

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Choix d'une calculatrice</b> .....	5

## Première Partie ÉLECTROTECHNIQUE

<b>Chapitre 1 Révision mathématique I</b> .....	9
1.1 Nombres .....	9
1.1.1 Chiffres significatifs .....	9
1.1.2 Arrondis .....	10
1.1.3 Comparaisons de nombres .....	11
1.2 Opérations de base .....	11
1.2.1 Additions, soustractions .....	11
1.2.2 Multiplications, divisions .....	12
1.2.3 Règle des signes .....	13
1.3 Fractions .....	14
1.3.1 Définition .....	14
1.3.2 Simplifications .....	14
1.3.3 Comparaisons .....	15
1.4 Proportions, règle de trois .....	15
1.5 Puissances et racines .....	16
1.5.1 Carrés et racines carrées .....	16
1.5.2 Autres puissances et racines .....	17
1.6 Ordre des opérations .....	17
<b>Chapitre 2 Révision mathématique II</b> .....	19
2.1 Système métrique et notation scientifique .....	19
2.1.1 Multiples et sous-multiples .....	19
2.1.2 Vers les puissances de 10 .....	20
2.1.3 Conversion directe en notation scientifique .....	22
2.1.4 Retour à la notation conventionnelle .....	22
2.1.5 Conversions partielles .....	24
2.1.6 Autres puissances de 10 .....	24
2.2 Logarithmes .....	25
2.2.1 Logarithmes .....	25
2.2.2 Antilogarithmes .....	26

2.3 Formules . . . . .	27
2.3.1 Transformations de formules . . . . .	27
2.3.2 Interprétation des formules . . . . .	28
<b>Chapitre 3 Notions d'électrotechnique . . . . .</b>	<b>31</b>
3.1 Idéalisation . . . . .	31
3.2 Structure de la matière . . . . .	31
3.2.1 Atomes . . . . .	31
3.2.2 Conducteurs et isolants . . . . .	32
3.3 Électricité . . . . .	32
3.3.1 Courant électrique . . . . .	32
3.3.2 Paramètres du courant électrique . . . . .	33
3.3.3 Résistance . . . . .	33
3.3.4 Unités et abréviations . . . . .	34
3.4 Loi d'Ohm . . . . .	34
3.4.1 Sources de tension . . . . .	34
3.4.2 Relation entre $U$ , $I$ et $R$ . . . . .	35
3.4.3 Formulation de la loi d'Ohm . . . . .	36
3.5 Circuits simples . . . . .	36
3.5.1 Circuits simples fermés . . . . .	36
3.5.2 Chutes de tension . . . . .	37
<b>Chapitre 4 Courant continu I . . . . .</b>	<b>41</b>
4.1 Mesures . . . . .	41
4.1.1 Instruments de mesure . . . . .	41
4.1.2 Voltmètres . . . . .	42
4.1.3 Ampèremètres . . . . .	42
4.1.4 Ohmmètres . . . . .	42
4.2 Courant continu . . . . .	43
4.2.1 Sens du courant électrique . . . . .	43
4.2.2 Effets du courant électrique . . . . .	43
4.3 Sources de tensions continues . . . . .	44
4.3.1 Caractéristiques communes . . . . .	44
4.3.2 Piles . . . . .	45
4.3.3 Accumulateurs . . . . .	45
4.3.4 Sources de tension idéales et réelles . . . . .	46
4.3.5 Groupement de sources de tension . . . . .	46
4.4 Groupement de résistances . . . . .	47
4.4.1 Technologie des résistances . . . . .	48
4.4.2 Résistances en série . . . . .	48
4.4.3 Deux résistances en parallèle . . . . .	49
4.4.4 Cas général de résistances en parallèle . . . . .	50
4.5 Appendice. Sources de courant . . . . .	55

<b>Chapitre 5 Courant continu II</b> .....	59
5.1 Facteurs affectant la résistance .....	59
5.1.1 Dimensions physiques .....	59
5.1.2 Résistivité .....	60
5.1.3 Coefficient de température .....	61
5.2 Puissance .....	62
5.2.1 Définition de la puissance .....	62
5.2.2 Formules de puissance .....	62
5.2.3 Autres formes des formules de puissance .....	64
5.2.4 Considérations pratiques .....	65
5.3 Rendement .....	67
5.3.1 Notions de rendement, travail et énergie .....	67
5.3.2 Calcul du rendement .....	68
5.3.3 Calcul de la puissance totale .....	69
5.4 Transfert maximal de puissance .....	70
<b>Chapitre 6 Circuits électriques</b> .....	73
6.1 Lois de Kirchhoff .....	73
6.1.1 Loi des mailles .....	73
6.1.2 Loi des nœuds .....	74
6.2 Résolution de problèmes par les lois de Kirchhoff .....	75
6.2.1 Loi des mailles .....	75
6.2.2 Loi des nœuds .....	80
6.3 Diviseurs de tension .....	81
6.3.1 Diviseur simple .....	82
6.3.2 Diviseur avec charge .....	82
6.4 Instruments de mesure élémentaires .....	84
6.4.1 Voltmètre, fonctionnement .....	84
6.4.2 Ampèremètre, fonctionnement .....	87
6.5 Appendice. Théorème de Thévenin .....	88
<b>Chapitre 7 Bobines, Condensateurs</b> .....	93
7.1 Notions de magnétisme .....	93
7.1.1 Aimants et matériaux magnétiques .....	93
7.1.2 Electroaimants .....	94
7.2 Électromagnétisme .....	94
7.2.1 Conducteurs dans un champ magnétique .....	94
7.2.2 Inductance, self-induction .....	95
7.3 Inductances en électronique .....	96
7.3.1 Inductances .....	96
7.3.2 Combinaisons d'inductances .....	96
7.3.3 Facteurs affectant l'inductance .....	97

7.4	Condensateurs en électronique . . . . .	98
7.4.1	Champ électrique . . . . .	98
7.4.2	Condensateur . . . . .	98
7.4.3	Charge et décharge d'un condensateur . . . . .	99
7.4.4	Capacité, unité de capacité. . . . .	100
7.4.5	Quantité d'électricité, le coulomb . . . . .	100
7.5	Condensateurs, étude qualitative. . . . .	101
7.5.1	Constante de temps . . . . .	101
7.5.2	Constante diélectrique . . . . .	103
7.5.3	Rigidité diélectrique. . . . .	103
7.5.4	Facteurs affectant la capacité. . . . .	104
7.5.5	Technologie des condensateurs . . . . .	105
7.6	Groupement de condensateurs. . . . .	106
7.6.1	Groupement en parallèle de condensateurs . . . . .	106
7.6.2	Groupement en série de condensateurs . . . . .	106
7.7	Appendice. Galvanomètre. . . . .	107
7.8	Appendice. Microphones et haut-parleurs. . . . .	108
<b>Chapitre 8</b>	<b>Courant alternatif. . . . .</b>	<b>113</b>
8.1	Introduction au courant alternatif . . . . .	113
8.1.1	Du courant continu au courant alternatif. . . . .	113
8.1.2	Tensions sinusoïdales . . . . .	114
8.1.3	Caractéristiques d'une sinusoïde . . . . .	116
8.2	Paramètres du courant alternatif . . . . .	118
8.2.1	Valeur instantanée du courant alternatif . . . . .	118
8.2.2	Relation entre grandeurs continues et alternatives . . . . .	118
8.2.3	Angles, phases et temps. . . . .	120
8.2.4	Formes complexes, harmoniques. . . . .	122
8.2.5	Valeur efficace de formes non sinusoïdales . . . . .	123
8.3	Éléments simples en courant alternatif . . . . .	124
8.3.1	Circuits résistifs . . . . .	124
8.3.2	Circuits capacitifs . . . . .	125
8.3.3	Circuits inductifs . . . . .	126
8.4	Appendice. Représentation vectorielle de valeurs sinusoïdales . . .	127
<b>Chapitre 9</b>	<b>Circuits LC . . . . .</b>	<b>131</b>
9.1	Impédance simple . . . . .	131
9.1.1	Circuit purement réactif. . . . .	131
9.1.2	Impédance dans un circuit purement inductif . . . . .	131
9.1.3	Impédance dans un circuit purement capacitif . . . . .	132
9.1.4	Formules, unités et symboles de l'impédance . . . . .	132
9.1.5	Signe d'une impédance capacitive. . . . .	133

9.2	Caractéristiques des réactances simples . . . . .	134
9.2.1	Puissances réactive, apparente et réelle . . . . .	134
9.2.2	Calcul de la puissance dans un circuit réactif . . . . .	135
9.2.3	Applications des selfs et condensateurs . . . . .	136
9.3	Circuits comportant plus d'un élément . . . . .	137
9.3.1	Circuit LC série . . . . .	137
9.3.2	Circuit LC parallèle . . . . .	140
<b>Chapitre 10</b>	<b>Circuits RLC. Résonance . . . . .</b>	<b>145</b>
10.1	Circuits réactifs comportant une résistance . . . . .	145
10.1.1	Circuit série RC . . . . .	145
10.1.2	Circuit série RL . . . . .	146
10.1.3	Circuit parallèle RC ou RL . . . . .	147
10.1.4	Circuit série RLC . . . . .	148
10.1.5	Circuit parallèle RLC . . . . .	149
10.2	Résonance . . . . .	150
10.2.1	$x_L = -x_C$ , $U_L = -U_C$ ou $I_L = -I_C$ . . . . .	150
10.2.2	Circuit série à la résonance . . . . .	151
10.2.3	Réponse en fréquence d'un circuit série . . . . .	152
10.2.4	Circuit parallèle à la résonance . . . . .	153
10.2.5	Réponse en fréquence d'un circuit parallèle . . . . .	154
10.2.6	Formule pour la résonance . . . . .	154
10.2.7	Terminologie et emploi des circuits résonnants . . . . .	156
10.3	Appendice. Puissance dans les circuits réactifs comportant une résistance . . . . .	160
<b>Chapitre 11</b>	<b>Transformateurs. Décibels . . . . .</b>	<b>163</b>
11.1	Transformateurs . . . . .	163
11.1.1	Principe du transformateur . . . . .	163
11.1.2	Inductance mutuelle, couplage . . . . .	163
11.1.3	Transformateur à noyau de fer . . . . .	164
11.1.4	Transformateurs pour fréquences élevées . . . . .	164
11.1.5	Rapport de transformation . . . . .	165
11.1.6	Utilisation des transformateurs . . . . .	166
11.1.7	Rapport de transformation et impédances . . . . .	166
11.1.8	Formules pour les transformateurs . . . . .	167
11.1.9	« Puissance » d'un transformateur . . . . .	168
11.2	Décibels . . . . .	169
11.2.1	Rapport de puissances . . . . .	169
11.2.2	Rapport de tensions ou de courants . . . . .	169
11.2.3	Valeurs importantes . . . . .	170
11.2.4	Atténuation . . . . .	171
11.2.5	Références . . . . .	171

<b>Chapitre 12 Circuits de filtres</b> .....	175
12.1 Catégories de filtres .....	175
12.1.1 Courbe de réponse et bande passante .....	175
12.1.2 Filtre passe-bas .....	176
12.1.3 Filtre passe-haut .....	176
12.1.4 Filtre passe-bande .....	176
12.1.5 Filtre coupe-bande ou filtre réjecteur .....	177
12.1.6 Courbe de réponse idéale .....	177
12.2 Filtres apériodiques .....	178
12.2.1 Configurations de filtres .....	178
12.2.2 Filtres RC .....	178
12.2.3 Filtres RL .....	180
12.2.4 Fréquence de coupure d'un filtre RC .....	181
12.2.5 Autres filtres apériodiques .....	181
12.3 Filtres utilisant la résonance .....	182
12.3.1 Paramètres de la courbe de réponse .....	182
12.3.2 Pertes dans les circuits oscillants, effet pelliculaire .....	183
12.3.3 Facteur de qualité .....	184
12.3.4 Influence du facteur de qualité .....	184
12.3.5 Calcul de la bande passante .....	185
12.4 Circuits couplés .....	186
12.4.1 Méthodes de couplage .....	186
12.4.2 Bande passante de circuits couplés .....	187
12.4.3 Effets du degré de couplage .....	188
12.5 Appendice. Composants passifs réels .....	189
<b>Chapitre 13 Révision. Problèmes d'examen</b> .....	191
13.1 Série 1 .....	191
13.2 Série 2 .....	194
13.3 Série 3 .....	196
13.4 Série 4 .....	198

Deuxième Partie  
RADIOTECHNIQUE

<b>Chapitre 14 Semiconducteurs. Diodes</b> .....	203
14.1 Semiconducteurs .....	203
14.1.1 Matériaux semiconducteurs .....	203
14.1.2 Matériaux semiconducteurs P ou N .....	204
14.1.3 Jonction PN .....	205
14.1.4 Diode à semiconducteur .....	206
14.1.5 Paramètres des diodes à semiconducteur .....	206
14.1.6 Autres types de diodes .....	208

14.2 Applications des diodes . . . . .	209
14.2.1 Redressement mono-alternance . . . . .	209
14.2.2 Considérations pratiques . . . . .	210
14.2.3 Redresseur double alternance . . . . .	211
14.2.4 Redresseur en pont (pont de Graetz) . . . . .	212
14.3 Filtrage et régulation . . . . .	214
14.3.1 Filtrage par circuit LC . . . . .	214
14.3.2 Régulateurs . . . . .	215
14.3.3 Calculs sur les diodes et alimentations . . . . .	216
<b>Chapitre 15 Transistors</b> . . . . .	<b>223</b>
15.1 Transistor . . . . .	223
15.1.1 Qu'est-ce qu'un transistor . . . . .	223
15.1.2 Paramètres du transistor . . . . .	224
15.1.3 Polarisation du transistor . . . . .	225
15.1.4 Courbes caractéristiques d'un transistor . . . . .	226
15.1.5 Relation entre les courants du transistor . . . . .	227
15.2 Montages à transistors . . . . .	228
15.2.1 Montage en émetteur commun . . . . .	228
15.2.2 Montage en base commune . . . . .	232
15.2.3 Montage en collecteur commun . . . . .	233
15.2.4 Récapitulation . . . . .	234
15.3 Méthodes de couplage et de découplage . . . . .	234
15.3.1 Entrée et sortie des signaux . . . . .	235
15.3.2 Découplage . . . . .	236
15.4 Remarques sur les transistors . . . . .	239
15.4.1 Autres méthodes de polarisation . . . . .	239
15.4.2 Commutation . . . . .	240
<b>Chapitre 16 FETs. Tubes électroniques. Ampli-ops</b> . . . . .	<b>245</b>
16.1 FETs - Transistors à effet de champ . . . . .	245
16.1.1 JFETs . . . . .	245
16.1.2 Fonctionnement du JFET . . . . .	246
16.1.3 Courbes caractéristiques d'un FET . . . . .	247
16.1.4 Transconductance, $G_m$ . . . . .	247
16.1.5 Montages à FETs . . . . .	248
16.1.6 MOSFETs . . . . .	249
16.1.7 Autres types de FETs . . . . .	250
16.1.8 Conclusion . . . . .	250
16.2 Tubes électroniques . . . . .	251
16.2.1 Diode à vide . . . . .	251
16.2.2 Fonctionnement d'une diode à vide . . . . .	252
16.2.3 Triode . . . . .	252

16.2.4	Autres tubes . . . . .	253
16.2.5	Utilisation des tubes . . . . .	254
16.3	Amplificateurs opérationnels . . . . .	256
16.3.1	Montage inverseur . . . . .	257
16.3.2	Montage non-inverseur . . . . .	258
16.3.3	Étage tampon ou suiveur . . . . .	259
16.3.4	Montage différentiel . . . . .	259
<b>Chapitre 17</b>	<b>Technique numérique . . . . .</b>	<b>263</b>
17.1	Codes logiques . . . . .	263
17.1.1	Niveaux logiques . . . . .	263
17.1.2	Code simple à 4 bits . . . . .	263
17.1.3	Codes évolués . . . . .	264
17.1.4	Valeur des bits . . . . .	265
17.1.5	Numérotation des bits . . . . .	265
17.2	Formats numériques . . . . .	266
17.2.1	Format parallèle . . . . .	267
17.2.2	Format série . . . . .	267
17.3	Fonctions logiques . . . . .	268
17.3.1	Fonction <i>NOT</i> (NON) . . . . .	268
17.3.2	Table de vérité . . . . .	268
17.3.3	Fonction <i>OR</i> (OU) . . . . .	269
17.3.4	Fonction <i>NOR</i> (NON-OU) . . . . .	270
17.3.5	Fonction <i>AND</i> (ET) . . . . .	270
17.3.6	Fonction <i>NAND</i> (NON-ET) . . . . .	271
17.3.7	Fonctions <i>XOR</i> et <i>XNOR</i> . . . . .	271
17.4	Combinaisons de fonctions . . . . .	272
17.4.1	Réalisation de la fonction <i>XOR</i> . . . . .	272
17.4.2	Réalisation d'un décodeur 2 à 4 lignes . . . . .	273
17.5	Logique séquentielle . . . . .	274
17.5.1	Élément mémoire, bascule SR . . . . .	275
17.5.2	Horloge . . . . .	276
17.5.3	Microprocesseurs . . . . .	276
17.6	Traitement numérique du signal . . . . .	276
17.6.1	Échantillonnage ( <i>sampling</i> ) . . . . .	277
17.6.2	Conversion A/D . . . . .	277
17.6.3	Vitesse d'échantillonnage . . . . .	277
17.6.4	Conversion D/A . . . . .	278
17.6.5	Processeur numérique de signaux (DSP) . . . . .	279
17.6.6	Chaîne de traitement numérique . . . . .	279
17.6.7	Algorithmes de traitement du signal . . . . .	280
17.7	Conclusion . . . . .	281



<b>Chapitre 18 Modulation</b> .....	283
18.1 Basse et haute fréquences .....	283
18.1.1 Basse fréquence .....	283
18.1.2 Haute fréquence .....	283
18.2 Modulation .....	284
18.2.1 Concepts généraux .....	284
18.2.2 Modulation d'amplitude .....	284
18.2.3 Modulation de fréquence .....	285
18.3 Caractéristiques de l'AM. ....	286
18.3.1 Taux de modulation en AM .....	286
18.3.2 Spectre de modulation en AM .....	287
18.4 Autres formes de modulation d'amplitude .....	289
18.4.1 AM avec porteuse supprimée .....	289
18.4.2 Émission en bande latérale unique .....	290
18.4.3 Aspect temporel de la BLU .....	292
18.5 Modulation de fréquence .....	292
18.5.1 Indice de modulation .....	293
18.5.2 Spectre de la FM .....	294
18.5.3 Modulation de phase .....	294
18.6 Télégraphie .....	295
18.6.1 Principe de la télégraphie .....	295
18.6.2 Spectre d'une émission en télégraphie .....	295
18.7 Télévision analogique .....	296
18.8 Modulations numériques .....	296
18.8.1 <i>Amplitude Shift Keying</i> (ASK) .....	297
18.8.2 <i>Frequency Shift Keying</i> (FSK) .....	297
18.8.3 <i>Phase Shift Keying</i> (PSK) .....	298
18.9 <i>Multiplexing</i> .....	299
18.9.1 <i>Time Division Multiplexing</i> (TDM) .....	299
18.9.2 <i>Frequency Division Multiplexing</i> (FDM) .....	299
18.10 Codes de classification des émissions .....	299
18.11 Récapitulation .....	301
18.12 Appendice. <i>Quadrature Amplitude Modulation</i> (QAM) .....	301
<b>Chapitre 19 Oscillateurs et modulateurs</b> .....	305
19.1 Schémas blocs .....	305
19.2 Oscillateurs haute fréquence .....	306
19.2.1 Fonction des oscillateurs HF .....	306
19.2.2 Production des oscillations .....	306
19.2.3 Types d'oscillateurs HF .....	307
19.2.4 Oscillateur Armstrong, Oscillateur Hartley .....	308

19.2.5	Oscillateur Colpitts . . . . .	309
19.2.6	Oscillateurs ajustables . . . . .	310
19.2.7	Oscillateurs à quartz . . . . .	311
19.2.8	Précision des quartz . . . . .	313
19.3	Modulateurs . . . . .	314
19.3.1	AM . . . . .	314
19.3.2	Télégraphie . . . . .	316
19.3.3	BLU - SSB . . . . .	317
19.3.4	FM . . . . .	318
19.4	Résumé . . . . .	320
<b>Chapitre 20</b>	<b>Émetteurs . . . . .</b>	<b>321</b>
20.1	Éléments communs . . . . .	321
20.1.1	Partie BF . . . . .	321
20.1.2	Compresseurs et limiteurs . . . . .	322
20.1.3	Mélangeurs ( <i>Mixers</i> ) . . . . .	324
20.1.4	VFO . . . . .	324
20.1.5	Multiplicateurs de fréquence . . . . .	325
20.2	Émetteurs AM . . . . .	326
20.3	Émetteurs de télégraphie (CW) . . . . .	326
20.3.1	Principe . . . . .	326
20.3.2	Utilisation . . . . .	326
20.4	Émetteurs en BLU . . . . .	327
20.4.1	Principe . . . . .	327
20.4.2	Utilisation . . . . .	329
20.4.3	Particularités . . . . .	329
20.5	Émetteurs FM . . . . .	330
20.5.1	Principe . . . . .	330
20.5.2	Utilisation . . . . .	330
20.5.3	Particularités . . . . .	331
20.6	Appendice. Synthétiseurs . . . . .	331
20.6.1	<i>Phase Locked Loop</i> (PLL) . . . . .	331
20.6.2	<i>Direct Digital Synthesis</i> (DDS) . . . . .	334
20.7	Résumé . . . . .	336
<b>Chapitre 21</b>	<b>Étage final . . . . .</b>	<b>337</b>
21.1	Classes d'amplification . . . . .	337
21.1.1	Linéarité . . . . .	337
21.1.2	Classe A . . . . .	339
21.1.3	Classe B . . . . .	340
21.1.4	Classe C . . . . .	342
21.1.5	Autres classes d'amplification . . . . .	344
21.1.6	Rendement . . . . .	344

21.2 Puissance PEP . . . . .	344
21.3 Chaîne d'amplification finale . . . . .	346
21.3.1 <i>Drivers</i> . . . . .	346
21.3.2 Filtres de sortie . . . . .	346
21.3.3 Transfert de puissance . . . . .	348
21.4 Appendice. Neutrodynage . . . . .	349
21.5 Résumé . . . . .	349
<b>Chapitre 22 Récepteurs I</b> . . . . .	<b>351</b>
22.1 Réception . . . . .	351
22.1.1 Principe de la réception . . . . .	351
22.1.2 Récepteur ultra-simple . . . . .	352
22.2 Partie HF . . . . .	353
22.2.1 Sensibilité . . . . .	353
22.2.2 Syntonisation . . . . .	353
22.2.3 Sélectivité . . . . .	353
22.3 Principe du superhétérodyne . . . . .	354
22.3.1 Changement de fréquence . . . . .	354
22.3.2 Moyenne fréquence . . . . .	356
22.4 Démodulateurs . . . . .	358
22.4.1 Démodulateur AM . . . . .	358
22.4.2 Démodulateur BLU . . . . .	359
22.4.3 Démodulateur CW . . . . .	361
22.4.4 Démodulateur FM . . . . .	361
22.5 Partie BF . . . . .	363
22.5.1 Filtres BF . . . . .	363
22.5.2 Amplificateurs BF . . . . .	363
22.5.3 Autres sorties BF . . . . .	363
22.6 Superhétérodyne, schéma bloc . . . . .	364
22.6.1 Récepteur classique . . . . .	364
22.7 Récepteurs à conversion directe . . . . .	365
22.8 <i>Software Defined Radio</i> (SDR) . . . . .	366
22.9 Appendice. Démodulateur FM à quadrature . . . . .	368
22.10 Résumé . . . . .	369
<b>Chapitre 23 Récepteurs II</b> . . . . .	<b>371</b>
23.1 Fréquence image . . . . .	371
23.1.1 Fréquence image, définition . . . . .	371
23.1.2 Circuit d'entrée . . . . .	372
23.1.3 Double changement de fréquence . . . . .	372

23.2	Étage d'entrée	374
23.2.1	Circuits conventionnels	374
23.2.2	Étage d'entrée performant	374
23.3	Moyenne fréquence	376
23.3.1	Filtres MF	377
23.3.2	<i>IF-shift</i>	377
23.3.3	<i>Band-pass tuning</i>	378
23.3.4	Commande automatique de gain	378
23.3.5	Gain HF	379
23.3.6	Moyenne fréquence FM	380
23.4	Fonctions additionnelles	380
23.4.1	<i>Squelch</i>	380
23.4.2	S-mètre	381
23.4.3	RIT - XIT	381
23.4.4	<i>Noise blanker</i>	382
23.5	Bruit	382
23.5.1	Bruit thermique	382
23.5.2	Bruit de réception	382
23.5.3	Bruit de phase	383
23.5.4	Rapport signal/bruit	383
23.5.5	Dynamique	384
23.5.6	Taux de distorsion, SINAD	384
23.6	Modes spéciaux	385
23.6.1	Télévision d'amateur analogique - ATV	385
23.6.2	Télévision d'amateur numérique - DATV	386
23.6.3	Télévision à balayage lent - SSTV	386
23.6.4	RTTY	387
23.6.5	Paquet ( <i>packet</i> ) AX25	387
23.6.6	PSK31	388
23.6.7	Corrections d'erreurs	388
23.7	Appendice. Figure de bruit	389
23.8	Appendice. Commutation par diodes	389
<b>Chapitre 24</b>	<b>Lignes de transmission</b>	<b>391</b>
24.1	Lignes de transmission	391
24.1.1	Lignes asymétriques	391
24.1.2	Lignes symétriques	392
24.1.3	Guides d'ondes	393
24.2	Caractéristiques des lignes	393
24.2.1	Impédance caractéristique	393
24.2.2	Atténuation	395
24.2.3	Vélocité	395

24.3 Applications des lignes . . . . .	396
24.3.1 Terminaison . . . . .	396
24.3.2 Lignes ouvertes et en court-circuit. . . . .	397
24.3.3 Lignes imparfaitement terminées. . . . .	398
24.3.4 ROS-mètres . . . . .	399
24.3.5 Effets du ROS . . . . .	400
24.3.6 <i>Automatic Level Control</i> - ALC . . . . .	401
24.4 Transformation d'impédance . . . . .	401
24.4.1 Transformateurs à large bande. . . . .	401
24.4.2 Balun . . . . .	402
24.4.3 Adaptation d'impédances . . . . .	403
24.4.4 Boîtes d'accord . . . . .	403
24.5 Appendice. Propriétés des segments $\lambda/4$ et $\lambda/2$ . . . . .	404
<b>Chapitre 25 Propagation</b> . . . . .	<b>409</b>
25.1 Ondes électromagnétiques. . . . .	409
25.1.1 Polarisation . . . . .	409
25.1.2 Longueur d'onde . . . . .	410
25.2 Propagation par onde de sol . . . . .	411
25.2.1 Onde directe ou onde de sol. . . . .	411
25.2.2 Atténuation. . . . .	411
25.3 Propagation par réflexions. . . . .	412
25.3.1 Activité solaire. . . . .	412
25.3.2 Troposphère . . . . .	413
25.3.3 Ionosphère . . . . .	413
25.3.4 Couches de l'ionosphère . . . . .	414
25.3.5 Propagation par réflexions. . . . .	415
25.3.6 Propagation par conduit ( <i>ducting</i> ) et $E_s$ . . . . .	415
25.3.7 Zone de silence . . . . .	416
25.3.8 Fading . . . . .	416
25.4 Effets de la fréquence . . . . .	417
25.4.1 Ondes kilométriques (de 30 à 300 kHz) . . . . .	417
25.4.2 Ondes hectométriques (de 300 kHz à 3 MHz). . . . .	417
25.4.3 Ondes décamétriques (de 3 à 30 MHz) . . . . .	418
25.4.4 Ondes métriques et décimétriques (plus de 30 MHz) . . . . .	419
25.4.5 <i>Maximum Usable Frequency</i> (MUF) . . . . .	420
<b>Chapitre 26 Antennes</b> . . . . .	<b>423</b>
26.1 Dipôle . . . . .	423
26.1.1 Dimensions . . . . .	423
26.1.2 Courant et tension dans un dipôle . . . . .	424
26.1.3 Autres fréquences de résonance. . . . .	425
26.1.4 Dipôle replié . . . . .	425

26.1.5 Dipôle demi-onde . . . . .	426
26.1.6 Diagramme de rayonnement . . . . .	427
26.2 Antennes multiéléments . . . . .	427
26.2.1 Éléments parasites . . . . .	427
26.2.2 Antenne Yagi . . . . .	428
26.2.3 Gain . . . . .	429
26.2.4 Puissance apparente rayonnée . . . . .	429
26.2.5 Effet de sol . . . . .	431
26.2.6 Polarisation . . . . .	431
26.3 Antennes verticales . . . . .	432
26.3.1 Du dipôle au quart d'onde . . . . .	432
26.3.2 Antenne <i>ground plane</i> (GP). . . . .	432
26.3.3 Antennes raccourcies . . . . .	433
26.4 Antennes multibandes . . . . .	434
26.4.1 Largeur de bande . . . . .	434
26.4.2 Antennes à trappes . . . . .	435
26.5 Quelques antennes particulières . . . . .	435
26.6 Adaptation d'impédances ( <i>matching</i> ) . . . . .	437
26.6.1 Delta <i>match</i> . . . . .	438
26.6.2 Gamma <i>match</i> . . . . .	438
26.6.3 Q <i>match</i> . . . . .	438
<b>Chapitre 27 Circuits intégrés, mesures et considérations finales</b>	<b>441</b>
27.1 Circuits intégrés. . . . .	441
27.1.1 Circuits analogiques. . . . .	442
27.1.2 Circuits numériques élémentaires . . . . .	445
27.1.3 Circuits numériques complexes . . . . .	445
27.1.4 PC ( <i>Personal Computer</i> ) . . . . .	445
27.1.5 MCU ( <i>MicroController Unit</i> ) . . . . .	446
27.2 Mesures . . . . .	447
27.2.1 Multimètre ou VOM . . . . .	447
27.2.2 <i>Grid-Dip</i> ou Dip-mètre . . . . .	447
27.2.3 ROS-mètre ou réflectomètre . . . . .	448
27.2.4 Générateur de signaux BF, HF . . . . .	448
27.2.5 Fréquencemètre . . . . .	449
27.2.6 Oscilloscope . . . . .	449
27.2.7 Analyseur de spectre . . . . .	450
27.3 Compatibilité électromagnétique (CEM) . . . . .	452
27.3.1 Rayonnements non essentiels . . . . .	452
27.3.2 Rayonnement utile . . . . .	452
27.3.3 Problèmes et solutions . . . . .	453
27.4 Protection des personnes . . . . .	454

27.4.1 Câblage électrique .....	454
27.4.2 Rayonnements non ionisants .....	455
27.4.3 Foudre .....	456
27.5 Résumé .....	456
<b>Chapitre 28 Révision. Problèmes d'examen</b> .....	<b>457</b>
28.1 Série 1 .....	457
28.2 Série 2 .....	463
28.3 Série 3 .....	468
28.4 Série 4 .....	473
28.5 Série 5 .....	478
28.6 Série 6 .....	484
28.7 Série 7 .....	489
<b>Réponses aux exercices et problèmes</b> .....	<b>495</b>
Première partie : Électrotechnique	
Chapitre 1 : .....	495
Chapitre 2 : .....	496
Chapitre 3 : .....	497
Chapitre 4 : .....	498
Chapitre 5 : .....	499
Chapitre 6 : .....	499
Chapitre 7 : .....	500
Chapitre 8 : .....	500
Chapitre 9 : .....	501
Chapitre 10 : .....	501
Chapitre 11 : .....	502
Chapitre 12 : .....	503
Chapitre 13 : .....	504
13.1 Série 1 .....	504
13.2 Série 2 .....	505
13.3 Série 3 .....	506
13.4 Série 4 .....	507
<b>Réponses aux exercices et problèmes</b> .....	<b>509</b>
Deuxième partie : Radiotechnique	
Chapitre 14 : .....	509
Chapitre 15 : .....	510
Chapitre 16 : .....	511
Chapitre 17 : .....	511
Chapitre 18 : .....	512
Chapitre 24 : .....	513

Chapitre 25 : .....	513
Chapitre 26 : .....	514
Chapitre 28 : .....	514
28.1 Série 1 .....	514
28.2 Série 2 .....	515
28.3 Série 3 .....	516
28.4 Série 4 .....	517
28.5 Série 5 .....	518
28.6 Série 6 .....	519
28.7 Série 7 .....	520
<b>Formulaire</b> .....	<b>521</b>
<b>Licence débutant (novice)</b> .....	<b>527</b>
<b>Index des mots cités</b> .....	<b>529</b>