dénombrables.
  - > Intégrale des fonctions mesurables positives sur un espace mesuré quelconque : construction, linéarité, positivité, théorème de convergence monotone, lemme de Fatou.
  - > Intégrabilité au sens de Lebesgue, ensemble négligeables, propriétés vraies presque partout, théorème de convergence dominée, espace  $L^1$ , complétude, théorème de continuité et de dérivation d'une intégrale dépendant d'un paramètre.
  - > Mesure et intégrale de Lebesgue sur  $\mathbb{R}$ , lien avec l'intégrale de Riemann.
  - > Intégration dans les espaces produits : mesure produit, théorème de Fubini, mesure de Lebesgue sur  $\mathbb{R}^n$ .
  - > Théorème de changement de variables dans  $\mathbb{R}^n$ , systèmes de coordonnées classiques, application au calcul d'aires et de volumes.

 Analyse - Théorie de l'intégration - Marc Briane et Gilles Pagès - Éditions De Boeck Supérieur, 2023.  
 Mesure, intégration, probabilités - Thierry Gallouët et Raphaèle Herbin - Éditions Ellipses 2022.

P13

P14

## PROBABILITÉS

Responsables (CM, TD) Mikael Escobar-bach, (TD) Théo Ballu, Rodolphe Garbit

### CONTENUS

#### Objectifs pédagogiques

- Espaces probabilisés
- Lois de probabilité sur un univers fini ou dénombrable, lois classiques. Axiomatique de Kolmogorov : tribus, mesures de probabilité, propriétés de continuité, premier lemme de Borel-Cantelli. Mesures de probabilité sur  $\mathbb{R}$ , fonction de répartition, mesures à densité.
- Variables et vecteurs aléatoires

Rappels de mesurabilité, opérations sur les vecteurs aléatoires. Lois des vecteurs aléatoires, fonction de répartition, densité, lois marginales, calcul de la loi d'une transformée déterministe d'un vecteur aléatoire.

- Probabilité conditionnelle et indépendance.

Probabilité conditionnelle, formule de Bayes. Événements indépendants, second lemme de Borel-Cantelli. Variables aléatoires indépendantes, critère d'indépendance des coordonnées d'un vecteur à densité.

- Espérance, variance et autres moments

Rappels d'intégration : propriétés de l'intégrale, principaux théorèmes de passage à la limite. Espérance, théorème de transfert, espérance d'un produit de v.a. indépendantes.

Variance, espace  $L^2$  : inégalité de Cauchy-Schwarz, covariance, variance d'une somme de variables aléatoires. Fonction caractéristique : injectivité, fonctions caractéristiques des lois classiques, application au calcul des moments, indépendance et fonction caractéristique, application au calcul de lois de sommes de variables aléatoires indépendantes.

- Loi des grands nombres, inégalité de Markov, inégalité de Bienaymé-Chebychev, loi faible des grands nombres, première approche des intervalles de confiance, convergence en probabilité. Convergence presque sûre, critères de convergence presque sûre, lien avec la convergence en probabilité, loi forte des grands nombres.

P13

P14

## CALCUL DIFFÉRENTIEL ET ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES

Responsables (CM, TD) Sinan Yalin, (TD) Abdallah Assi, Marianne Curely

### PRÉ-REQUIS

#### Notions et contenus

Topologie de  $\mathbb{R}^n$ , Fonctions de plusieurs variables, Différentiabilité, Différentielles d'ordre supérieur, Formules de Taylor.



## CONTENUS

### Objectifs pédagogiques

#### Calcul différentiel

- Théorèmes des fonctions implicites et d'inversion locale.
- Théorème d'inversion locale.
- Difféomorphismes.
- Application à l'étude des courbes et des surfaces.
- Extrema locaux et extrema liés.

#### Équations différentielles

- Équations différentielles de la forme  $x' = f(x; t)$ .
- Champ de vecteurs associé.
- Problème de Cauchy.
- Solutions locales, maximales et globales.
- Courbe intégrale.
- Trajectoire.
- Théorème de Cauchy-Lipschitz
- Classification des systèmes linéaires à coefficients constants de deux variables – portrait de phase.
- Cas des équations différentielles linéaires.
- Étude qualitative des solutions.

 Calcul différentiel et équations différentielles, Cours et exercices corrigés, Sylvie Benzoni-Gavage (Dunod, 2021).  
Calcul différentiel, François Cottet-Emard (De Boeck Supérieur, 2019)  
Équations différentielles, Florent Berthelin (Cassini, 2017).  
Équations différentielles, Mario Lefebvre (Presses de l'Université de Montréal, 2016).

P13

P14

## ANALYSE NUMÉRIQUE

Responsables (CM, TD) Antoine Boivin,  
(TD, TP) Théo Ballu, RawaaAwada, Marianne Curely

## CONTENUS

### Objectifs pédagogiques

- Interpolation.
- Résolution numérique des équations  $f(x) = 0$ .



- Intégration numérique.
- Introduction à la résolution numérique des équations différentielles ordinaires et applications.
- Application à des équations différentielles ordinaires issues d'autres disciplines.
- Mise en oeuvre des algorithmes sous Python.



Ralston, A. & Rabinowitz, P. (2001). A first course in numerical analysis (second edition), Dover.  
Sibony, M. & Mardon, J.-C. (1982). Analyse numérique (2 tomes), Hermann.

P15

## TRAVAIL ENCADRÉ ET DE RECHERCHE

Travail pour binôme sur un article de mathématiques, donnant lieu à la rédaction d'un mémoire et à une soutenance orale.

# PARCOURS MATHÉMATIQUES

P11

P12

## GROUPES

Responsables Nicolina Istrati (CM, TD),  
(TD) Igor Redider

### CONTENUS DE L'UE

#### Objectifs pédagogiques

- Groupes, sous-groupes, sous-groupes distingués, groupe quotient.
- Groupe de permutations : décomposition en produit de cycles, signature.
- Exemples de groupes issus de la géométrie.
- Classification des groupes abéliens finis.
- Action de groupe, stabilisateur, orbites, formule des classes.

 Serge Lang. Undergraduate algebra. 3rd ed. New York, NY: Springer, 3rd edition, 2005.

Pierre Antoine Grillet. Abstract algebra. 2<sup>nd</sup> ed., volume 242. New York, NY: Springer, 2<sup>nd</sup> edition, 2007.

P11

P12

## GÉOMÉTRIE AFFINE ET EUCLIDIENNE

Responsable (CM) Chinh Lu, (TD) Laurent Evain

### PRÉ-REQUIS

Algèbre linéaire (espace vectoriel, base, application linéaire).

### CONTENUS DE L'UE

#### Objectifs pédagogiques

- Espaces affines, sous-espaces, repères affines.
- Applications affines ; cas des homothéties et des translations.
- Barycentre, caractérisation barycentrique des applications affines.
- Théorèmes classiques de géométrie affine (Thalès, Pappus, Desargues).
- Bijections qui préservent l'alignement dans

le plan.

- Orthogonalité, théorème de Pythagore, projections orthogonales.
- Groupe des isométries (en petite dimension).



Géométrie (L3 M1), Michèle Audin, EDP Sciences (13 avril 2006).

P13

P14

## ANNEAUX

Responsables Jean-Baptiste Campesato (CM, TD), Jean-Philippe Monnier (TD)

### CONTENUS DE L'UE

#### Objectifs pédagogiques

- Définitions générales : anneau, morphisme d'anneaux, noyau, image, idéaux.
- Les exemples classiques :  $\mathbb{Z}$ ,  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ ,  $A[X]$ , corps.
- Rappels sur l'Algorithme d'Euclide, théorème de Bezout, PGCD, PPCM.
- Idéaux premiers, éléments irréductibles, factorisation.
- Anneaux quotients.

P13

## ESPACES COMPLETS

Responsable Nicolas Raymond

### CONTENUS DE L'UE

#### Objectifs pédagogiques

- Exemples d'espaces de Banach :  $\mathbb{R}$ ,  $\mathbb{R}^d$  et  $C^0([a;b];\mathbb{R})$  espace des fonctions continues (preuve du critère de Cauchy uniforme).
- Théorème du point fixe et applications, dont les théorèmes de Cauchy-Lipschitz et/ou d'inversion Locale.
- Exercices sur les suites récurrentes du type  $X_{n+1} = f(X_n)$  (suites de complexes, de matrices, etc.), révisions sur les suites de fonctions, résolution d'équations explicites par point fixe.



# PARCOURS MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

P11

P12

## PROGRAMMATION ET LOGICIELS STATISTIQUES

Responsable *Jean-Marc Labatte*

### CONTENUS DE L'UE

#### *Objectifs pédagogiques*

- Pratique de la programmation scientifique avec le langage Python.
- Utilisation du logiciel R pour les statistiques.

P11

P12

## ÉCONOMÉTRIE 1

Responsable *Gildas Appéré*

### CONTENUS DE L'UE

#### *Objectifs pédagogiques*

Ce cours d'introduction à l'économétrie présente les objectifs et les méthodes classiques d'estimation, lorsque des données transversales (comme les données d'enquête) sont utilisées.

Ces méthodes de simulations empiriques de la condition « toutes choses égales par ailleurs » sont appliquées en analysant plusieurs bases de données sur le logiciel R.

P13

P14

## STATISTIQUES INFÉRENTIELLES

Responsable *Jean-Marc Labatte*

### CONTENUS DE L'UE

#### *Objectifs pédagogiques*

- Bases de la statistique descriptive univariée et bivariée (centrage et dispersion, histogramme des fréquences, tableaux de contingence, fréquences marginales et conditionnelles, corrélation linéaire et droite de régression, représentations graphiques).
- Rappels sur les variables aléatoires discrètes

ou continues (définition, loi de probabilité, fonction de répartition, moments, etc.).

– Présentation de la convergence des suites aléatoires (LFGN et TCL).

– Modélisation statistique (statistiques d'un échantillon, estimation par la méthode des moments et du maximum de vraisemblance).

– Information de Fisher et estimation de variance minimale.

– Échantillons gaussiens (théorème de Fisher et ses applications).

– Théorie des tests (optimalité de Neyman-Pearson, intervalles de confiance, tests asymptotiques).

– Mise en oeuvre avec le logiciel R.

P13

P14

## OPTIMISATION DYNAMIQUE EN ÉCONOMIE

Responsable *Gildas Appéré*

### CONTENUS DE L'UE

#### *Objectifs pédagogiques*

– Contrôle optimal, Gestion des ressources naturelles.

– Fonctions de Hamilton ; Variables de contrôle et d'état ; Principe du maximum de Pontryaguine ; Conditions de transversalité.

– Capacité à formaliser et à résoudre analytiquement un problème économique dynamique.

– Exploitation des ressources renouvelables et non renouvelables ;

– Modèles macroéconomique de croissance endogène et exogène.

P13

P14

## ÉCONOMÉTRIE 2

Responsable *Philippe Compaire*

### CONTENUS DE L'UE

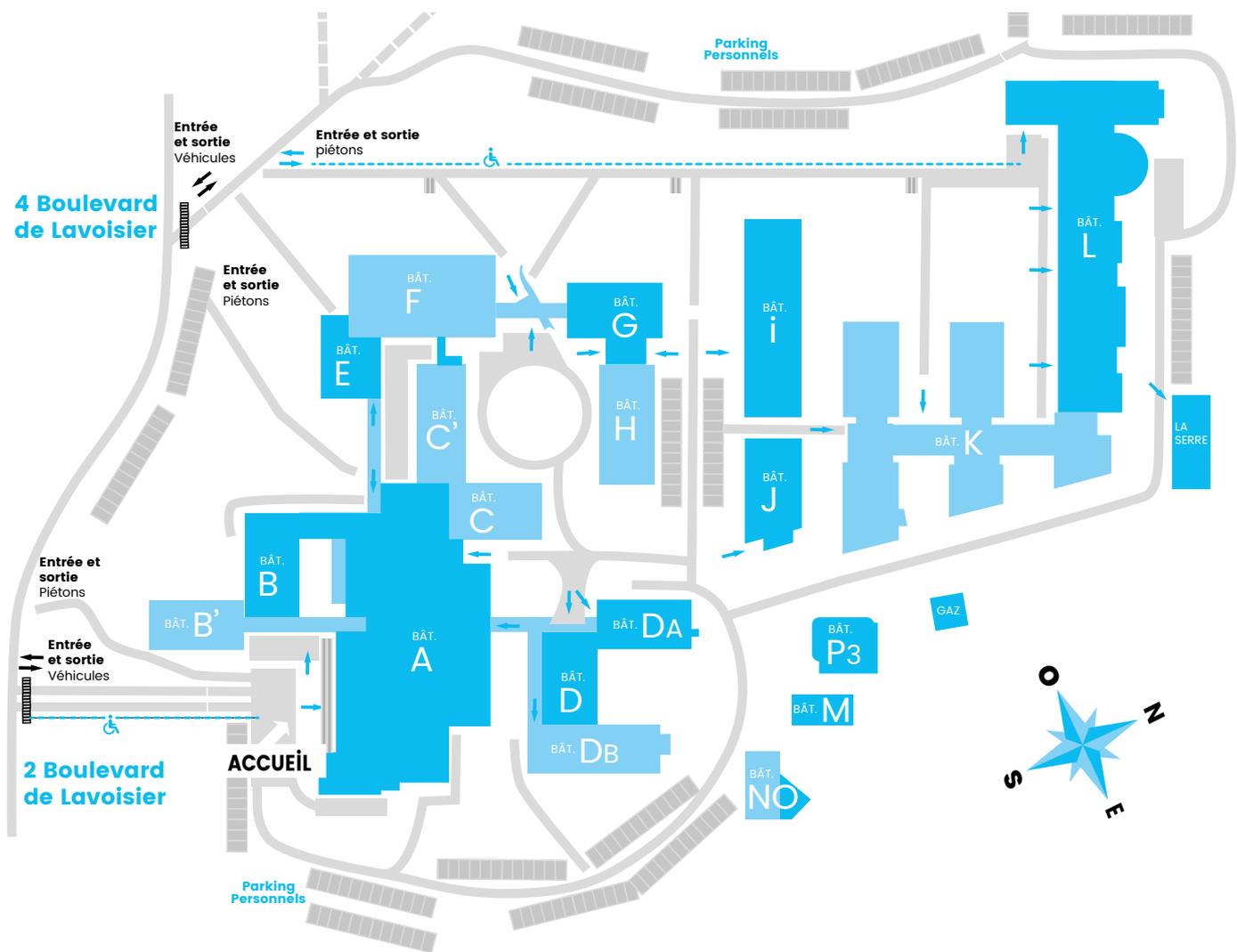
#### *Objectifs pédagogiques*



A partir d'une maquette de l'économie française / des cours des actions, on présentera les différentes méthodologies pour mener à bien une étude économétrique : estimation-vérification-prévision-simulation. Notions de base.







- A** Scolarité | Accueil | Enseignement (Amphi A à E) | Administration
- B** Enseignement biologie
- B'** Enseignement biologie
- C** Enseignement chimie
- C'** Recherche
- D** Enseignement physique
- Da** Enseignement physique
- Db** Recherche
- E** Enseignement biologie
- F** Enseignement biologie | Recherche
- G** Enseignement géologie | informatique
- H** Enseignement informatique | Recherche
- i** Enseignement mathématiques | Recherche
- J** Enseignement chimie
- K** Recherche
- L** Enseignement transversaux | Enseignement (Amphi L001 à L006)

