

# Couplage agrégation

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Leçons vers développements</b>	<b>1</b>
1.1	Leçons d'algèbre et géométrie . . . . .	1
1.2	Leçons d'analyse et probabilités . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Développements</b>	<b>7</b>
2.1	Développements plutôt algèbre . . . . .	7
2.2	Développements à cheval entre analyse et algèbre . . . . .	9
2.3	Développements plutôt analyse . . . . .	9

## 1 Leçons vers développements

### 1.1 Leçons d'algèbre et géométrie

- ★ 101 - Groupe opérant sur un ensemble. Exemples et applications.
  - Automorphismes de  $S_n$
  - Isométries du tétraèdre et du cube
- ★ 102 - Groupe des nombres complexes de module 1. Racines de l'unité. Applications.
  - Irréductibilité des polynômes cyclotomiques
  - Théorème de Gauss Wantzel
- ★ 103 - Conjugaison dans un groupe. Exemples de sous-groupes distingués et de groupes quotients. Applications.
  - Simplicité de  $A_n$  pour  $n \geq 5$
  - Automorphismes de  $S_n$
- ★ 104 - Groupes finis. Exemples et applications.
  - Simplicité de  $A_n$  pour  $n \geq 5$
  - Condition de cyclicité des  $(\mathbb{Z}/n\mathbb{Z})^\times$
- ★ 105 - Groupe des permutations d'un ensemble fini. Applications.
  - Simplicité de  $A_n$  pour  $n \geq 5$
  - Automorphismes de  $S_n$
- ★ 106 - Groupe linéaire d'un espace vectoriel de dimension finie  $E$ , sous-groupes de  $GL(E)$ . Applications.
  - Décomposition polaire
  - Générateurs de  $GL_n(\mathbb{K})$  et  $SL_n(\mathbb{K})$  et application à la connexité
- ★ 108 - Exemples de parties génératrices d'un groupe. Applications.
  - Simplicité de  $A_n$  pour  $n \geq 5$
  - Générateurs de  $GL_n(\mathbb{K})$  et  $SL_n(\mathbb{K})$  et application à la connexité
  - (éventuellement) Condition de cyclicité des  $(\mathbb{Z}/n\mathbb{Z})^\times$

- ★ 120 - Anneaux  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ . Applications.
  - Condition de cyclicité des  $(\mathbb{Z}/n\mathbb{Z})^\times$
  - Tests de primalité
- ★ 121 - Nombres premiers. Applications.
  - Condition de cyclicité des  $(\mathbb{Z}/n\mathbb{Z})^\times$
  - Tests de primalité
- ★ 122 - Anneaux principaux. Exemples et applications.
  - Théorème chinois et applications
  - Forme normale de Smith
- ★ 123 - Corps finis. Applications.
  - Nombre de polynômes irréductibles sur  $\mathbb{F}_q$
  - Classification des formes quadratiques sur  $\mathbb{F}_q$
- ★ 125 - Extensions de corps. Exemples et applications.
  - Nombre de polynômes irréductibles sur  $\mathbb{F}_q$
  - Théorème de Gauss Wantzel
- ★ 127 - Exemples de nombres remarquables. Exemples d'anneaux de nombres remarquables. Applications.
  - Irréductibilité des polynômes cyclotomiques
  - Théorème de Gauss Wantzel
- ★ 141 - Polynômes irréductibles à une indéterminée. Corps de rupture. Exemples et applications.
  - Irréductibilité des polynômes cyclotomiques
  - Nombre de polynômes irréductibles sur  $\mathbb{F}_q$
- ★ 142 - PGCD et PPCM, algorithmes de calcul. Applications.
  - Théorème chinois et applications
  - Forme normale de Smith
- ★ 144 - Racines d'un polynôme. Fonctions symétriques élémentaires. Exemples et applications.
  - Disques de Gershgorin
  - Irréductibilité des polynômes cyclotomiques
- ★ 148 - Dimension d'un espace vectoriel (on se limitera au cas de la dimension finie). Rang. Exemples et applications.
  - Réduction de Frobenius
  - Classification des formes quadratiques sur  $\mathbb{F}_q$
- ★ 149 - Déterminant. Exemples et applications.
  - Forme normale de Smith
  - Différentielle du déterminant
- ★ 150 - Polynômes d'endomorphisme en dimension finie. Réduction d'un endomorphisme en dimension finie. Applications.
  - Réduction de Frobenius
  - Réduction des endomorphismes normaux dans un espace euclidien
- ★ 151 - Sous-espaces stables par un endomorphisme ou une famille d'endomorphismes d'un espace vectoriel de dimension finie. Applications.

- Réduction de Frobenius
- Réduction des endomorphismes normaux dans un espace euclidien
- ★ 152 - Endomorphismes diagonalisables en dimension finie.
  - Dunford-Jordan-Chevalley et application à l'exponentielle de matrice
  - Décomposition polaire
- ★ 153 - Valeurs propres, vecteurs propres. Calculs exacts ou approchés d'éléments propres. Applications.
  - Dunford-Jordan-Chevalley et application à l'exponentielle de matrice
  - Disques de Gershgorin
- ★ 154 - Exemples de décompositions de matrices. Applications.
  - Décomposition polaire
  - Réduction de Frobenius
- ★ 155 - Exponentielle de matrices. Applications.
  - Dunford-Jordan-Chevalley et application à l'exponentielle de matrice
  - Surjectivité de l'exponentielle de matrice
- ★ 156 - Endomorphismes trigonalisables. Endomorphismes nilpotents.
  - Dunford-Jordan-Chevalley et application à l'exponentielle de matrice
  - Cardinal du cône nilpotent
- ★ 157 - Matrices symétriques réelles, matrices hermitiennes.
  - Décomposition polaire
  - Lemme de Morse
- ★ 158 - Endomorphismes remarquables d'un espace vectoriel euclidien (de dimension finie).
  - Réduction des endomorphismes normaux dans un espace euclidien
  - Décomposition polaire
- ★ 159 - Formes linéaires et dualité en dimension finie. Exemples et applications.
  - Réduction de Frobenius
  - Enveloppe convexe de  $O_n(\mathbb{R})$
- ★ 161 - Espaces vectoriels et espaces affines euclidiens : distances, isométries.
  - Isométries du tétraèdre et du cube
  - Enveloppe convexe de  $O_n(\mathbb{R})$
- ★ 162 - Systèmes d'équations linéaires ; opérations élémentaires, aspects algorithmiques et conséquences théoriques.
  - Générateurs de  $GL_n(\mathbb{K})$  et  $SL_n(\mathbb{K})$  et application à la connexité
  - Forme normale de Smith
- ★ 170 - Formes quadratiques sur un espace vectoriel de dimension finie. Orthogonalité. Applications.
  - Lemme de Morse
  - Classification des formes quadratiques sur  $\mathbb{F}_q$
- ★ 171 - Formes quadratiques réelles. Coniques. Exemples et applications.
  - Lemme de Morse
  - Je n'en avais pas d'autre... Cette leçon était mon impasse d'algèbre...

- ★ 181 - Convexité dans  $\mathbb{R}^n$ . Applications en algèbre et géométrie.
  - Isométries du tétraèdre et du cube
  - Enveloppe convexe de  $O_n(\mathbb{R})$
- ★ 190 - Méthodes combinatoires, problèmes de dénombrement.
  - Cardinal du cône nilpotent
  - Nombre de polynômes irréductibles sur  $\mathbb{F}_q$
- ★ 191 - Exemples d'utilisation des techniques d'algèbre en géométrie.
  - Théorème de Gauss Wantzel
  - Isométries du tétraèdre et du cube

## 1.2 Leçons d'analyse et probabilités

- ★ 201 - Espaces de fonctions : exemples et applications.
  - Théorème d'Ascoli
  - Théorème de Weierstrass par les polynômes de Bernstein
  - (éventuellement) Théorème de Riesz-Fischer
- ★ 203 - Utilisation de la notion de compacité.
  - Théorème d'Ascoli
  - Convergence faible et optimisation dans un Hilbert
  - (éventuellement) Théorème de Weierstrass par les polynômes de Bernstein
- ★ 204 - Connexité. Exemples d'applications.
  - Surjectivité de l'exponentielle de matrice
  - Théorème de Sunyer i Balaguer
- ★ 205 - Espaces complets. Exemples et applications.
  - Théorème de Riesz-Fischer
  - Projection sur un convexe fermé
  - (éventuellement) Théorème de Sunyer i Balaguer
- ★ 206 - Exemples d'utilisation de la notion de dimension finie en analyse.
  - Critère de Kalmann
  - Lemme de Morse
- ★ 208 - Espaces vectoriels normés, applications linéaires continues. Exemples.
  - Projection sur un convexe fermé
  - Théorème de Riesz-Fischer
- ★ 209 - Approximation d'une fonction par des fonctions régulières. Exemples et applications.
  - Equation de la chaleur
  - Théorème de Weierstrass par les polynômes de Bernstein
- ★ 213 - Espaces de Hilbert. Exemples d'applications.
  - Projection sur un convexe fermé
  - Convergence faible et optimisation dans un Hilbert
- ★ 214 - Théorème d'inversion locale, théorème des fonctions implicites. Illustrations en analyse et en géométrie.
  - Surjectivité de l'exponentielle
  - Lemme de Morse

- ★ 215 - Applications différentiables définies sur un ouvert de  $\mathbb{R}^n$ . Exemples et applications.
  - Gradient à pas optimal
  - Lemme de Morse
  - (éventuellement) Surjectivité de l'exponentielle
- ★ 218 - Formule de Taylor. Exemples et applications.
  - Théorème de Lévy et théorème central limite
  - Lemme de Morse
- ★ 219 - Extremums : existence, caractérisation, recherche. Exemples et applications.
  - Convergence faible et optimisation dans un Hilbert
  - Gradient à pas optimal
- ★ 220 - Illustrer par des exemples la théorie des équations différentielles ordinaires.
  - Critère de Kalmann
  - Equation de Bessel
- ★ 221 - Équations différentielles linéaires. Systèmes d'équations différentielles linéaires. Exemples et applications.
  - Critère de Kalmann
  - Equation de Bessel
- ★ 223 - Suites numériques. Convergence, valeurs d'adhérence. Exemples et applications.
  - Développement asymptotique de suites définies par récurrence
  - Formule de Stirling par les intégrales de Wallis
- ★ 224 - Exemples de développements asymptotiques de suites et de fonctions.
  - Développement asymptotique de suites définies par récurrence
  - Formule d'Euler-Maclaurin et application à la série harmonique
- ★ 226 - Suites vectorielles et réelles définies par une relation de récurrence  $u_{n+1} = f(u_n)$ . Exemples. Applications à la résolution approchée d'équations.
  - Gradient à pas optimal
  - Développement asymptotique de suites définies par récurrence
- ★ 228 - Continuité, dérivabilité des fonctions réelles d'une variable réelle. Exemples et applications.
  - Théorème de Sunyer i Balaguer
  - Théorème de Weierstrass par les polynômes de Bernstein
- ★ 229 - Fonctions monotones. Fonctions convexes. Exemples et applications.
  - Gradient à pas optimal
  - Cette leçon était un peu mon impasse d'analyse... J'avais plus ou moins un développement prévu au cas où qui mélangeait l'inégalité de Hoeffding et l'inégalité de Kintchine (utilisée dans le développement Théorème de Weierstrass par les polynômes de Bernstein), mais c'était un peu bancal...
- ★ 230 - Séries de nombres réels ou complexes. Comportement des restes ou des sommes partielles des séries numériques. Exemples.
  - Calcul des  $\zeta(2k)$
  - Formule d'Euler-Maclaurin et application à la série harmonique
- ★ 234 - Fonctions et espaces de fonctions Lebesgue-intégrables.
  - Injectivité de la transformée de Fourier

- Théorème de Riesz-Fischer
- ★ 235 - Problèmes d'interversion de symboles en analyse.
  - Théorème de Sunyer i Balaguer
  - Théorème de Lévy et théorème central limite
  - (éventuellement) Prolongement de la fonction  $\Gamma$
- ★ 236 - Illustrer par des exemples quelques méthodes de calcul d'intégrales de fonctions d'une ou plusieurs variables.
  - Injectivité de la transformée de Fourier
  - Formule de Stirling par les intégrales de Wallis
- ★ 239 - Fonctions définies par une intégrale dépendant d'un paramètre. Exemples et applications.
  - Injectivité de la transformée de Fourier
  - Prolongement de la fonction  $\Gamma$
- ★ 241 - Suites et séries de fonctions. Exemples et contre-exemples.
  - Théorème de Riesz-Fischer
  - Equation de la chaleur
- ★ 243 - Séries entières, propriétés de la somme. Exemples et applications.
  - Calcul des  $\zeta(2k)$
  - Equation de Bessel
- ★ 244 - Exemples d'études et d'applications de fonctions usuelles et spéciales.
  - Calcul des  $\zeta(2k)$
  - Prolongement de la fonction  $\Gamma$
- ★ 245 - Fonctions holomorphes et méromorphes sur un ouvert de  $\mathbb{C}$ . Exemples et applications.
  - Injectivité de la transformée de Fourier
  - Prolongement de la fonction  $\Gamma$
- ★ 246 - Séries de Fourier. Exemples et applications.
  - Equation de la chaleur
  - Calcul des  $\zeta(2k)$
- ★ 250 - Transformation de Fourier. Applications.
  - Théorème de Lévy et théorème central limite
  - Injectivité de la transformée de Fourier
- ★ 253 - Utilisation de la notion de convexité en analyse.
  - Gradient à pas optimal
  - Projection sur un convexe fermé
 ou Convergence faible et optimisation dans un Hilbert
- ★ 261 - Loi d'une variable aléatoire : caractérisations, exemples, applications.
  - Théorème de Lévy et théorème central limite
  - Inégalité de Hoeffding
- ★ 262 - Convergences d'une suite de variables aléatoires. Théorèmes limite. Exemples et applications.
  - Théorème de Lévy et théorème central limite
  - Inégalité de Hoeffding

- ★ 264 - Variables aléatoires discrètes. Exemples et applications.
  - Théorème de Weierstrass par les polynômes de Bernstein
  - Inégalité de Hoeffding
- ★ 266 - Utilisation de la notion d'indépendance en probabilités.
  - Théorème de Lévy et théorème central limite
  - Inégalité de Hoeffding

## 2 Développements

### 2.1 Développements plutôt algèbre

- ★ Réduction des endomorphismes normaux dans un espace euclidien
  - 150 - Polynômes d'endomorphisme en dimension finie. Réduction d'un endomorphisme en dimension finie. Applications.
  - 151 - Sous-espaces stables par un endomorphisme ou une famille d'endomorphismes d'un espace vectoriel de dimension finie. Applications.
  - 158 - Endomorphismes remarquables d'un espace vectoriel euclidien (de dimension finie).
- ★ Simplicité de  $A_n$  pour  $n \geq 5$ 
  - 103 - Conjugaison dans un groupe. Exemples de sous-groupes distingués et de groupes quotients. Applications.
  - 104 - Groupes finis. Exemples et applications.
  - 105 - Groupe des permutations d'un ensemble fini. Applications.
  - 108 - Exemples de parties génératrices d'un groupe. Applications.
- ★ Automorphismes de  $S_n$ 
  - 101 - Groupe opérant sur un ensemble. Exemples et applications.
  - 103 - Conjugaison dans un groupe. Exemples de sous-groupes distingués et de groupes quotients. Applications
  - 105 - Groupe des permutations d'un ensemble fini. Applications.
- ★ Cardinal du cône nilpotent
  - 156 - Endomorphismes trigonalisables. Endomorphismes nilpotents.
  - 190 - Méthodes combinatoires, problèmes de dénombrement.
- ★ Irréductibilité des polynômes cyclotomiques
  - 102 - Groupe des nombres complexes de module 1. Racines de l'unité. Applications.
  - 127 - Exemples de nombres remarquables. Exemples d'anneaux de nombres remarquables. Applications.
  - 141 - Polynômes irréductibles à une indéterminée. Corps de rupture. Exemples et applications.
  - 144 - Racines d'un polynôme. Fonctions symétriques élémentaires. Exemples et applications.
- ★ Décomposition polaire
  - 106 - Groupe linéaire d'un espace vectoriel de dimension finie  $E$ , sous-groupes de  $GL(E)$ . Applications.
  - 152 - Endomorphismes diagonalisables en dimension finie.
  - 154 - Exemples de décompositions de matrices. Applications.
  - 157 - Matrices symétriques réelles, matrices hermitiennes.
  - 158 - Endomorphismes remarquables d'un espace vectoriel euclidien (de dimension finie).
- ★ Enveloppe convexe de  $O_n(\mathbb{R})$ 
  - 159 - Formes linéaires et dualité en dimension finie. Exemples et applications.
  - 161 - Espaces vectoriels et espaces affines euclidiens : distances, isométries.

- 181 - Convexité dans  $\mathbb{R}^n$ . Applications en algèbre et géométrie.
- ★ Classification des formes quadratiques sur  $\mathbb{F}_q$ 
  - 123 - Corps finis. Applications.
  - 148 - Dimension d'un espace vectoriel (on se limitera au cas de la dimension finie). Rang. Exemples et applications.
  - 170 - Formes quadratiques sur un espace vectoriel de dimension finie. Orthogonalité. Applications.
- ★ Condition de cyclicité des  $(\mathbb{Z}/n\mathbb{Z})^\times$ 
  - 104 - Groupes finis. Exemples et applications.
  - 108 - Exemples de parties génératrices d'un groupe. Applications.
  - 120 - Anneaux  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ . Applications.
  - 121 - Nombres premiers. Applications.
- ★ Théorème de Gauss Wantzel
  - 102 - Groupe des nombres complexes de module 1. Racines de l'unité. Applications.
  - 125 - Extensions de corps. Exemples et applications.
  - 127 - Exemples de nombres remarquables. Exemples d'anneaux de nombres remarquables. Applications.
  - 191 - Exemples d'utilisation des techniques d'algèbre en géométrie.
- ★ Nombre de polynômes irréductibles sur  $\mathbb{F}_q$ 
  - 123 - Corps finis. Applications.
  - 125 - Extensions de corps. Exemples et applications.
  - 141 - Polynômes irréductibles à une indéterminée. Corps de rupture. Exemples et applications.
  - 190 - Méthodes combinatoires, problèmes de dénombrement.
- ★ Tests de primalité
  - 120 - Anneaux  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ . Applications.
  - 121 - Nombres premiers. Applications.
- ★ Théorème chinois et applications.
  - 122 - Anneaux principaux. Exemples et applications.
  - 142 - PGCD et PPCM, algorithmes de calcul. Applications.
- ★ Réduction de Frobenius
  - 148 - Dimension d'un espace vectoriel (on se limitera au cas de la dimension finie). Rang. Exemples et applications.
  - 150 - Polynômes d'endomorphisme en dimension finie. Réduction d'un endomorphisme en dimension finie. Applications.
  - 151 - Sous-espaces stables par un endomorphisme ou une famille d'endomorphismes d'un espace vectoriel de dimension finie. Applications.
  - 154 - Exemples de décompositions de matrices. Applications.
  - 159 - Formes linéaires et dualité en dimension finie. Exemples et applications.
- ★ Dunford-Jordan-Chevalley et application à l'exponentielle de matrice
  - 152 - Endomorphismes diagonalisables en dimension finie.
  - 153 - Valeurs propres, vecteurs propres. Calculs exacts ou approchés d'éléments propres. Applications.
  - 155 - Exponentielle de matrices. Applications.
  - 156 - Endomorphismes trigonalisables. Endomorphismes nilpotents.
- ★ Forme normale de Smith
  - 122 - Anneaux principaux. Exemples et applications.



- 142 - PGCD et PPCM, algorithmes de calcul. Applications.
- 149 - Déterminant. Exemples et applications.
- 162 - Systèmes d'équations linéaires ; opérations élémentaires, aspects algorithmiques et conséquences théoriques.
- ★ Générateurs de  $GL_n(\mathbb{K})$  et  $SL_n(\mathbb{K})$  et application à la connexité
  - 106 - Groupe linéaire d'un espace vectoriel de dimension finie  $E$ , sous-groupes de  $GL(E)$ . Applications.
  - 108 - Exemples de parties génératrices d'un groupe. Applications.
  - 162 - Systèmes d'équations linéaires ; opérations élémentaires, aspects algorithmiques et conséquences théoriques.
- ★ Disques de Gershgorin
  - 144 - Racines d'un polynôme. Fonctions symétriques élémentaires. Exemples et applications.
  - 153 - Valeurs propres, vecteurs propres. Calculs exacts ou approchés d'éléments propres. Applications.
- ★ Isométries du tétraèdre et du cube
  - 101 - Groupe opérant sur un ensemble. Exemples et applications.
  - 161 - Espaces vectoriels et espaces affines euclidiens : distances, isométries.
  - 181 - Convexité dans  $\mathbb{R}^n$ . Applications en algèbre et géométrie.
  - 191 - Exemples d'utilisation des techniques d'algèbre en géométrie.
- ★ Isométries du tétraèdre et du cube
  - 149 - Déterminant. Exemples et applications.

## 2.2 Développements à cheval entre analyse et algèbre

- ★ Lemme de Morse
  - 157 - Matrices symétriques réelles, matrices hermitiennes.
  - 170 - Formes quadratiques sur un espace vectoriel de dimension finie. Orthogonalité. Applications.
  - 171 - Formes quadratiques réelles. Coniques. Exemples et applications.
  - 214 - Théorème d'inversion locale, théorème des fonctions implicites. Illustrations en analyse et en géométrie
  - 215 - Applications différentiables définies sur un ouvert de  $\mathbb{R}^n$ . Exemples et applications.
- ★ Surjectivité de l'exponentielle de matrice
  - 155 - Exponentielle de matrices. Applications.
  - 204 - Connexité. Exemples d'applications.
  - 214 - Théorème d'inversion locale, théorème des fonctions implicites. Illustrations en analyse et en géométrie
  - 215 - Applications différentiables définies sur un ouvert de  $\mathbb{R}^n$ . Exemples et applications.

## 2.3 Développements plutôt analyse

- ★ Projection sur un convexe fermé
  - 205 - Espaces complets. Exemples et applications.
  - 208 - Espaces vectoriels normés, applications linéaires continues. Exemples.
  - 213 - Espaces de Hilbert. Exemples d'applications.
  - 253 - Utilisation de la notion de convexité en analyse.
- ★ Convergence faible et optimisation dans un Hilbert
  - 203 - Utilisation de la notion de compacité.

- 213 - Espaces de Hilbert. Exemples d'applications.
- 219 - Extremums : existence, caractérisation, recherche. Exemples et applications.
- 253 - Utilisation de la notion de convexité en analyse.
- ★ Théorème de Lévy et théorème central limite (j'en ai un peu abusé mais j'essayais juste de ramener des probas sur la table...)
  - 218 - Formule de Taylor. Exemples et applications.
  - 235 - Problèmes d'interversion de symboles en analyse.
  - 250 - Transformation de Fourier. Applications.
  - 261 - Loi d'une variable aléatoire : caractérisations, exemples, applications.
  - 262 - Convergences d'une suite de variables aléatoires. Théorèmes limite. Exemples et applications.
  - 266 - Utilisation de la notion d'indépendance en probabilités.
- ★ Injectivité de la transformée de Fourier
  - 234 - Fonctions et espaces de fonctions Lebesgue-intégrables.
  - 236 - Illustrer par des exemples quelques méthodes de calcul d'intégrales de fonctions d'une ou plusieurs variables.
  - 239 - Fonctions définies par une intégrale dépendant d'un paramètre. Exemples et applications.
  - 245 - Fonctions holomorphes et méromorphes sur un ouvert de  $\mathbb{C}$ . Exemples et applications.
  - 250 - Transformation de Fourier. Applications.
- ★ Théorème de Riesz-Fischer
  - 201 - Espaces de fonctions : exemples et applications.
  - 205 - Espaces complets. Exemples et applications.
  - 208 - Espaces vectoriels normés, applications linéaires continues. Exemples.
  - 234 - Fonctions et espaces de fonctions Lebesgue-intégrables.
  - 241 - Suites et séries de fonctions. Exemples et contre-exemples.
- ★ Théorème de Weierstrass par les polynômes de Bernstein (de nouveau une tentative de mettre des probas partout...)
  - 201 - Espaces de fonctions : exemples et applications.
  - 203 - Utilisation de la notion de compacité.
  - 209 - Approximation d'une fonction par des fonctions régulières. Exemples et applications.
  - 228 - Continuité, dérivabilité des fonctions réelles d'une variable réelle. Exemples et applications.
  - 264 - Variables aléatoires discrètes. Exemples et applications.
- ★ Théorème d'Ascoli
  - 201 - Espaces de fonctions : exemples et applications.
  - 203 - Utilisation de la notion de compacité.
- ★ Critère de Kalmann
  - 206 - Exemples d'utilisation de la notion de dimension finie en analyse.
  - 220 - Illustrer par des exemples la théorie des équations différentielles ordinaires.
  - 221 - Équations différentielles linéaires. Systèmes d'équations différentielles linéaires. Exemples et applications.
- ★ Equation de la chaleur
  - 209 - Approximation d'une fonction par des fonctions régulières. Exemples et applications.
  - 241 - Suites et séries de fonctions. Exemples et contre-exemples.
  - 246 - Séries de Fourier. Exemples et applications.
- ★ Gradient à pas optimal

- 215 - Applications différentiables définies sur un ouvert de  $\mathbb{R}^n$ . Exemples et applications.
- 219 - Extremums : existence, caractérisation, recherche. Exemples et applications.
- 226 - Suites vectorielles et réelles définies par une relation de récurrence  $u_{n+1} = f(u_n)$ . Exemples. Applications à la résolution approchée d'équations.
- 229 - Fonctions monotones. Fonctions convexes. Exemples et applications.
- 253 - Utilisation de la notion de convexité en analyse.
- ★ Calcul des  $\zeta(2k)$ 
  - 230 - Séries de nombres réels ou complexes. Comportement des restes ou des sommes partielles des séries numériques. Exemples.
  - 243 - Séries entières, propriétés de la somme. Exemples et applications.
  - 244 - Exemples d'études et d'applications de fonctions usuelles et spéciales.
  - 246 - Séries de Fourier. Exemples et applications.
- ★ Développement asymptotique de suites définies par récurrence
  - 223 - Suites numériques. Convergence, valeurs d'adhérence. Exemples et applications.
  - 224 - Exemples de développements asymptotiques de suites et de fonctions.
  - 226 - Suites vectorielles et réelles définies par une relation de récurrence  $u_{n+1} = f(u_n)$ . Exemples. Applications à la résolution approchée d'équations.
- ★ Prolongement de la fonction  $\Gamma$ 
  - 235 - Problèmes d'interversion de symboles en analyse.
  - 239 - Fonctions définies par une intégrale dépendant d'un paramètre. Exemples et applications.
  - 244 - Exemples d'études et d'applications de fonctions usuelles et spéciales.
  - 245 - Fonctions holomorphes et méromorphes sur un ouvert de  $\mathbb{C}$ . Exemples et applications.
- ★ Inégalité de Hoeffding
  - 261 - Loi d'une variable aléatoire : caractérisations, exemples, applications.
  - 262 - Convergences d'une suite de variables aléatoires. Théorèmes limite. Exemples et applications.
  - 264 - Variables aléatoires discrètes. Exemples et applications.
  - 266 - Utilisation de la notion d'indépendance en probabilités.
- ★ Formule d'Euler-Maclaurin et application à la série harmonique
  - 224 - Exemples de développements asymptotiques de suites et de fonctions.
  - 230 - Séries de nombres réels ou complexes. Comportement des restes ou des sommes partielles des séries numériques. Exemples.
- ★ Formule de Stirling par les intégrales de Wallis
  - 223 - Suites numériques. Convergence, valeurs d'adhérence. Exemples et applications.
  - 236 - Illustrer par des exemples quelques méthodes de calcul d'intégrales de fonctions d'une ou plusieurs variables.
- ★ Théorème de Sunyer i Balaguer
  - 204 - Connexité. Exemples d'applications.
  - 205 - Espaces complets. Exemples et applications.
  - 228 - Continuité, dérivabilité des fonctions réelles d'une variable réelle. Exemples et applications.
  - 235 - Problèmes d'interversion de symboles en analyse.