

PAUL BERCHÉ

PRATIQUE et THÉORIE
de la

T S F



-QUINZIÈME ÉDITION-
REFONDUE ET MODERNISÉE
PAR
ROGER A. RAFFIN

LIBRAIRIE DE LA RADIO

TABLE DES MATIÈRES

Préface	XXI
Avant-propos	XXIII

PREMIERE PARTIE

INTRODUCTION

	Pages
LIVRE I. — Introduction à l'étude des mouvements vibratoires ..	3
§ 1. — Un peu de trigonométrie élémentaire. Sinus, cosinus, tangente	3
§ 2. — Mouvement vibratoire simple. Représentation graphique. Equation	11
LIVRE II. — Acoustique	18
§ 1. — Cause des sons. Définitions. Méthode stroboscopique. Mécanisme de la sensation de son	18
§ 2. — Notion d'onde. Propagation d'une onde sonore. Représentation de la propagation	24
§ 3. — Définition de la longueur d'onde	26
§ 4. — Vitesse de propagation du son	27
§ 5. — Réflexion des ondes sonores	28
§ 6. — Interférences des ondes. Battements	29
§ 7. — Interférence d'un onde directe et d'une onde réfléchie. Ondes stationnaires	34
§ 8. — Les tuyaux sonores	37
§ 9. — Sons composés	41
§ 10. — La voix humaine et les instruments de musique	42
§ 11. — Puissance d'une onde sonore	44
§ 12. — Seuil et limite supérieure d'audibilité	45
§ 13. — Sensibilité de l'oreille aux variations de puissance sonore	47
LIVRE III. — Complément à l'étude des mouvements vibratoires. Mouvement vibratoire entretenu et mouvement vibratoire amorti.	52
LIVRE IV. — Le système d'unités CGS et les unités commerciales et industrielles	56
§ 1. — Système CGS	57
§ 2. — Tableau général des unités commerciales et industrielles	61

DEUXIÈME PARTIE

ÉLECTRICITÉ

Pages

LIVRE V

COURANT CONTINU

CHAPITRE I

Définitions fondamentales

§ 1. — Quantité d'électricité. Coulomb	77
§ 2. — Potentiel. Tension	77
§ 3. — Intensité	78
§ 4. — Travail fourni par un courant électrique	79
§ 5. — Puissance d'un courant électrique	80

CHAPITRE II

Loi d'Ohm

§ 6. — Énoncé. Résistance électrique	81
§ 7. — Calcul de la résistance d'un conducteur	82
§ 8. — Influence de la température sur la résistance. Superconducteurs	85
§ 9. — Force électromotrice. Résistance intérieure des sources	86
§ 10. — Lois de Kirchhoff ou des courants dérivés	89
§ 11. — Mesure des résistances. Pont de Wheatstone	93
§ 12. — Les résistances utilisées en T. S. F. Le « R.M.A. color code »	95
§ 13. — Les potentiomètres	96

CHAPITRE III

Loi de Joule

§ 14. — Énoncé	100
§ 15. — Applications de la loi de Joule	102
§ 16. — Piles thermoélectriques	106

CHAPITRE IV

Notions d'électrochimie

§ 17. — Généralités	108
§ 18. — Réactions secondaires dans l'électrolyse	110
§ 19. — Lois de l'électrolyse	111
§ 20. — Piles	111
§ 21. — Accumulateurs. Théorie élémentaire. Conseils pratiques ..	113

CHAPITRE V

Notions d'électrostatique. Condensateurs

§ 22. — Electrostatique	123
§ 23. — Généralités sur les condensateurs	125
§ 24. — Charge et décharge d'un condensateur	129
§ 25. — Couplage des condensateurs	131
§ 26. — Les condensateurs fixes utilisés en T.S.F.	133
§ 27. — Instruments de mesure utilisés en électrostatique	136

LIVRE VI

MAGNETISME ET ELECTROMAGNETISME

CHAPITRE I

Magnétisme

§ 1. — Définitions	137
§ 2. — Champ magnétique	138
§ 3. — Action simultanée de deux champs	144

CHAPITRE II

Electromagnétisme

§ 4. — Expérience d'Oersted et règle d'Ampère	147
§ 5. — Champ magnétique des bobines	148
§ 6. — Les solénoïdes	151
§ 7. — Action d'un champ magnétique sur un courant mobile ..	151
§ 8. — Aimantation	152
§ 9. — Etude élémentaire du circuit magnétique	154
§ 10. — Hystérésis	157

CHAPITRE III

L'induction électromagnétique et ses lois

§ 11. — Expériences de Faraday	161
§ 12. — Loi de Lenz. Sens du courant induit	162
§ 13. — Courants de Foucault	164
§ 14. — Force électromotrice d'induction	165
§ 15. — Coefficient d'induction mutuelle. Self-Induction	165
§ 16. — Application de l'induction au téléphone	172
§ 17. — Application de l'induction au pick-up	174

CHAPITRE IV

**Les galvanomètres et les appareils de mesure utilisés
en électricité industrielle**

§ 18. — Les galvanomètres à cadre mobile	175
§ 19. — Les voltmètres	177
§ 20. — Les appareils de mesure du deuxième degré	178
§ 21. — Quelques manipulations pratiques	179

CHAPITRE V

Le moteur électrique continu et la dynamo

§ 22. — Principes généraux. L'anneau Gramme. Inducteur et induit ..	181
§ 23. — Création du champ électromagnétique par l'inducteur. Excitation	183
§ 24. — Le générateur Gramme	185

LIVRE VII

L'ELECTRICITE ET LE SYSTEME CGS

§ 1. — Le système d'unités électrostatiques CGS	188
§ 2. — Le système d'unités électromagnétiques CGS	189
§ 3. — Le système d'unités électromagnétiques pratiques	191

LIVRE VIII

COURANT ALTERNATIF

CHAPITRE I

Comparaisons hydrauliques	193
---------------------------------	-----

CHAPITRE II

Théorie de la production d'une différence de potentiel alternative ..	196
---	-----

CHAPITRE III

Etude de l'intensité d'un courant alternatif

§ 1. — Généralités, Définitions	200
§ 2. — Etude de divers circuits traversés par un courant alternatif	204
§ 3. — Puissance d'un courant alternatif	217
§ 4. — Les appareils de mesure utilisés en alternatif	218

CHAPITRE IV

L'induction et les courants alternatifs. Transformateurs

§ 5. — Généralités	220
§ 6. — Théorie élémentaire du transformateur	221
§ 7. — Le circuit magnétique	222
§ 8. — Les transformateurs industriels	224
§ 9. — Quelques considérations générales	227
§ 10. — Méthode pratique de calcul d'un transformateur (transformateur d'alimentation de récepteur de T.S.F.)	227
§ 11. — Conseils pratiques	230

CHAPITRE V

Production industrielle du courant alternatif. Alternateur
Courants alternatifs polyphasés

§ 12. — L'alternateur	232
§ 13. — Fonctionnement	233
§ 14. — Réalisations industrielles. Courants triphasés	233
§ 15. — Transport et utilisation des courants polyphasés	236

CHAPITRE VI

Les moteurs alternatifs

§ 16. — Utilisation des moteurs universels	240
§ 17. — Les moteurs synchrones	240
§ 18. — Les moteurs à champ tournant dits aussi moteurs asynchrones	240

LIVRE IX

LA BOBINE DE RUHMKORFF ET SES ENSEIGNEMENTS

CHAPITRE I

La bobine de Ruhmkorff	243
------------------------------	-----

CHAPITRE II

Les phénomènes d'ionisation	247
-----------------------------------	-----

CHAPITRE III

Charge d'un condensateur à l'aide de la bobine de Ruhmkorff
Décharge oscillante d'un condensateur

§ 1. — Charge d'un condensateur	252
§ 2. — Décharge d'un condensateur. Décharge oscillante	253

LIVRE X

PROPRIETES DES COURANTS ALTERNATIFS A HAUTE FREQUENCE
RESISTANCE EN HAUTE FREQUENCE

CHAPITRE I

Pertes dans le cuivre

§ 1. — Effet pelliculaire ou « skin effect »	260
§ 2. — Courants de Foucault	263

CHAPITRE II

Pertes dans les diélectriques

§ 3. — Capacité propre	265
§ 4. — Pertes dans les diélectriques du champ	266

CHAPITRE III

Pertes dans un condensateur	268
-----------------------------------	-----

LIVRE XI

REDRESSEMENT ET FILTRAGE D'UN COURANT ALTERNATIF

CHAPITRE I

Généralités	270
-------------------	-----

CHAPITRE II

Quelques méthodes de redressement

§ 1. — Montages redresseurs	273
§ 2. — Dispositifs redresseurs	276

CHAPITRE III

Le filtrage d'un courant redressé

§ 3. — Le filtre empirique	285
§ 4. — Le filtre rationnel. Etude élémentaire des filtres électriques ..	287

CHAPITRE IV

Tension et intensité en courant redressé

§ 5. — Cas de l'utilisation d'une seule alternance	295
§ 6. — Cas de l'utilisation des deux alternances	296
§ 7. — Application à la mesure des tensions et intensités alternatives	297

TROISIEME PARTIE

T. S. F.

LIVRE XII

GENERALITES

CHAPITRE I

Les ondes hertziennes

§ 1. — Conditions de production des ondes hertziennes. Champ électromagnétique	301
§ 2. — Généralisation	304

CHAPITRE II

Ondes amorties et ondes entretenues

§ 3. — Caractéristiques des ondes amorties	306
§ 4. — Caractéristiques des ondes entretenues	307
§ 5. — Production des ondes entretenues	309

CHAPITRE III

La physique des ondes hertziennes

§ 6. — Vitesse de propagation des ondes hertziennes. Longueur d'onde	311
§ 7. — Propriétés des ondes hertziennes. Leur identité avec les ondes lumineuses, les rayons X et les rayons γ	312

CHAPITRE IV

**Utilisation des ondes hertziennes aux radiocommunications.
Les phénomènes de propagation**

§ 8. — Ondes directes et ondes indirectes. Les couches de Kenelly-Heaviside	316
§ 9. — Caractères de la propagation des ondes électromagnétiques de différentes longueurs	320
§ 10. — Les parasites industriels et les parasites atmosphériques ...	325

CHAPITRE V

La radiotéléphonie

§ 11. — Généralités	327
§ 12. — Etude mathématique élémentaire. Composition d'une onde modulée	328
§ 13. — Puissance utile d'une oscillation modulée	333

CHAPITRE VI

Les circuits oscillants. Définition de la sélectivité.
Couplage des circuits oscillants

§ 14. —	Fréquence et longueur d'onde d'un circuit oscillant	334
§ 15. —	Sélectivité d'un circuit oscillant. Courbe de résonance	335
§ 16. —	Emploi de la courbe de résonance. Construction graphique du facteur de surtension Q	340
§ 17. —	Généralités sur les différents modes de couplage	342
§ 18. —	Théorie générale des circuits couplés électromagnétiquement	348
§ 19. —	Cas du couplage de deux circuits oscillants accordés sur la même fréquence. Effet de filtre à bande	350
§ 20. —	Sélectivité variable	358
§ 21. —	Note sur les oscillations libres et les oscillations forcées	358

LIVRE XIII

L'ANTENNE ET LA PRISE DE TERRE

Théorie élémentaire de l'antenne

§ 1. —	Extension de la formule de Thomson à l'antenne, Self-induc- tion et capacité effectives d'une antenne	360
§ 2. —	Pertes d'énergie dans une antenne. — Rayonnement. — Hau- teur effective	361
§ 3. —	L'antenne de réception	364
	I. Antenne quart d'onde	364
	II. Antenne demi-onde, Doublets	367
§ 4. —	Le circuit « antenne-terre » habituel	368
§ 5. —	Les antennes extérieures et la foudre	372

LIVRE XIV

LE PROBLEME DE LA RECEPTION

CHAPITRE I

Généralités	374
-------------------	-----

CHAPITRE II

Les détecteurs

§ 1. —	La détection actuelle	378
	I. Théorie élémentaire du détecteur rectificateur, Détection parabolique et détection linéaire	378
	II. Etude pratique des dispositifs modernes	384
§ 2. —	Les amplificateurs	394

CHAPITRE III

Systèmes d'accord

§ 3. —	Généralités. Rappel de définitions importantes	397
§ 4. —	Modes de couplage de l'antenne et du circuit oscillant	398
§ 5. —	Le circuit d'antenne. Antenne accordée et antenne désaccordée	404

CHAPITRE IV

**Etude pratique des bobines et condensateurs variables
utilisés en réception**

§ 6. — Généralités. Bandes couvertes par un condensateur variable en parallèle sur une bobine fixe	406
§ 7. — Les bobines	408
§ 8. — Les condensateurs variables :	
1° Généralités	419
2° Les divers profils de lames mobiles. Condensateurs VLC, VLL, VLF et mid-line	424

CHAPITRE V

La réception sur cadre

§ 9. — Généralités	433
§ 10. — Théorie élémentaire	435
§ 11. — La radiogoniométrie	436
§ 12. — Utilisation des cadres	438
§ 13. — Les cadres modernes	439

LIVRE XV

LES LAMPES

CHAPITRE I

**La lampe à deux électrodes. Charge d'espace. Saturation.
Les cathodes. Valves de redressement**

§ 1. — Conventions générales. Constatation du courant de saturation	445
§ 2. — Emission électronique d'une cathode. Mécanisme de production du courant de saturation. Effet de charge d'espace ..	448
§ 3. — Relations de Richardson, de Dushman et de Langmuir	453
§ 4. — Les cathodes :	
I. Généralités, matières émissives	453
II. Les différents modes de chauffage des cathodes	456
§ 5. — Les valves de redressement. Kénotrons et phanotrons	460
§ 6. — Les détectrices diodes	469
§ 7. — Diode voltmètre	471

CHAPITRE II

**Propriétés générales de la lampe triode.
Courbes caractéristiques et constantes de fonctionnement.**

§ 8. — Courbes caractéristiques tension grille-courant anode et courbes caractéristiques tension anode-courant anode ...	474
§ 9. — Définitions classiques de la résistance interne, du coefficient d'amplification et de la pente de la caractéristique.	483
§ 10. — Diode équivalente d'une triode. Définition électrostatique du coefficient d'amplification. Tension de déplacement	491
§ 11. — Degré de vide	494
§ 12. — Note sur le montage de la lampe triode en dynatron	495

CHAPITRE III

La lampe triode et la fonction amplificatrice

§ 13. — Considérations générales	499
§ 14. — Classification des méthodes d'amplification	503
§ 15. — La distorsion	509
§ 16. — Méthodes générales d'amplification de tension	510
§ 17. — L'amplification basse fréquence :	
1° Généralités	518
2° Amplification basse fréquence de tension	521
3° Amplification basse fréquence de puissance classe A.	524
4° Amplification basse fréquence de puissance classe B.	539
5° Amplification basse fréquence push-pull, classe A et classe B	541
6° Amplification basse fréquence push-pull, classe AB ..	554
7° Commande manuelle de volume dans les amplificateurs basse fréquence	555
§ 18. — L'amplification haute fréquence :	
1° Amplification HF par transformateur à secondaire accordé	558
2° Amplification HF par transformateurs à primaire et secondaire accordés	560
§ 19. — Complément à l'étude des amplificateurs haute fréquence à triodes. Les neutrodynes	562
§ 20. — Amplificateurs UHF à triodes	569

CHAPITRE IV

La lampe triode et la fonction oscillatrice

§ 21. — Rappel de quelques définitions. Comparaisons mécaniques ..	574
§ 22. — Exposé de la théorie de la fonction oscillatrice de la lampe triode	576
§ 23. — Etude physique de la fonction oscillatrice de la lampe triode. Conditions d'entretien des oscillations	577
§ 24. — La réaction ou régénération. Découplage	586
§ 25. — Mode de branchement de l'alimentation d'anode. Alimentation série et alimentation parallèle	589
§ 26. — Puissance fournie par la lampe au circuit oscillant. Rendement	591
§ 27. — Les principaux montages oscillateurs :	
1° Montage Reversed Feed Back	592
2° Montage Feed Back ou Tickler Coil	592
3° Montage Hartley	593
4° Montage Colpitts	594
5° Oscillateur à couplage cathodique	596
6° Montage oscillateur dynatron	596
§ 28. — Propriétés oscillatoires des cristaux de quartz. Commande par quartz	597
§ 29. — Emploi de la lampe triode à la génération d'oscillations entretenues de fréquences très basses et très élevées	604

CHAPITRE V

La lampe triode et la fonction détectrice

§ 30. — Détection par l'anode. — Détection par la grille	609
§ 31. — Détection des ondes entretenues non modulées	615
§ 32. — Considérations théoriques sur la détectrice à réaction	617
§ 33. — Application de la détection par lampe à la mesure des tensions alternatives de faible amplitude	620

CHAPITRE VI

Les transistors

- § 34. — Les transistors. — Principe et utilisations 623

CHAPITRE VII

Les thyratrons

- § 35. — Théorie élémentaire 632
 § 36. — Utilisation des thyratrons à la transformation statique d'une tension continue en tension alternative 634

CHAPITRE VIII

Les tétrodes

- § 37. — Généralités 638
 § 38. — La lampe à écran et ses applications 640
 1° Triode et diode équivalentes d'une tétrode à écran .. 640
 2° Courbes caractéristiques. Fonctionnement. Réglage de la tension d'écran 643
 3° Mise en œuvre pratique de la lampe à écran 648
 4° Utilisation de la lampe à écran comme amplificatrice. 650
 5° Utilisation de la lampe à écran comme oscillatrice .. 656
 6° Utilisation de la lampe à écran comme détectrice ... 658

CHAPITRE IX

Les lampes à pente variable

- § 39. — Généralités ; théorie élémentaire 660
 § 40. — Montages 668
 § 41. — Utilisations pratiques 672

CHAPITRE X

Les pentodes

- § 42. — Généralités 673
 § 43. — Rôle de la troisième grille dans les pentodes. Diode équivalente d'une pentode. Courbes caractéristiques 676
 § 44. — Pentodes basse fréquence 677
 1° Courbes caractéristiques. Circonstances particulières de fonctionnement 677
 2° Montage d'une pentode BF dans un étage classe A .. 686
 3° Montage de pentodes BF dans un étage push-pull .. 687
 4° Rendement et sensibilité d'une pentode BF 689
 5° Conclusion 689
 § 45. — Pentodes haute fréquence 690
 § 46. — La pentode et la fonction oscillatrice 693
 § 47. — La tétrode-pentode à concentration électronique 694

CHAPITRE XI

Les hexodes

- § 48. — Généralités ; description 703

CHAPITRE XII

Les heptodes

- § 49. — Généralités. Décomposition de l'heptode en lampes consécutives 705

CHAPITRE XIII

L'octode et l'ennéode

- § 50. — Généralités sur l'octode 707
 § 51. — Généralités sur l'ennéode 708

CHAPITRE XIV

Les diodes combinées

- § 52. — Généralités 709
 § 53. — Les lampes à diodes combinées 710

CHAPITRE XV

Les lampes complexes

- § 54. — Généralités 712
 1° Les lampes à électrodes flottantes 712
 2° Les doubles triodes 712
 3° Les triodes-pentodes 713
 4° Les triodes-hexodes et les triodes-heptodes 713
 5° Les lampes à émission secondaire 713

CHAPITRE XVI

L'alimentation des lampes.

Les sources de tension utilisées en réception

- § 55. — Généralités 715
 § 56. — Les batteries 716
 § 57. — Alimentation des récepteurs « batteries » en alternatif redressé et filtré 717
 § 58. — Alimentation des postes « secteur alternatif » 724
 § 59. — Alimentation des postes « secteur continu ». Lampes et postes universels (ou « tous courants ») 727

LIVRE XVI

LA RECEPTION MODERNE

CHAPITRE I

Les qualités d'un récepteur de radiodiffusion

- § 1. — Définitions 730
 § 2. — Caractéristiques des appareils employés dans les mesures .. 734
 § 3. — Détails des essais et mesures le plus habituellement effectués au cours de l'étalonnage d'un récepteur 738

CHAPITRE II

Les compléments indispensables ou utiles de la réception

§ 4. — Les reproducteurs de sons. Casques et haut-parleurs	744
§ 5. — Mode de branchement du casque et du haut-parleur dans le circuit d'anode de la dernière lampe	750
§ 6. — Régulation de la tension du secteur alternatif	752

CHAPITRE III

Les « commandes automatiques » et les perfectionnements dans un récepteur moderne

§ 7. — La commande de volume. Commande manuelle et commande automatique. Accord silencieux	757
I. Commande automatique de volume simple	761
II. Commande automatique de volume différée	763
III. Commande automatique de volume amplifiée	764
IV. Accord silencieux	767
V. Sur quelles lampes faire agir la commande automatique de volume ?	769
VI. Lampes pentodes à caractéristique basculante	771
§ 8. — Les indicateurs d'accord	772
§ 9. — La correction automatique d'accord	774
§ 10. — Les montages réflexes	779
§ 11. — La contre-réaction en basse fréquence	781
§ 12. — Utilisation de la partie BF des récepteurs à l'amplification phonographie par pick-up	785
§ 13. — Autres perfectionnements des récepteurs	786

CHAPITRE IV

Les récepteurs à amplification directe

§ 14. — Evolution. — Généralités	787
§ 15. — Commande unique	788
§ 16. — Performances	789

CHAPITRE V

La super-réaction

§ 17. — Théorie élémentaire	790
§ 18. — Réalisations pratiques modernes	793
§ 19. — Conclusion	795

CHAPITRE VI

Les récepteurs à changement de fréquence

§ 20. — Genèse. Définitions	796
§ 21. — Théorie générale	798
§ 22. — L'amplificateur moyenne fréquence	804
§ 23. — Le changement de fréquence proprement dit	808
I. Généralités	808
II. Changement de fréquence par détection	808
III. Changement de fréquence par modulation	810
Les montages modernes	811
I. Les dispositifs à une lampe	814
II. Les dispositifs à deux lampes	817
Les enroulements oscillateurs	820

	Pages
§ 24. — Réalisation pratique d'un récepteur à changement de fréquence	821
§ 25. — Le problème de la commande unique dans les récepteurs à changement de fréquence	828
I. Généralités	828
II. Méthode de calcul des éléments d'une commande unique par padding d'un récepteur à changement de fréquence. Méthode H. Roder	831
III. Méthode préconisée par la R.C.A.	839
IV. Utilisation des résultats du calcul	842
§ 26. — Performances des récepteurs à changement de fréquence ..	845
§ 27. — Etalement des bandes « ondes courtes »	846

LIVRE XVII

LA MODULATION DE FREQUENCE

§ 1. — Généralités. — Définitions. — Théorie	850
§ 2. — Réception des ondes modulées en fréquence	855
§ 3. — Réception par adaptateur FM	861
§ 4. — Récepteur mixte AM-FM	861
§ 5. — Antennes spéciales pour FM	867

LIVRE XVIII

LE TUBE A RAYONS CATHODIQUES
ET L'OSCILLOGRAPHE CATHODIQUE

CHAPITRE I

Descriptions du tube à rayons cathodiques

§ 1. — Genèse	870
§ 2. — Disposition pratique	872

CHAPITRE II

Utilisation du tube à rayons cathodiques. L'oscillographe cathodique

§ 3. — Montage du tube	874
§ 4. — Les figures de Lissajous. Détermination de la fréquence à l'aide de l'oscillographe cathodique	876
§ 5. — Mise en évidence de la forme de la tension périodique sur l'écran d'un oscillographe cathodique par balayage linéaire horizontal. Tension de balayage en dents de scie	883
§ 6. — Etude de la modulation d'un émetteur radiophonique à l'aide de l'oscillographe cathodique	889
§ 7. — Comment faire apparaître sur l'écran d'un tube cathodique la courbe caractéristique d'une lampe de T.S.F.	891
§ 8. — Utilisation de l'oscillographe cathodique au réglage des amplificateurs moyenne fréquence	892