

**101 Groupe opérant sur un ensemble. Exemples et applications.**

- Isométries du cube et coloriage
- Dénombrement des matrices diagonalisables dans  $GL_n(\mathbb{F}_q)$
- *Loi de réciprocité quadratique par les formes quadratiques*

**102 Groupe des nombres complexes de module 1. Racines de l'unité. Applications.**

- Cyclotomie et Dirichlet faible
- $SO(3)$  et les quaternions
- *Gauss-Lucas et application*

**103 Conjugaison dans un groupe. Exemples de sous-groupes distingués et de groupes quotients. Applications.**

- Simplicité de  $SO(3)$
- Automorphismes de  $\mathfrak{S}_n$
- $SO(3)$  et les quaternions

**104 Groupes finis. Exemples et applications.**

- Isométries du cube et coloriage
- Automorphismes de  $\mathfrak{S}_n$
- *Dénombrement des matrices diagonalisables dans  $GL_n(\mathbb{F}_q)$*

**105 Groupe des permutations d'un ensemble fini. Applications.**

- Isométries du cube et coloriage
- Automorphismes de  $\mathfrak{S}_n$

**106 Groupe linéaire d'un espace vectoriel de dimension finie  $E$ , sous-groupes de  $GL(E)$ . Applications.**

- Simplicité de  $SO(3)$
- Dévissage de  $O(p, q)$
- *Dénombrement des matrices diagonalisables dans  $GL_n(\mathbb{F}_q)$*

**108 Exemples de parties génératrices d'un groupe. Applications.**

- Simplicité de  $SO(3)$
- Automorphismes de  $\mathfrak{S}_n$
- $SO(3)$  et les quaternions

**120 Anneaux  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ . Applications.**

- Cyclotomie et Dirichlet faible *ou les deux séparément*
- Loi de réciprocité quadratique par les formes quadratiques
- *Restes chinois général dans un anneau principal*

**121 Nombres premiers. Applications.**

- Cyclotomie et Dirichlet faible
- Loi de réciprocité quadratique par les formes quadratiques

**122 Anneaux principaux. Exemples et applications.**

- Forme normale de Smith
- Restes chinois général dans un anneau principal

**123 Corps finis. Applications.**

- Dénombrement des matrices diagonalisables dans  $GL_n(\mathbb{F}_q)$
- Loi de réciprocité quadratique par les formes quadratiques

**125 Extensions de corps. Exemples et applications.**

- Norme dans une extension de corps
- Polynômes séparables, corps parfaits
- *Cyclotomie et Dirichlet faible*

**127 Exemples de nombres remarquables. Exemples d'anneaux de nombres remarquables. Applications.**

- Cyclotomie et Dirichlet faible
- Covolume d'un réseau, théorème de Minkowski et application aux deux carrés
- *Norme dans une extension de corps*

**141 Polynômes irréductibles à une indéterminée. Corps de rupture. Exemples et applications.**

- Cyclotomie et Dirichlet faible
- Polynômes séparables, corps parfaits

**142 PGCD et PPCM, algorithmes de calcul. Applications.**

- Forme normale de Smith
- Restes chinois général dans un anneau principal

**144 Racines d'un polynôme. Fonctions symétriques élémentaires. Exemples et applications.**

- Formes de Hankel
- Disques de Gershgorin
- *Norme dans une extension de corps*
- *Gauss-Lucas et application*

**148 Dimension d'un espace vectoriel (on se limitera au cas de la dimension finie). Rang. Exemples et applications.**

- Réduction de Frobenius
- Norme dans une extension de corps
- *Formes de Hankel*

**149 Déterminant. Exemples et applications.**

- Norme dans une extension de corps
- Covolume d'un réseau, théorème de Minkowski (et application aux deux carrés)

**150 Polynômes d'endomorphisme en dimension finie. Réduction d'un endomorphisme en dimension finie. Applications.**

- Réduction de Frobenius
- Réduction de Jordan-Chevalley
- *Surjectivité de l'exponentielle matricielle*

**151 Sous-espaces stables par un endomorphisme ou une famille d'endomorphismes d'un espace vectoriel de dimension finie. Applications.**

- $SO(3)$  et les quaternions
- Réduction de Frobenius
- *Dénombrement des matrices diagonalisables dans  $GL_n(\mathbb{F}_q)$*

**152 Endomorphismes diagonalisables en dimension finie.**

- Dénombrement des matrices diagonalisables dans  $GL_n(\mathbb{F}_q)$
- Réduction de Jordan-Chevalley

**153 Valeurs propres, vecteurs propres. Calculs exacts ou approchés d'éléments propres. Applications.**

- Disques de Gershgorin
- Perron-Frobenius et chaînes de Markov

**155 Exponentielle de matrices. Applications.**

- Dévissage de  $O(p, q)$
- Surjectivité de l'exponentielle matricielle

**156 Endomorphismes trigonalisables. Endomorphismes nilpotents.**

- Réduction de Jordan-Chevalley
- Surjectivité de l'exponentielle matricielle

**157 Matrices symétriques réelles, matrices hermitiennes.**

- Dévissage de  $O(p, q)$
- Lemme de Morse
- *Gradient à pas optimal*

**158 Endomorphismes remarquables d'un espace vectoriel euclidien (de dimension finie).**

- $SO(3)$  et les quaternions
- Dévissage de  $O(p, q)$
- *Simplicité de  $SO(3)$*

**159 Formes linéaires et dualité en dimension finie. Exemples et applications.**

- Formes de Hankel
- Réduction de Frobenius

**161 Espaces vectoriels et espaces affines euclidiens : distances, isométries.**

- Isométries du cube et coloriage
- $SO(3)$  et les quaternions
- *Simplicité de  $SO(3)$*

**162 Systèmes d'équations linéaires ; opérations élémentaires, aspects algorithmiques et conséquences théoriques.**

- Forme normale de Smith
- Gradient à pas optimal

**170 Formes quadratiques sur un espace vectoriel de dimension finie. Orthogonalité. Applications.**

- Dévissage de  $O(p, q)$
- Loi de réciprocité quadratique par les formes quadratiques
- *Formes de Hankel*
- *Lemme de Morse*

**171 Formes quadratiques réelles. Coniques. Exemples et applications.**

- Formes de Hankel
- Lemme de Morse
- *Déviissage de  $O(p, q)$*

**181 Convexité dans  $\mathbb{R}^n$ . Applications en algèbre et en géométrie.**

- Covolume d'un réseau, théorème de Minkowski et application aux deux carrés
- Gauss-Lucas et application

**190 Méthodes combinatoires, problèmes de dénombrement.**

- Dénombrement des matrices diagonalisables dans  $GL_n(\mathbb{F}_q)$
- Loi de réciprocité quadratique par les formes quadratiques
- *Isométries du cube et coloriage*

**191 Exemples d'utilisation de techniques d'algèbre en géométrie.**

- Isométries du cube et coloriage
- $SO(3)$  et les quaternions
- *Covolume d'un réseau, théorème de Minkowski et application aux deux carrés*

**201 Espaces de fonctions. Exemples et applications.**

- Compacts des Banach + théorème de Ascoli
- Échantillonnage de Shannon
- *Weierstrass par les polynômes de Bernstein*
- *Théorème de Riesz-Fischer*

**203 Utilisation de la notion de compacité.**

- Compacts des Banach + théorème de Ascoli
- Weierstrass par les polynômes de Bernstein

**204 Connexité. Exemples d'applications.**

- Disques de Gershgorin
- Hadamard - Lévy

**205 Espaces complets. Exemples et applications.**

- Échantillonnage de Shannon
- Compacts des Banach + théorème de Ascoli
- *Projection sur un convexe fermé non vide*
- *Théorème de Riesz-Fischer*

**206 Exemples d'utilisation de la notion de dimension finie en analyse.**

- Perron-Frobenius et chaînes de Markov
- Compacts des Banach + théorème de Ascoli

**208 Espaces vectoriels normés, applications linéaires continues. Exemples.**

- Projection sur un convexe fermé non vide
- Compacts des Banach + théorème de Ascoli
- *Théorème de Riesz-Fischer*

**209 Approximation d'une fonction par des fonctions régulières. Exemples d'applications.**

- Weierstrass par les polynômes de Bernstein
- Critère de Weyl
- Lévy + TCL

**213 Espaces de Hilbert. Exemples d'applications.**

- Échantillonnage de Shannon
- Projection sur un convexe fermé non vide

**214 Théorème d'inversion locale, théorème des fonctions implicites. Illustrations en analyse et en géométrie.**

- Lemme de Morse
- Hadamard - Lévy

**215 Applications différentiables définies sur un ouvert de  $\mathbb{R}^n$ . Exemples et applications.**

- Lemme de Morse
- Hadamard - Lévy

**218 Formules de Taylor. Exemples et applications.**

- DA à trois termes des log itérés
- Lemme de Morse
- *Méthode de Laplace + Stirling*
- *Lévy + TCL*

**219 Extremums : existence, caractérisation, recherche. Exemples et applications.**

- Gradient à pas optimal
- Projection sur un convexe fermé non vide
- *Lemme de Schwarz + biholomorphisme du disque unité*

**220 Illustrer par des exemples la théorie des équations différentielles ordinaires.**

- Hadamard - Lévy
- Résolution EDO par DSE

**221 Équations différentielles linéaires. Systèmes d'équations différentielles linéaires. Exemples et applications.**

- Résolution EDO par DSE
- Équation de la chaleur

**223 Suites réelles et complexes. Convergence, valeurs d'adhérence. Exemples et applications.**

- Critère de Weyl
- DA à trois termes des log itérés

**224 Exemples de développements asymptotiques de suites et de fonctions.**

- Méthode de Laplace + Stirling
- DA à trois termes des log itérés

**226 Suites vectorielles et réelles définies par une relation de récurrence  $u_{n+1} = f(u_n)$ . Exemples. Applications ‘a la résolution approchée d’équations.**

- Gradient à pas optimal
- DA à trois termes des log itérés
- *Perron-Frobenius et chaînes de Markov*

**228 Continuité, dérivabilité des fonctions réelles d’une variable réelle. Exemples et applications.**

- Fonction de Weierstrass
- Weierstrass par les polynômes de Bernstein
- *Compacts des Banach + théorème de Ascoli*
- *Lévy + TCL*

**229 Fonctions monotones. Fonctions convexes. Exemples et applications.**

- Gradient à pas optimal
- Caractérisation de  $\Gamma$  par log-convexité

**230 Séries de nombres réels et complexes. Comportement des restes ou des sommes partielles des séries numériques. Exemples.**

- DA à trois termes des log itérés
- Abel angulaire et Tauber faible

**234 Fonctions et espaces de fonctions Lebesgue-intégrables.**

- Théorème de Riesz-Fischer
- Échantillonnage de Shannon

**235 Problèmes d’interversion de symboles en analyse**

- Équation de la chaleur
- Lévy + TCL
- *Abel angulaire et Tauber faible*
- *Fonction de Weierstrass*
- *Formule des compléments*

**236 Illustrer par des exemples quelques méthodes de calcul d’intégrales de fonctions d’une ou plusieurs variables.**

- Méthode de Laplace + Stirling
- Formule des compléments

**239 Fonctions définies par une intégrale dépendant d’un paramètre. Exemples et applications.**

- Fonction de Weierstrass
- Méthode de Laplace + Stirling
- *Caractérisation de  $\Gamma$  par log-convexité*

**241 Suites et séries de fonctions. Exemples et contre-exemples.**

- Équation de la chaleur
- Fonction de Weierstrass

**243 Séries entières, propriétés de la somme. Exemples et applications.**

- Résolution EDO par DSE
- Abel angulaire et Tauber faible

**245 Fonctions holomorphes et méromorphes sur un ouvert de  $\mathbb{C}$ . Exemples et applications.**

- Formule des compléments
- Lemme de Schwarz + biholomorphisme du disque unité

**246 Séries de Fourier. Exemples et applications.**

- Critère de Weyl
- Équation de la chaleur

**250 Transformation de Fourier. Applications.**

- Échantillonnage de Shannon
- Fonction de Weierstrass
- *Lévy + TCL*

**253 Utilisation de la notion de convexité en analyse.**

- Projection sur un convexe fermé non vide
- Caractérisation de  $\Gamma$  par log-convexité
- *Gradient à pas optimal*

**261 Loi d’une variable aléatoire: caractérisations, exemples, applications.**

- Weierstrass par les polynômes de Bernstein
- Lévy + TCL
- *Perron-Frobenius et chaînes de Markov*

**262 Convergences d'une suite de variables aléatoires. Théorèmes limite. Exemples et applications.**

- Perron-Frobenius et chaînes de Markov
- Lévy + TCL

**264 Variables aléatoires discrètes. Exemples et applications.**

- Perron-Frobenius et chaînes de Markov
- Weierstrass par les polynômes de Bernstein

**266 Utilisation de la notion d'indépendance en probabilités.**

- Weierstrass par les polynômes de Bernstein
- Lévy + TCL