

TABLE DES MATIÈRES

1	Révision	1
1-1	Exercices de révision sur les nombres complexes et les polynômes	1
1-1.1	Module et argument	1
1-1.2	Pentagone régulier	2
1-1.3	Racines d'un polynôme	4
1-1.4	Sommes que l'on doit savoir retrouver rapidement	4
1-1.5	Divisibilité	5
1-1.6	Décomposition en facteurs irréductibles sur \mathbb{C} et sur \mathbb{R}	5
1-1.7	Interprétation géométrique de sommes	5
1-1.8	Equations algébriques	6
1-1.9	Polynômes	7
1-2	Espaces vectoriels	10
1-2.1	Structure canonique de K -espace vectoriel de K^n	11
1-2.2	Structure canonique de K -espace vectoriel de $K[X]$	11
1-2.3	Structure canonique de K -espace vectoriel de K^A	11
1-2.4	Structure canonique de K -espace vectoriel de $E \times F$	11
1-2.5	Calculs	12
1-2.6	Combinaison linéaire d'une famille de vecteurs	12
1-3	Sous-espace vectoriel	13
1-3.1	Définition et caractérisation	13
1-3.2	Intersection de s.e.v., sous-espace engendré, famille génératrice	14
1-3.3	Somme de sous-espaces vectoriels	15
1-4	Sous-espace affine	16
1-5	Famille libre, famille liée, base	18
1-5.1	Définitions	18
1-5.2	Exemples et exercices corrigés	19
1-6	Base	22
1-6.1	Exemples	22
1-6.2	Coordonnées	22
1-7	Exercices corrigés	22
1-8	Exercices	24
2	Espaces vectoriels de dimension finie	27
2-1	Définitions et propriétés	27
2-2	Dimension d'un espace produit	29
2-3	Sous-espaces vectoriels en dimension finie, rang d'un système de vecteurs	30

2-3.1	Opérations élémentaires sur un système de vecteurs	30
2-3.2	Système triangulaire	31
2-4	Somme directe, sous-espaces supplémentaires	33
2-4.1	Base adaptée à un sous-espace	34
2-4.2	Généralisation	34
2-4.3	Exercices	35
2-5	Projecteurs	36
2-5.1	Définition géométrique	36
2-5.2	Généralisation	36
2-6	Exercices	37
3	Applications linéaires	39
3-1	Définitions et propriétés	39
3-1.1	Composition	39
3-1.2	Isomorphisme	40
3-1.3	Détermination d'une application linéaire	40
3-1.4	Recollement linéaire d'applications linéaires	41
3-1.5	Image directe, image réciproque	41
3-1.6	Noyau, image	41
3-1.7	Théorème fondamental d'isomorphisme	42
3-1.8	Théorème du rang	43
3-2	Projecteurs, symétries	45
3-3	K -algèbre $\mathcal{L}(E)$	46
3-4	Dualité	47
3-5	Exercices corrigés	48
3-6	Exercices complémentaires	51
4	Matrices	53
4-1	Définitions	53
4-1.1	Base canonique de $\mathcal{M}_{n,p}(K)$	53
4-1.2	Matrices d'une application linéaire	54
4-1.3	Produit de matrices	55
4-1.4	Produit par blocs	56
4-1.5	Propriétés	56
4-1.6	Transposition	56
4-1.7	Vecteurs lignes, vecteurs colonnes	56
4-1.8	Noyau et image d'une matrice	57
4-2	Rang d'une matrice	57
4-2.1	Propriétés	57
4-2.2	Pratique	57
4-3	Algèbre $\mathcal{M}_n(K)$	58
4-3.1	Caractérisation des matrices inversibles	59
4-3.2	Propriétés	59
4-3.3	Sous-espaces particuliers de $\mathcal{M}_n(K)$	59
4-4	Matrice de changement de base	60
4-5	Effet d'un changement de bases sur la matrice d'une application linéaire	61
4-6	Matrices équivalentes	61

4-7	Matrices semblables	62
4-7.1	Effet d'un changement de base sur la matrice d'un endomorphisme	62
4-7.2	Propriétés	63
4-7.3	Trace d'une matrice carrée	63
4-7.4	Caractérisation du rang d'une matrice à l'aide de matrices extraites	63
4-8	Opérations élémentaires sur les matrices carrées	64
4-8.1	Multiplication à droite par les matrices de la base canonique	64
4-8.2	Multiplication à gauche par les matrices de la base canonique	65
4-8.3	Application à la recherche de l'inverse d'une matrice carrée	66
4-8.4	Exemple	67
4-9	Exercices	69
5	Déterminants	75
5-1	Rappels	75
5-2	Formes n-linéaires alternées sur un espace vectoriel de dimension n	76
5-2.1	Groupe symétrique S_n	76
5-2.2	Expression d'une forme n-linéaire alternée dans une base ordonnée	77
5-2.3	Forme déterminant	77
5-3	Déterminant d'une matrice carrée d'ordre n	79
5-3.1	Propriétés des déterminants de matrices carrées	79
5-3.2	Calcul d'un déterminant	80
5-3.3	Expression de l'inverse d'une matrice	82
5-4	Formules de Cramer	82
5-5	Exemples de calculs de déterminants	83
5-5.1	Déterminant triangulaire par blocs	83
5-5.2	Déterminant de Vandermonde	84
5-6	Orientation d'un \mathbb{R} -espace vectoriel de dimension finie	85
5-7	Exercices	85
6	Systèmes linéaires	89
6-1	Interprétations	89
6-1.1	Définition et première interprétation	89
6-1.2	Deuxième interprétation	90
6-1.3	Troisième interprétation	90
6-1.4	Quatrième interprétation	91
6-2	Résolution de Σ	91
6-2.1	Conditions de compatibilité	91
6-2.2	Autre méthode	92
6-3	Applications	93
6-3.1	Résoudre les systèmes	93
6-3.2	Calcul de l'inverse d'une matrice	93
6-3.3	Méthode de Gauss	93
6-4	Exercices	95

7	Réduction	97
7-1	Sous-espaces stables	97
7-1.1	Endomorphisme induit	97
7-1.2	Cas de la dimension finie	97
7-2	Polynômes d'un endomorphisme ou d'une matrice	98
7-2.1	Propriétés	98
7-2.2	Exercices corrigés	99
7-3	Réduction d'un endomorphisme	100
7-3.1	Valeur propre	101
7-3.2	Vecteur propre	101
7-3.3	Elément propre	101
7-3.4	Spectre de u	101
7-3.5	Sous-espace propre	101
7-3.6	Exercices	102
7-3.7	Propriétés des vecteurs propres d'un endomorphisme	102
7-4	Valeur propre et vecteur propre d'une matrice carrée A	103
7-4.1	Importance du corps de base	104
7-4.2	Invariant de similitude	104
7-5	Polynôme caractéristique d'un endomorphisme en dimension finie ou d'une matrice carrée	104
7-6	Endomorphisme (ou matrice) diagonalisable en dimension finie	105
7-6.1	Définition	105
7-6.2	Propriétés	105
7-7	Exercices corrigés	107
7-8	Exercices	109
8	Suites	115
8-1	Suites de nombres réels	115
8-1.1	Suite extraite	115
8-1.2	Suites bornées	116
8-1.3	Suites convergentes	116
8-1.4	Suites tendant vers ∞	118
8-1.5	Suites monotones	118
8-1.6	Opérations sur les suites convergentes	119
8-1.7	Suites de Cauchy	120
8-1.8	\mathbb{R} est complet	120
8-2	Relations de comparaison	124
8-2.1	Suite négligeable devant une autre	124
8-2.2	Suite dominée par une autre :	125
8-2.3	Suite équivalente à une autre	125
8-3	Suites de nombres complexes	126
8-3.1	Suites de Cauchy de nombres complexes	127
8-3.2	Théorème de Bolzano-Weierstrass	127
8-3.3	Relations de comparaison pour les suites de nombres complexes	128
8-4	Suites de vecteurs de \mathbb{K}^p où $\mathbb{K} = \mathbb{R}$ ou \mathbb{C}	128
8-4.1	Définition des suites convergentes de vecteurs de \mathbb{K}^p	128
8-4.2	Propriétés	128

8-4.3	Suites de polynômes de $\mathbb{K}_p[X]$	129
8-4.4	Suites de matrices	129
8-5	Exercices complémentaires	130
9	Espaces vectoriels normés	133
9-1	Définitions	133
9-1.1	Norme	133
9-1.2	Propriétés	133
9-1.3	Exemples	134
9-1.4	Distance associée à une norme	137
9-2	Boules	137
9-3	Suites dans un espace vectoriel normé	139
9-4	Topologie d'un espace vectoriel normé	142
9-5	Notion de limite en un point d'une application d'une partie d'un espace vectoriel normé dans un autre	144
9-5.1	Théorème et définition	144
9-5.2	Composition	145
9-5.3	Extension dans le cas où $E = \mathbb{R}$ et $a = \pm\infty$	145
9-5.4	Extension dans le cas où $F = \mathbb{R}$ et $b = \pm\infty$	145
9-5.5	Caractérisations séquentielles d'existence de limite	146
9-5.6	Conséquences	146
9-6	Relations de comparaison au voisinage d'un point	147
9-6.1	$f = o(\varphi)$ en a	147
9-6.2	$f = O(\varphi)$ en a	147
9-7	Notion de continuité	147
9-7.1	Image réciproque d'ouverts, de fermés	148
9-7.2	Partie compacte	149
9-8	Cas des applications linéaires d'un espace vectoriel normé dans un autre	154
9-8.1	Norme subordonnée	154
9-9	Cas des applications bilinéaires	155
9-10	Exercices complémentaires	156
10	Séries de nombres réels ou complexes	163
10-1	Séries et suites	163
10-1.1	Séries convergentes	164
10-1.2	Cas particulier des nombres complexes	166
10-1.3	Séries absolument convergentes	166
10-1.4	Séries alternées	167
10-2	Séries de nombres réels positifs	168
10-2.1	Théorèmes de comparaison	168
10-2.2	Applications	170
10-2.3	Exercices corrigés	171
10-3	Comparaison aux intégrales	174
10-3.1	Encadrement de l'intégrale d'une fonction positive monotone sur un segment	174
10-3.2	Utilisation de l'encadrement pour majorer l'erreur sur la somme d'une série convergente	175

10-3.3 Utilisation de l'encadrement pour étudier une série divergente 175

10-3.4 Formule de Stirling 176

10-3.5 Utilisation du théorème de Césaro (hors programme) . . . 177

10-3.6 Développement décimal d'un réel positif 177

10-4 Séries à termes quelconques 178

10-4.1 Conseils pratiques 178

10-4.2 Exercices corrigés 179

10-5 Produit de Cauchy 179

10-5.1 Sommation par tranches 181

10-5.2 Changement dans l'ordre des termes 182

10-6 Exercices complémentaires 183

11 Fonctions réelles d'une variable réelle 189

11-1 Rappels sur les fonctions de \mathbb{R} dans \mathbb{R} 189

11-1.1 Complément : critère de Cauchy 189

11-1.2 Image par une application continue 190

11-1.3 Monotonie, homéomorphisme 191

11-2 Dérivation des fonctions réelles 192

11-2.1 Extrema 193

11-2.2 Théorème de Rolle et ses conséquences 193

11-2.3 Prolongement d'une fonction de classe C^1 sur $]a, b[$ 196

11-3 Fonctions convexes 197

11-4 Exercices 201

11-5 Comparaison des fonctions au voisinage d'un point 205

11-5.1 Définitions 205

11-5.2 Propriétés 206

11-5.3 Propriétés de l'équivalence 207

11-5.4 Opération sur les équivalents 208

11-5.5 Equivalents et somme 209

11-6 Complément sur la dérivation 209

11-6.1 Structure, opérations 210

11-6.2 Fonctions de classe C^k 211

11-6.3 C^k difféomorphismes. 211

11-6.4 Exercices 213

11-6.5 Rappels sur les fonctions arcsin, arccos, arctan 215

11-7 Exercices 217

11-8 Développements limités 219

11-8.1 Généralités 219

11-8.2 Développement limité et dérivabilité. 221

11-8.3 "Intégration" d'un développement limité 222

11-8.4 Théorème de Taylor-Young 224

11-8.5 Opérations et développements limités 225

11-8.6 Développements asymptotiques 228

11-8.7 Applications des développements limités 231

11-9 Suites réelles définies par une itération 234

11-9.1 Point fixe attractif, point fixe répulsif 235

11-9.2 Application au calcul numérique 239

11-9.3 Exercices 242

12	Intégration	247
12-1	Intégrale d'une fonction continue par morceaux	247
12-1.1	Fonctions continues par morceaux	247
12-1.2	Intégrale d'une fonction en escalier sur un segment	248
12-1.3	Fonctions continues par morceaux	249
12-1.4	Intégrale d'une fonction continue par morceaux sur un segment	250
12-1.5	Invariance par translation	252
12-1.6	Expression à l'aide d'une base	252
12-1.7	Propriétés	253
12-1.8	Norme N_1 , norme N_2	254
12-1.9	Notation $\int_a^b f(t) dt$	256
12-2	Primitives	256
12-2.1	Fonction $x \rightarrow \int_a^x f(t) dt$, f étant continue par morceaux sur un intervalle	257
12-2.2	Intégration par parties	258
12-2.3	Changement de variable	258
12-3	Inégalités des accroissements finis et de Taylor	259
12-3.1	Accroissement finis	259
12-3.2	Formule de Taylor avec reste sous forme intégrale	260
12-4	Théorème de relèvement	261
12-5	Calculs de primitives	261
12-5.1	Primitives usuelles	262
12-5.2	Utilisation de la linéarité	262
12-5.3	Intégration par changement de variable	263
12-5.4	Intégration par parties	265
12-5.5	Intégration des fractions rationnelles	266
12-5.6	Intégrales se ramenant à des primitives de fractions rationnelles	268
12-6	Calculs approchés d'intégrales	276
12-6.1	Méthode des trapèzes	276
12-6.2	Méthode de Simpson	277
12-6.3	Accélération de convergence : méthode de Romberg	278
12-7	Exercices	281
13	Suites de fonctions	283
13-1	Convergence simple, convergence uniforme	283
13-1.1	Définitions	283
13-1.2	Techniques de convergence uniforme	285
13-1.3	Interprétation graphique de la convergence uniforme	286
13-1.4	Opérations	286
13-2	Propriétés globales des suites de fonctions	287
13-2.1	Continuité	287
13-2.2	Utilisation de la convergence uniforme locale	288
13-2.3	Dérivation	288
13-2.4	Polynômes : Théorème de Weierstrass	289

13-3 Exercices	289
14 Séries de fonctions, séries entières	291
14-1 Séries de fonctions	291
14-1.1 Définitions	291
14-1.2 Séries absolument simplement convergentes, absolument uniformément convergentes	292
14-1.3 Convergence normale	292
14-2 Propriétés de la somme	293
14-2.1 Continuité	293
14-2.2 Dérivabilité	294
14-2.3 Intégration	296
14-2.4 Recherche d'équivalents	296
14-2.5 Exercices	297
14-3 Séries entières	297
14-3.1 Rayon de convergence	298
14-3.2 Opérations algébriques sur les séries entières	300
14-4 Propriétés de la somme d'une série entière	301
14-4.1 Convergence normale sur le disque fermé $D(0, r]$ pour $r < R$	301
14-4.2 Dérivation	302
14-5 Fonctions développables en séries entières	304
14-6 Exercices	307
15 Compléments d'intégration	309
15-1 Intégrale dépendant d'un paramètre	309
15-1.1 Position du problème	309
15-1.2 Continuité	309
15-1.3 Dérivabilité d'une intégrale sur un segment dépendant d'un paramètre	310
15-1.4 Fonction $x \mapsto \int_{\varphi(x)}^{\psi(x)} f(x, t) dt$	310
15-1.5 Intégration : Théorème de Fubini	311
15-2 Normes sur $C^0([a, b], E)$	311
15-3 Intégration sur un intervalle quelconque	312
15-3.1 Intégration d'une fonction positive sur un intervalle quelconque	312
15-3.2 Additivité	314
15-3.3 Fonctions de référence	314
15-3.4 Comparaison d'une série et d'une intégrale	315
15-3.5 Propriétés de l'intégrale d'une fonction positive	315
15-3.6 Intégration d'une fonction réelle ou complexe sur un intervalle quelconque	316
15-3.7 Propriétés	318
15-3.8 Extension	318
15-3.9 Notation $\int_a^b f(t) dt$	318
15-4 Critère d'intégrabilité	319
15-4.1 Comportement asymptotique	320

15-4.2	Calcul des intégrales sur I	321
15-5	Suites de fonctions intégrables	322
15-5.1	Norme de la convergence en moyenne	322
15-5.2	Norme de la convergence en moyenne quadratique	322
15-5.3	Théorèmes de convergence	323
15-6	Intégrale dépendant d'un paramètre	326
15-6.1	Continuité	326
15-6.2	Dérivation	327
15-7	Intégrales impropres	329
15-8	Exercices	330
16	Espaces préhilbertiens	333
16-1	Espaces préhilbertiens	333
16-1.1	Espaces préhilbertiens réels	333
16-1.2	Espace préhilbertien complexe	334
16-1.3	Expression matricielle en dimension finie	335
16-1.4	Inégalité de Cauchy-Schwarz	335
16-2	Orthogonalité	337
16-2.1	Définition	337
16-2.2	Bases orthonormales	338
16-2.3	Supplémentaire orthogonal d'un s.e.v. de dimension finie	339
16-2.4	Familles orthogonales de polynômes	340
16-3	Exercices	342
17	Espaces euclidiens	345
17-1	Rappels (Espaces préhilbertiens)	345
17-1.1	Rappel	345
17-1.2	Isomorphisme entre E (euclidien) et son dual	346
17-1.3	Adjoint d'un endomorphisme	347
17-2	Endomorphismes auto-adjoints, orthogonaux	348
17-2.1	Endomorphismes orthogonaux	349
17-2.2	Caractérisation à l'aide de bases orthonormées	351
17-3	Diagonalisation des endomorphismes auto-adjoints	353
17-4	Application aux matrices symétriques positives	354
17-5	Complément	356
17-5.1	Produit mixte, produit vectoriel	356
17-5.2	Etude de $O(E_2)$	357
17-5.3	Etude de $O(E_3)$	358
17-5.4	Réduction des coniques	359
17-6	Exercices	361
18	Courbes paramétrées	363
18-1	Généralités	363
18-1.1	Définitions	363
18-1.2	Paramétrages admissibles	364
18-1.3	Arcs en polaires	364
18-1.4	Tangentes	364
18-1.5	Etude locale d'une courbe plane	366

18-1.6	Exemples d'études dans le plan	366
18-1.7	Equation polaire d'une droite, d'un cercle	377
18-1.8	Coniques	377
18-2	Exemple des mouvements ponctuels à accélération centrale	380
18-2.1	Mouvement des planètes	382
18-2.2	Satellites géostationnaires	383
18-2.3	Courbe de l'espace définie comme intersection de 2 surfaces	384
18-3	Propriétés métriques	384
18-3.1	Longueur d'un arc	384
18-3.2	Abscisse curviligne	387
18-3.3	Paramétrage normal	390
18-3.4	Courbure des arcs plans	391
18-3.5	Cercle de courbure	394
18-3.6	Développée d'un arc plan	395
18-3.7	Développantes	398
18-4	Exercices	399
19	Equations différentielles	401
19-1	Généralités	401
19-1.1	Définitions	401
19-1.2	Intégrer une équation différentielle	401
19-1.3	Solutions maximales	402
19-1.4	Régularité des solutions	402
19-1.5	Courbes intégrales	403
19-1.6	Problème de Cauchy	403
19-2	Equations différentielles linéaires du premier ordre	403
19-2.1	Equations différentielles scalaires linéaires du premier ordre	403
19-2.2	Méthode de "variation" de la constante	404
19-2.3	Systèmes linéaires	405
19-2.4	Cas où A est diagonalisable	406
19-2.5	Etude de la stabilité d'un mouvement ponctuel plan $X' = AX$	409
19-3	Equations différentielles linéaires scalaires d'ordre 2	413
19-3.1	Equations à coefficients constants	413
19-3.2	Equation différentielle linéaire du second ordre	415
19-3.3	Système fondamental de solutions, Wronskien	415
19-3.4	Recherche des solutions connaissant une solution particulière de l'équation homogène associée	416
19-3.5	Méthode de variations des constantes	417
19-3.6	Equations différentielles et séries entières	418
19-3.7	Equation du type $x' = f(t, x)$	419
19-3.8	Equation du type $x'' = f(t, x, x')$	420
19-3.9	Exemples d'équations non linéaires	420
19-4	Champ de vecteurs d'une équation différentielle	422
19-5	Exercice	422

20	Séries de Fourier	429
20-1	Généralités	429
20-1.1	Rappels	429
20-1.2	Théorème de Weierstrass	431
20-1.3	Espace préhilbertien des fonctions continues 2π -périodiques	431
20-1.4	Séries trigonométriques	431
20-1.5	Lien avec les séries entières	432
20-2	Séries de Fourier	432
20-2.1	Coefficients de Fourier	432
20-2.2	Fonctions continues par morceaux	433
20-2.3	Série de Fourier	434
20-2.4	Inégalité de Bessel et conséquences	436
20-2.5	Cas des fonctions T -périodiques	437
20-3	Convergence des séries de Fourier	438
20-3.1	Convergence uniforme des séries trigonométriques	438
20-3.2	Convergence ponctuelle : Théorème de Dirichlet	438
20-3.3	Convergence normale	440
20-3.4	Convergence en moyenne quadratique, égalité de Parseval-Bessel	440
20-3.5	Parseval-Bessel avec les coefficients trigonométriques	441
20-3.6	Injectivité de $f \mapsto \hat{f}$ sur $C_{2\pi}$	442
20-3.7	Conséquence sur la convergence uniforme d'une série de Fourier	442
20-3.8	Fonction développable en série de Fourier	442
20-4	Exercices	442
21	Fonctions de plusieurs variables	447
21-1	Généralités	447
21-1.1	Rappels	447
21-1.2	Applications partielles et continuité	447
21-1.3	Dérivées partielles	448
21-2	Calcul différentiel	448
21-2.1	Applications de classe C^1	448
21-2.2	Interprétation géométrique	451
21-2.3	matrice jacobienne, jacobien	453
21-2.4	Espace vectoriel des applications de classe C^1 de U vers \mathbb{R}^n	454
21-2.5	Composition d'applications de classe C^1	454
21-2.6	Difféomorphisme	455
21-2.7	Algèbre des fonctions numériques	456
21-2.8	Gradient d'une fonction numérique dans \mathbb{R}^p euclidien	457
21-2.9	Interprétation géométrique du gradient	458
21-3	Fonctions de classe C^k , $k \geq 2$	460
21-3.1	Dérivées partielles d'ordre k , $k \geq 2$	460
21-3.2	Théorème de Schwarz	460
21-3.3	Difféomorphisme de classe C^k , $k \geq 2$	462
21-3.4	Exemples d'équations aux dérivées partielles	462
21-4	Exercices	464

22	Intégrales curvilignes, intégrales multiples	467
22-1	Forme différentielle, champ de vecteurs	467
22-1.1	Divergence, laplacien, potentiel vecteur	471
22-2	Intégrale curviligne, circulation d'un champ de vecteurs, travail . .	472
22-3	Intégrale double	474
22-3.1	Ensemble quarrable	474
22-3.2	Intégrale double d'une fonction continue sur un compact quarrable	475
22-4	Intégrale triple	481
22-4.1	Formule de Fubini	482
22-4.2	Changement de variable	482
22-5	Exercices corrigés	483
22-6	Exercices	484
22-7	Centre d'inertie	485
22-7.1	Masse d'un solide	485
22-7.2	Centre d'inertie	485
22-7.3	Théorèmes de Guldin	487
22-8	Moment d'inertie	488
22-8.1	Cas d'un système matériel	488
22-8.2	Cas d'un solide quelconque	488
22-8.3	Propriétés	488
23	Géométrie	491
23-1	Surfaces	491
23-1.1	Cylindres, cônes, surfaces de révolution	491
23-1.2	Surfaces du second degré, quadriques	494
23-1.3	Triangles sphériques	500
23-2	Géométrie élémentaire	501
23-2.1	Mesure des angles	501
23-2.2	Groupe des isométries d'une figure et polyèdres réguliers convexes	502
23-3	Polyèdres réguliers convexes	506
23-3.1	Problèmes de distances, de symétrie, cercles, sphères . . .	509
23-3.2	Perpendiculaire commune à deux droites	511
23-4	Exercices	513
24	Problèmes sélectionnés	515
24-1	Equation de la chaleur par la méthode des éléments finis	515
24-1.1	Préambule	515
24-1.2	Première Partie	515
24-1.3	Deuxième Partie	516
24-1.4	Troisième Partie	517
24-2	Equation des cordes vibrantes	518
24-2.1	Préambule	518
24-2.2	La corde est illimitée	518
24-2.3	La corde a une extrémité fixe	519
24-2.4	La corde a deux extrémités fixes	519
24-3	Equation de Laplace	521

24-3.1	Préambule	521
24-3.2	Première Partie	521
24-3.3	Deuxième Partie	522
24-3.4	Troisième Partie	522
24-4	Transformée de Fourier	523
24-4.1	Définition	523
24-4.2	Formule d'inversion	524
24-5	Transformée de Fourier discrète, transformée de Fourier rapide . .	524