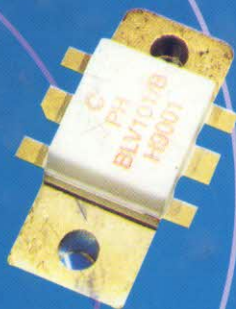
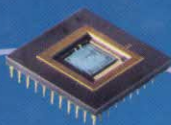
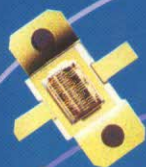


# *Histoire des systèmes*

# *de télécommunication*



AVEC OU SANS FIL,  
DES INVENTIONS  
POUR COMMUNIQUER



**Claude NOWAKOWSKI  
Alain ROUX**



*lavoisier*  
**TEC  
&  
DOC**

## Sommaire

---

Introduction .....	17
<b>1. Electricité, magnétisme, électromagnétisme .....</b>	<b>23</b>
Aux origines : l'électricité statique.....	24
L'électrophore.....	25
Les machines électriques.....	25
<i>Machines électriques à frottement</i> .....	25
<i>Machines électriques à influence</i> .....	26
Le courant électrique .....	26
La pile : de l'électricité circulante (électrohydraulique).....	26
Les piles et accumulateurs.....	27
<i>Les piles</i> .....	27
<i>Les accumulateurs</i> .....	28
L'étincelle électrique.....	29
L'électromagnétisme .....	30
Avant : le magnétisme.....	30
La découverte : l'électromagnétisme.....	30
<i>La machine de PIXII</i> .....	31
<i>La machine de CLARKE</i> .....	32
La bobine d'induction.....	32
Moteurs.....	34
La conduction de l'électricité.....	35
Conclusion .....	35
Bibliographie.....	35
Planche I : piles et machines électromagnétiques.....	37
Planche II : étincelle électrique .....	38
<b>2. Télégraphe.....</b>	<b>39</b>
Les codes .....	
Les lignes.....	
Le matériel .....	42
Les premiers appareils .....	43
Télégraphes à aiguilles.....	43
<i>Télégraphes de WHEATSTONE</i> .....	43
Télégraphes à cadran.....	44
<i>Appareils de WHEATSTONE</i> .....	44
<i>Télégraphe de BREGUET</i> .....	45
<i>Appareils de SIEMENS</i> .....	45

Télégraphes enregistreurs .....	46
Télégraphe Morse .....	46
Télégraphes automatiques .....	48
Télégraphes imprimeurs .....	49
Les appareils à échappement .....	49
Télégraphe HUGHES .....	50
Télégraphes multiples .....	52
Télégraphe de MEYER .....	52
Télégraphe de BAUDOT .....	52
<i>Modèle primitif</i> .....	53
Télégraphie sous-marine .....	54
Téléscripteurs, téléimprimeurs .....	55
Appareils HIGGINS .....	55
Appareils de WRIGHT .....	56
Télégraphe ROWLAND .....	56
Téléscripteur HOFFMANN .....	57
Appareils Start-Stop et TELEX .....	57
<i>Appareil MORKRUM &amp; KLEINSCHMIDT n° 14</i> .....	58
<i>Appareil CREED n° 3</i> .....	59
<i>Appareils SIEMENS &amp; HALSKE</i> .....	60
<i>Appareils SAGEM</i> .....	60
Télégraphie harmonique .....	62
Conclusion .....	62
Bibliographie .....	62
Planche III : télégraphes à aiguilles, à cadran (BREGUET) .....	64
Planche IV : télégraphe à cadran : SIEMENS .....	65
Planches V : télégraphe MORSE .....	66
Planche VI : télégraphe automatique, télégraphe imprimeur (Wheatstone) .....	67
Planche VII : télégraphe HUGHES .....	68
Planche VIII : télégraphe BAUDOT .....	69
Planche IX : téléscripteurs HIGGINS et WRIGHT .....	70
Planche X : TELEX SAGEM .....	71
3. Les débuts du téléphone : du manuel au crossbar .....	73
Naissance .....	73
Avant la première communication .....	74
Le téléphone primitif .....	75
Le microphone .....	76
Le poste téléphonique .....	77
La commutation .....	78
Le téléphone manuel .....	78
Postes à batterie locale .....	78
Le standard .....	79
Installations à batterie centrale .....	80
<i>Le Gutenberg</i> .....	81
Le téléphone automatique .....	82
Principe de la commutation automatique .....	83
Système Strowger .....	84
<i>L'appareillage électromécanique</i> .....	84
<i>Le central</i> .....	85

Système Rotary.....	86
<i>Le chercheur</i> .....	86
<i>L'enregistreur</i> .....	86
<i>Le sélecteur</i> .....	87
<i>Le combineur</i> .....	87
<i>Fonctionnement du sélecteur</i> .....	87
<i>Déroulement des opérations</i> .....	88
Système R6 .....	88
<i>Le matériel</i> .....	89
<i>Le sélecteur</i> .....	90
<i>Le connecteur</i> .....	90
<i>Le G.R.A.</i> .....	90
Système Crossbar .....	90
Lignes et câbles.....	91
Bibliographie .....	92
Planche XI : téléphone de BELL, microphone .....	93
Planche XII : poste ADER-BELL .....	94
Planche XIII : monophone SIT, micro BERLINER, poste SIEMENS.....	95
Planche XIV : appareil 1910, téléphone intérieur TROUVÉ .....	96
Planche XV : dispositifs de commutation manuelle.....	97
Planche XVI : tableau de commutateur manuel .....	98
Planche XVII : communication entre deux abonnés .....	99
Planche XVIII : automatique, la numérotation .....	100
Planche XIX : commutateur STROWGER.....	101
Planche XX : Rotary, R6.....	102
Planche XXI : Crossbar.....	103
4. Ondes et théories .....	105
De la lumière aux ondes radio-électriques .....	106
La théorie de l'électricité avant MAXWELL.....	109
La théorie de MAXWELL .....	110
La découverte de HERTZ.....	111
Les expériences de HERTZ .....	111
Conclusion.....	114
Bibliographie .....	114
Planche XXII : optique .....	116
Planche XXIII : ondes électromagnétiques.....	117
5. Les débuts de la TSF.....	119
Des ondes amorties aux ondes entretenues .....	119
Naissance de la TSF .....	120
Les ondes électromagnétiques .....	121
Le premier détecteur.....	122
La syntonie .....	123
Le courant à haute fréquence.....	123
L'antenne.....	124
Les premiers postes .....	124
La télé mécanique .....	126
MARCONI .....	126

Première liaison à travers la Manche .....	127
La station .....	127
Le détecteur électrolytique .....	127
<b>Evolution des stations de TSF</b> .....	129
Les premières stations .....	129
Émetteur à étincelles .....	129
<i>Les éclateurs</i> .....	129
<i>Les selfs</i> .....	130
<i>Les condensateurs</i> .....	130
Récepteurs .....	130
<b>Ondes entretenues : de l'arc chantant aux « usines d'ondes »</b> .....	132
L'arc électrique .....	132
Les alternateurs haute fréquence .....	133
Les transformateurs de fréquence .....	135
<b>Les débuts de la téléphonie sans fil</b> .....	135
<b>Détecteurs</b> .....	136
<b>Le poste à galène</b> .....	138
<b>Ondes dirigées</b> .....	140
<b>Bibliographie</b> .....	141
Planche XXIV : expériences de BRANLY, LODGE, .....	142
Planche XXV : appareils primitifs MARCONI .....	143
Planche XXVI : matériel DUCRETET .....	144
Planche XXVII : arc POULSEN, appareils à éclateurs spéciaux .....	145
Planche XXVIII : émetteur à alternateur, transformateur de fréquence .....	
Planche XXIX : émetteur récepteur pour l'armée .....	146
Planche XXX : détecteurs .....	147
Planche XXXI : le poste à galène .....	148

<b>6. La valve, l'audion et autres lampes</b> .....	151
<b>Avant les tubes électroniques</b> .....	152
Le tube de GEISSLER .....	152
La lampe à incandescence d'EDISON .....	152
Le vide .....	153
<b>La diode</b> .....	154
Genèse .....	154
Description .....	156
Fonctionnement .....	156
Montages .....	157
Evolution .....	157
<b>La triode</b> .....	158
Genèse .....	158
Description .....	159
Fonctionnement .....	160
<i>Principe général</i> .....	160
<i>Détection</i> .....	160
<i>Amplification</i> .....	161
<i>Oscillateur</i> .....	161
Evolution .....	161
<i>La lampe TM et les triodes</i> .....	162

<i>Le pliotron</i> .....	162
Les lampes multigrilles .....	163
Le dynatron .....	164
Le pliodynatron .....	164
La tétrode .....	164
La pentode .....	164
Evolution des lampes pour les récepteurs radio .....	164
Les lampes à pente variable .....	164
Tension de chauffage .....	165
Lampes à faisceau dirigé .....	165
Lampes miniatures .....	165
Lampes « noval » .....	165
Lampes d'émission .....	165
Tubes pour hyperfréquences .....	167
Les limites d'une triode .....	167
Une résistance « négative » : le dynatron .....	167
Le négatron .....	168
Le magnétron .....	168
Les tubes à modulation de vitesse .....	169
Les lampes spéciales .....	170
Thyratrons .....	171
Applications .....	171
Conclusion .....	172
Bibliographie .....	172
Planche XXXII : le vide, la diode de FLEMING .....	174
Planche XXXIII : l'audion .....	175
Planche XXXIV : évolution de la triode .....	176
Planche XXXV : montages avec triodes .....	177
Planche XXXVI : les lampes multigrilles .....	178
Planche XXXVII : tubes spéciaux .....	179
Planche XXXVIII : tubes à modulation de vitesse, magnétron .....	180

## 7. De la TSF à la radio — Des postes à réaction à la stéréophonie FM .....

Les débuts des postes à lampes .....	182
La détection .....	183
L'amplification .....	184
Le détecteur à réaction .....	184
L'oscillateur .....	184
L'hétérodyne .....	185
Les postes à lampes de l'armée française : la période 14-18 .....	185
Postes .....	186
Amplificateurs .....	187
Emetteurs .....	188
Ondemètre .....	188
La radiodiffusion .....	188
Evolution du récepteur .....	190
Le poste de radio FM et la stéréo .....	195
Les radioamateurs .....	197
Les ondes courtes .....	198

Les ondes ultracourtes .....	199
<b>Radiotéléphonie</b> .....	200
Conclusion.....	201
<b>Bibliographie</b> .....	202
Planche XXXIX : émetteur-récepteur avec audion.....	203
Planche XL : récepteurs à triodes .....	204
Planche XLI : émetteurs à triodes.....	205
Planche XLII : montages avec lampes TM.....	206
Planche XLIII : récepteurs simples.....	207
Planche XLIV : évolution du haut-parleur .....	208
Planche XLV : évolution des récepteurs .....	209
Planche XLVI : super-réaction .....	210
Planche XLVII : montages à ondes courtes.....	211
Planche XLVIII : oscillateurs VHF et ondes dirigées.....	212
<b>8. Télévision</b> .....	213
Principes généraux .....	213
Premiers essais de transmission d'images fixes .....	215
La balayage ligne par ligne .....	216
Emploi de la cellule au sélénium.....	216
Photoélectricité .....	216
Balayage ligne par ligne.....	217
Balayage par jeu de miroirs.....	217
Disque de NIPKOW.....	217
La cellule de KERR .....	218
Miroirs tournants.....	218
Un projet pour l'Exposition de 1900 .....	219
Le tube à décharge au récepteur .....	219
Les progrès de la téléphotographie .....	219
Balayage mixte .....	220
La télévision électromécanique .....	221
Les trois composants de base.....	221
<i>Cellule au sélénium</i> .....	221
<i>Progrès de la cellule de KERR</i> .....	221
<i>Disque de NIPKOW</i> .....	221
Les systèmes de synchronisation.....	222
<i>Synchronisation par alternateur</i> .....	222
<i>Synchronisation par le courant du réseau</i> .....	222
<i>Synchronisation par roue phonique</i> .....	222
<i>Synchronisation par oscillateur local</i> .....	223
<i>Synchronisation par oscillateur local à BF</i> .....	223
Ultimes expériences avant la télévision .....	223
<i>Caméra à miroirs tournants</i> .....	223
<i>Caméra à miroir vibrant</i> .....	224
Les premières transmissions d'images animées .....	224
<i>Aux Etats-Unis</i> .....	224
<i>En Grande-Bretagne</i> .....	225
<i>En Allemagne</i> .....	226
<i>En France</i> .....	226
La télévision d'amateur .....	227

Le télécinéma.....	227
<i>Appareils électromécaniques</i> .....	228
<i>Transmetteurs électroniques</i> .....	228
Vers la télévision électronique.....	229
<i>Emploi du tube cathodique</i> .....	229
<i>Amplification des signaux</i> .....	229
<i>Emission à très courtes longueurs d'onde</i> .....	229
Fin de la mécanique.....	230
<b>La télévision électronique</b> .....	230
Le tube cathodique.....	230
<i>L'œuf électrique</i> .....	230
<i>L'arc électrique</i> .....	231
<i>Les tubes à décharge</i> .....	231
<i>Les rayons cathodiques</i> .....	231
<i>L'électron</i> .....	232
<i>L'oscillographe à rayons cathodiques</i> .....	232
<i>Evolution</i> .....	232
<i>Un tube spécial</i> .....	233
Vers la prise de vues électronique.....	233
Tubes de prise de vues.....	235
<i>Iconoscope</i> .....	235
<i>Dissector de FARNSWORTH</i> .....	236
<i>Supericonoscope</i> .....	237
<i>Orthicon</i> .....	237
<i>Image orthicon</i> .....	237
<i>Vidicon</i> .....	238
<i>Plumbicon</i> .....	238
<b>La « télédiffusion »</b> .....	239
Premiers postes.....	239
La Tour EIFFEL.....	239
Nombre de lignes.....	240
Les bandes et canaux.....	241
<b>La télévision en couleurs</b> .....	242
La trichromie.....	242
Essais de BAIRD.....	242
Premières émissions aux Etats-Unis.....	243
<b>Conclusion</b> .....	246
<b>Bibliographie</b> .....	247
Planche XLIX : cellules photo-électriques et de KERR.....	248
Planche L : télévision primitive.....	249
Planche LI : télévision électro-mécanique, BAIRD.....	250
Planche LII : télécinéma.....	251
Planche LIII : tube cathodique.....	252
Planche LIV : télévision électronique primitive.....	253
Planche LV : iconoscope et dissector.....	254
Planche LVI : premiers postes TV pour le public.....	255
Planche LVII : TV couleur, principes.....	256
Planche LVIII : tubes pour TV couleur.....	257

Naissance .....	259
<b>Les semi-conducteurs</b> .....	261
La conduction électrique : des cas singuliers .....	261
Le silicium .....	263
Le germanium .....	263
Le gallium .....	263
L'indium .....	263
<b>La théorie</b> .....	263
Isolant, métal et semi-conducteurs .....	265
<b>Vers l'invention du transistor</b> .....	266
Fonctionnement de la diode à semi-conducteurs .....	268
Fonctionnement du transistor .....	269
<b>Les types de transistor</b> .....	270
<b>Les montages de base</b> .....	272
<b>Emploi en hyperfréquences</b> .....	273
Diode Varactor .....	273
Diode tunnel .....	274
Diode PIN .....	274
Effet GUNN .....	274
Diode à avalanche .....	274
Diode Impatt .....	275
<b>Autres composants</b> .....	275
Thyristor .....	275
Transistor unijonction .....	276
Photodiodes et phototransistors .....	276
Led .....	277
Laser .....	278
<b>Circuits logiques</b> .....	278
<b>Circuits intégrés</b> .....	279
<b>La microélectronique</b> .....	281
<b>Applications particulières</b> .....	281
L'amplificateur opérationnel .....	281
Les convertisseurs analogiques-numériques CAN .....	282
Les échantillonneurs bloqueurs .....	282
Les transducteurs .....	282
Les codecs .....	282
<b>Les registres à transfert de charges</b> .....	283
<b>Conclusion</b> .....	283
<b>Bibliographie</b> .....	284
<b>Planche LIX : premiers transistors</b> .....	285
<b>Planche LX : les semi-conducteurs, la jonction</b> .....	286
<b>Planche LXI : les expériences au laboratoire de ATT</b> .....	287
<b>Planche LXII : l'effet transistor</b> .....	288
<b>Planche LXIII : fabrication des transistors</b> .....	289
<b>Planche LXIV : transistors à effet de champ</b> .....	290
<b>Planche LXV : photodiode, phototransistor</b> .....	291
<b>Planche LXVI : laser</b> .....	292
<b>Planche LXVII : circuits logiques, circuits intégrés</b> .....	293
<b>Planche LXVIII : registres à transfert de charge</b> .....	294

<b>10. Télécommunications</b> .....	295
<b>Les signaux</b> .....	295
Signaux discrets.....	295
Signaux continus.....	297
Les conversions.....	298
<b>Les milieux de transmission</b> .....	298
Les lignes.....	299
Les courants porteurs.....	300
Les ondes électromagnétiques.....	300
Les câbles hertziens.....	301
Guides d'ondes.....	301
Fibre optique.....	302
<b>Les théories</b> .....	303
La modulation.....	304
La théorie du signal et le bruit.....	306
La propagation des ondes.....	306
<b>Du télégraphe à la télécopie</b> .....	307
Le TELEX électronique.....	307
Le fac-similé.....	307
<i>Le pantélégraphe</i> .....	307
<i>Télétransmission de photographie</i> .....	308
<i>La télécopie</i> .....	308
<i>La compression de données</i> .....	310
<i>Compactage d'une télécopie</i> .....	311
Télécomposition.....	312
<b>Du téléphone au visiophone</b> .....	312
L'emploi du tube électronique.....	313
Le relais amplificateur.....	313
Les lignes à courants porteurs.....	314
Liaisons transocéaniques.....	314
<i>Les câbles transatlantiques</i> .....	315
Emploi des semi-conducteurs.....	315
La commutation temporelle.....	316
Emploi des guides d'ondes.....	316
Emploi de la fibre optique.....	317
<i>Evolution</i> .....	317
Le téléphone sans fil.....	318
La téléinformatique.....	319
TRANSPAC.....	321
RNIS.....	321
Le MINITEL.....	322
Le visiophone.....	323
<b>Images et sons</b> .....	323
Les télévisions.....	323
Enregistrement des sons et des images.....	328
<i>Le magnétophone</i> .....	328
<i>Le magnétoscope</i> .....	329
<i>Disque LASER</i> .....	330
<b>Les radiocommandes</b> .....	330
L'heure électronique.....	330
<b>Le radar et le radioguidage</b> .....	331

Le MASER.....	334
Les satellites de télécommunication.....	335
Conclusion.....	337
Bibliographie.....	338
Planche LXIX : formes des signaux, conversion analogique numérique.....	339
Planche LXX : guide d'onde.....	340
Planche LXXI: fibre optique.....	341
Planche LXXII : modulations.....	342
Planche LXXIII : pantélégraphe, téléautocopiste SÉMAT.....	343
Planche LXXIV : multiplexage.....	344
Planche LXXV : téléphone optique.....	345
Planche LXXVI : compactage, transmission de données.....	346
Planche LXXVII : écrans plats.....	347
Planche LXXVIII : magnétophone à fil POULSEN.....	348
Planche LXXIX : vidéodisque.....	349
Planche LXXX : RADAR, principe.....	350
CHRONOLOGIE.....	351
Index des savants, physiciens, inventeurs.....	357
Index des systèmes, procédés, appareils.....	363