

Télécommunications

Principes,
infrastructures
et services

Daniel Battu

Préface de Jacques Dondoux

2^e édition

INFORMATIQUES

DUNOD



Table des matières

Avant-proposxxiii
Chapitre 1 – Quelques rappels de technologie	1
1.1 Mouvements vibratoires	1
1.1.1 Vibrations	1
1.1.2 Fréquences et phase	2
1.2 Notions d'électricité	4
1.2.1 Électricité et téléphonie	4
1.2.2 Définition des unités électriques	4
1.2.3 Application à la téléphonie	5
1.3 Magnétisme	6
1.3.1 Aimantation et attraction	6
1.3.2 Action d'un champ magnétique sur un circuit et réciproque	6
1.3.3 Signaux téléphoniques	6
1.3.4 Perturbations électromagnétiques	6
1.4 Electrostatique	7
1.4.1 Principe	7
1.4.2 Perturbations	7
1.4.3 Application à la téléphonie	7
1.5 Puissance des signaux de télécommunication	7
1.6 Signaux vocaux	8
1.6.1 Son : un phénomène vibratoire	8
1.6.2 Voix humaine	9
1.6.3 Fréquences vocales téléphoniques	9
1.6.4 Attente musicale	10
1.6.5 Sensibilité de l'oreille humaine	11
1.6.6 Boléro de Ravel	12
1.6.7 Codage de l'information	13
1.6.8 Effets spéciaux	13
1.6.9 Circuits de largeur de bande à 4 kHz	14
1.7 Rappels historiques	15

Chapitre 2 – Système téléphonique	17
2.1 Équipement terminal d'un abonné	17
2.1.1 Principe	17
2.1.2 Couplage microphone/écouteur	20
2.1.3 Transformation de 2 fils à 4 fils pour le transport	20
2.1.4 Phénomène d'écho	20
2.1.5 Niveaux d'émission et de réception	23
2.1.6 Caractéristiques des signaux de parole	23
2.2 Système téléphonique	24
2.2.1 Liaison commutée et liaison louée	24
2.2.2 Hiérarchie des centres téléphoniques	26
2.2.3 Cas du transfert d'appel	27
2.2.4 Trafic du réseau commuté	28
2.2.5 Famille des commutateurs téléphoniques	29
2.2.6 Organisation des services d'exploitation	31
2.2.7 Service de renseignements téléphoniques	31
2.2.8 Fiabilité de l'acheminement des appels urgents	32
2.2.9 Numérotation des postes d'abonnés	33
2.3 Autocommutateurs privés d'entreprise (PABX)	34
2.3.1 Organisation	34
2.3.2 Historique des autocommutateurs privés	34
2.3.3 PABX actuels	35
2.3.4 Table de change	37
2.3.5 Centres d'appel	37
2.3.6 Synthèse de la parole et serveurs vocaux	39
2.3.7 Vue d'ensemble	40
2.4 Service Centrex	41
2.5 Aperçu économique	42
2.5.1 Résumé sur le RTPC	42
2.5.2 Quelques chiffres	42
2.5.3 Courbe de Jipp	43
2.5.4 Flux financiers et télécommunications	44
Chapitre 3 – Codages et données	47
3.1 Données et transfert d'informations	47
3.1.1 Données	47
3.1.2 Analogique et numérique	48
3.1.3 Communication de données	49
3.1.4 Codages utilisés en transmission	49

3.1.5	Types de message à transmettre	50
3.2	Codages de messages alphanumériques	51
3.2.1	Exemples de codages	51
3.2.2	Codage par caractère	52
3.2.3	Codage pour téléécriture conversationnelle	53
3.2.4	Codage par élément d'image	54
3.2.5	Codes à barres	54
3.2.6	Conversion de codes	54
3.3	Liaisons télégraphiques et télex	54
3.3.1	Principes	54
3.3.2	Ligne d'abonné télégraphique	55
3.3.3	Section interurbaine ou internationale	56
3.4	Définitions relatives à la transmission de données	57
3.4.1	Terminal de données	57
3.4.2	Terminal de circuit de données et modem	57
3.4.3	Communication entre terminaux de données	59
3.4.4	Liaison de données	59
3.5	Débit binaire et rapidité de modulation	60
3.5.1	Débit binaire	60
3.5.2	Valence d'un signal	60
3.5.3	Rapidité de modulation	61
3.6	Contrôle d'erreur	62
3.6.1	Nécessité	62
3.6.2	Méthodes de protection contre les erreurs	62
3.6.3	Vérification à l'aide de l'écho	62
3.6.4	Demande de répétition	63
3.6.5	Contrôle de parité	64
3.6.6	Contrôle de trame	64
3.6.7	Codage en treillis	65
3.6.8	Autres codes	66
3.7	Compression de données	66
3.7.1	Aspects théoriques	66
3.7.2	Données de l'utilisateur	67
3.7.3	Types de redondance dans les données	67
3.7.4	Méthodes de compression de données	68
3.8	Annexe : codage de l'information	69
3.8.1	Codage binaire, décimal, hexadécimal	69
3.8.2	Codage ASCII	70

Chapitre 4 – Modems et transmission de données	73
4.1 Modem et bande de base	73
4.1.1 Distinction	73
4.1.2 Émetteurs récepteurs en bande de base (ERBdB)	73
4.1.3 Systèmes HDSL	74
4.1.4 Caractéristiques des modems	75
4.2 Interface modem – ETTD	75
4.2.1 Notion d'interface	75
4.2.2 Jonction V.24	76
4.3 Modes d'exploitation d'un circuit de données	77
4.3.1 Mode simplex (ou unidirectionnel)	77
4.3.2 Mode semi-duplex (ou bidirectionnel à l'alternat)	77
4.3.3 Mode duplex	77
4.4 Modes de transmission et synchronisation	79
4.4.1 Transmission asynchrone	79
4.4.2 Transmission synchrone	79
4.5 Types de modulation	80
4.5.1 Principe	80
4.5.2 Modulation d'amplitude (MA)	80
4.5.3 Modulation de fréquence (MF)	80
4.5.4 Modulation de phase	81
4.5.5 Autres modulations possibles	81
4.5.6 Exemples de fonctionnement des modems	82
4.6 Capacité d'un circuit de données	84
4.7 Qualification des supports analogiques	86
4.8 Exploitation de la voie téléphonique	88
4.8.1 Définitions	88
4.8.2 Numérotation préenregistrée	89
4.9 Qualité d'une liaison de données	89
4.9.1 Liaison asynchrone	89
4.9.2 Liaison synchrone	89
4.10 Annulation d'écho	90
4.10.1 Origine des échos	90
4.10.2 Suppression ou annulation d'écho	91
4.11 Normalisation des modems	92
4.12 Fonctions complémentaires des modems	94
4.12.1 Multiplexage de données	94
4.12.2 Bouclage	95

4.12.3	Horloge d'émission externe	95
4.12.4	Fonctions d'exploitation	95
4.12.5	Langages de communication	95
4.12.6	Contrôle de flux	96
4.12.7	Modems voix et données simultanées	96
4.12.8	Présentation des modems	98
4.13	Protocoles MNP	98
4.13.1	Description	98
4.13.2	Détection d'erreur V.42 et MNP 4	99
4.13.3	Compression V.42 bis et MNP 5	100
4.14	Modems à 56 kbit/s (V.90/V.92, V.91 et V.300)	100
4.15	Conformité des modems	101
4.15.1	Raisons des essais de conformité	101
4.15.2	Difficultés	101
4.15.3	Interfaces des réseaux d'accès	102
4.15.4	Normes de modems	102
4.15.5	Autres fonctionnalités	102
4.15.6	Opposabilité	102
4.16	Choix d'un modem adapté à la liaison	103
4.16.1	Largeur de bande et débit maximum	103
4.16.2	Solution générale	103
4.16.3	AVD/SVD et ASVD/DSVD	104
4.16.4	Choix d'un modem	104
Chapitre 5 – Supports de transmission		107
5.1	Câbles à paires ou à quartes métalliques	109
5.2	Câbles à paires coaxiales	109
5.3	Guides d'ondes	110
5.4	Liaisons radioélectriques	110
5.4.1	Faisceaux hertziens	111
5.4.2	Satellites de télécommunications	113
5.4.3	Couverture radioélectrique à faible distance	123
5.5	Fibres optiques	124
5.5.1	Caractéristiques	124
5.5.2	Multiplexage en longueur d'onde (WDM)	126
5.5.3	Soliton	128
5.5.4	Avantages et inconvénients des fibres optiques	128
5.6	Câbles sous-marins	129

5.7	Liaisons sur faisceaux laser ou en infrarouge	132
5.8	Choix d'un support et d'un système de transmission	133
5.9	Défauts intrinsèques du réseau de transmission	135
5.9.1	Généralités	135
5.9.2	Distorsion d'affaiblissement	135
5.9.3	Distorsion de phase	135
5.9.4	Désadaptation d'impédance	135
5.9.5	Bruits et diaphonies	136
5.9.6	Écarts de fréquence	136
5.9.7	Distorsion non linéaire	137
5.9.8	Saut et gigue de phase	137
5.9.9	Échos	137
5.9.10	Microcoupures	137
5.9.11	Temps moyen de propagation des différents supports	137
5.9.12	Disponibilité des supports	138
5.9.13	Taux d'erreur en numérique	139
5.9.14	Mesures en fibre optique	139
Chapitre 6 – Multiplexages pour le réseau de transport		141
6.1	Impératifs de la transmission	141
6.2	Analogique et numérique	142
6.2.1	Technique analogique	142
6.2.2	Technique numérique	142
6.3	Principe de la modulation analogique	142
6.4	Hiérarchies des systèmes analogiques	144
6.5	Principe du multiplexage MIC/PCM	144
6.6	Hiérarchie des systèmes numériques plésiochrones	146
6.7	Hiérarchie numérique synchrone (SDH)	147
6.8	Dispositions propres au réseau national	152
6.8.1	Sécurisation des artères interurbaines	152
6.8.2	Synchronisation du réseau	153
6.9	Équipements utilisés à l'international	153
6.9.1	Interpolation des signaux de parole	153
6.9.2	Suppresseur et annuleur d'écho	156
6.10	Transport des groupes multiplexés	157
6.10.1	Multiplexage analogique	157
6.10.2	Multiplexage numérique	157
6.10.3	Numérique sur canal analogique	158

6.11	Annexe : comparaison des techniques de transport analogique et numérique	160
6.12	Annexe : loi A du codage MIC	161
Chapitre 7 – Multiplexage, concentration et commutation		163
7.1	Introduction	163
7.1.1	Intérêt économique	163
7.1.2	Vocabulaire utilisé	165
7.1.3	Vue d'ensemble sur le multiplexage	165
7.1.4	Multiplexage et transmission de données	166
7.1.5	Familles de multiplexeurs	166
7.1.6	Caractéristiques des multiplexeurs	167
7.2	Multiplexage analogique ou en fréquence	168
7.2.1	Principe	168
7.2.2	Caractéristiques	168
7.3	Multiplexeurs temporels	170
7.3.1	Principe	170
7.3.2	Caractéristiques	172
7.4	Multiplexeur statistique	173
7.4.1	Principe	173
7.4.2	Caractéristiques	174
7.5	Cas des radiocircuits	175
7.5.1	Liaisons radio de haute qualité	175
7.5.2	Parties terminales des liaisons	175
7.5.3	Modulation analogique du circuit radio	176
7.5.4	Traitement numérique du signal à large bande	176
7.6	Considérations sur les multiplexeurs	176
7.6.1	Normalisation	176
7.6.2	Retard de transmission	177
7.6.3	Sensibilité aux erreurs	177
7.6.4	Détection automatique de vitesse	177
7.6.5	Synchronisation d'un réseau	177
7.6.6	Administration de réseau	178
7.6.7	Multiplexeurs multiapplications	178
7.7	Traitements numériques de la parole	180
7.7.1	MIC différentiel adaptatif (MICDA ou ADPCM)	180
7.7.2	Bande sonore élargie	180
7.7.3	Codages Musicam, Digicast et COFDM	181
7.7.4	Autres procédés de traitement du signal vocal	182
7.8	Concentrateurs	183

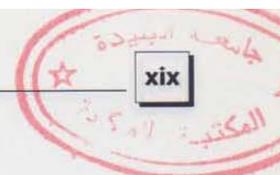
7.8.1	Concentrateur téléphonique	183
7.8.2	Historique des concentrateurs de données	184
7.8.3	Caractéristiques du concentrateur	185
7.8.4	Concentrateurs et multiplexeurs	186
7.9	Multiplexeurs inverses	187
7.10	Techniques de commutation	189
7.10.1	Commutation de circuits	189
7.10.2	Multiplexage numérique et commutation	190
7.10.3	Signalisation téléphonique et supervision	191
7.10.4	Commutateurs brasseurs	192
7.10.5	Commutation de trames, de paquets et de cellules	192
7.11	Transmission de données en interurbain	193
7.11.1	Groupement des débits à basse vitesse	193
7.11.2	Multiplexage dynamique	194
7.11.3	Raccordement des abonnés à haut débit	194
7.11.4	Constitution d'une liaison louée à grande distance	195
7.11.5	Exemple de multiplexage de liaisons numériques	197
Chapitre 8 – Architectures de réseaux		199
8.1	Architecture des réseaux informatiques	199
8.1.1	Évolution des réseaux et de leur topologie	199
8.1.2	Méthodes d'accès à un réseau	201
8.1.3	Protocoles de liaison	202
8.1.4	Types de protocole	202
8.1.5	Réseaux locaux d'entreprise	204
8.2	Protocole BSC	204
8.3	Modèle OSI	205
8.3.1	Principes de la disposition en couches	205
8.3.2	Dans la pratique	206
8.3.3	Analogie de représentation	206
8.3.4	Les sept couches du modèle OSI	206
8.3.5	Schéma logique de l'information transmise	208
8.3.6	Correspondance des quatre premières couches	209
8.3.7	Protocoles orientés avec ou sans connexion	210
8.3.8	Protocoles des réseaux locaux d'entreprise	210
8.4	Quelques applications du modèle OSI	212
8.4.1	Généralités	212
8.4.2	Messagerie électronique X.400	213
8.4.3	Annuaire global X.500 et protocole LDAP	215

8.5	Actualité du modèle OSI	215
8.5.1	Principes	215
8.5.2	Avantages	215
8.5.3	Inconvénients	216
8.5.4	Persistance des normes non OSI	216
8.5.5	Extension du modèle OSI	217
8.5.6	Interconnexions avec les LAN	220
8.6	En conclusion	223
Chapitre 9 – Exemples de protocoles		225
9.1	Protocole X.21	225
9.1.1	Généralités	225
9.1.2	Description	226
9.1.3	Caractéristiques des réseaux X.21	226
9.2	Protocole HDLC	226
9.2.1	Généralités	226
9.2.2	Caractéristiques de HDLC	227
9.2.3	Fonctionnement	227
9.2.4	Contrôle d'erreur	228
9.2.5	Gestion des compteurs	229
9.2.6	Détection des incidents et procédures de reprise	229
9.2.7	Déroulement des échanges de trames	229
9.3	Protocole X.25	230
9.3.1	Architecture des réseaux de paquets	230
9.3.2	Notion de circuits virtuels	232
9.3.3	Transfert de données en mode paquets	235
9.3.4	Contrôle de flux	235
9.3.5	Gestion des incidents	235
9.3.6	Connexion des terminaux asynchrones	236
9.3.7	Recommandations associées à X.25	238
9.3.8	Protocoles Internet associables à X.25	239
9.3.9	Avantages des réseaux de paquets	241
9.4	Protocole de relayage de trames	242
9.4.1	Description	242
9.4.2	Applications	244
9.4.3	Vue d'ensemble	246
9.5	Mode de transfert asynchrone (ATM)	246
9.5.1	Principe de l'ATM	246
9.5.2	Structure de la cellule	247

9.5.3	Fonction de commutation	248
9.5.4	Fonction de multiplexage	250
9.5.5	Classes de services	250
9.5.6	Interfaces UNI et PNNI	251
9.5.7	Réseau ATM	252
9.5.8	Mécanismes du contrôle d'accès	253
9.5.9	Normes ATM	253
9.5.10	Réalisations en cours	254
9.6	Perspectives	255
Chapitre 10 – Réseau de transport et réseau d'accès		259
10.1	Principes de connexion	259
10.1.1	Éléments traditionnels de réseau	259
10.1.2	Évolution des concepts relatifs au transport	260
10.2	Nouveaux réseaux de transport	261
10.2.1	Infrastructures	261
10.2.2	Systèmes de transmission	262
10.2.3	Économie de la transmission	263
10.2.4	Cas des liaisons internationales	263
10.3	Interconnexions entre exploitants	264
10.4	Réseau d'accès en France	265
10.4.1	Éventail des choix	265
10.4.2	Accès aux services numériques	266
10.4.3	Distribution par ondes radioélectriques	267
10.4.4	Distributions de services numériques par câble	273
10.4.5	Distribution xDSL	274
10.4.6	Distribution HFC	277
10.4.7	Distribution par fibre optique	279
10.4.8	Vue d'ensemble	280
10.5	Distribution en immeuble ou en entreprise	283
10.5.1	Câbles utilisés	283
10.5.2	Immeubles « intelligents »	284
10.5.3	Offres en immobilier	285
10.6	Évolution actuelle du réseau d'accès	286
Chapitre 11 – Exemples de réseaux		289
11.1	Généralités	289
11.2	Liaisons louées (LL)	290
11.2.1	Rappels	290

11.2.2	<i>Liaisons louées multipoints</i>	290
11.2.3	<i>Liaisons louées analogiques</i>	292
11.2.4	<i>Liaisons louées numériques</i>	293
11.2.5	<i>Multiplexage</i>	294
11.2.6	<i>Intérêt des liaisons louées</i>	294
11.3	<i>Réseaux téléphoniques commutés</i>	295
11.3.1	<i>Réseau téléphonique public commuté (RTPC)</i>	295
11.3.2	<i>Réseau privé virtuel (RPV)</i>	296
11.4	<i>Réseau télex</i>	297
11.5	<i>Réseaux de communications radioélectriques</i>	298
11.5.1	<i>Systèmes radiomobiles de type analogique</i>	299
11.5.2	<i>Systèmes radiomobiles de type numérique</i>	299
11.5.3	<i>Réseaux locaux par radio</i>	305
11.5.4	<i>Liaisons avec les avions</i>	307
11.5.5	<i>Radiomobile professionnelle (PMR)</i>	307
11.5.6	<i>Réseaux par satellite</i>	312
11.5.7	<i>Vue d'ensemble</i>	312
11.6	<i>Réseau numérique à intégration de services (RNIS)</i>	313
11.6.1	<i>Principe</i>	313
11.6.2	<i>Interfaces</i>	313
11.6.3	<i>Accès aux réseaux X.25</i>	314
11.6.4	<i>Services</i>	316
11.7	<i>Réseau X.25</i>	318
11.8	<i>Réseau « intelligent » (RI)</i>	319
11.8.1	<i>Objectifs</i>	319
11.8.2	<i>Modèles conceptuels</i>	319
11.8.3	<i>Exemples de fonctionnalités</i>	320
11.8.4	<i>Réseaux intelligents et protocoles TMN</i>	321
11.9	<i>Réseaux à valeur ajoutée (RVA)</i>	322
11.9.1	<i>Définitions et historique</i>	322
11.9.2	<i>Renater</i>	324
11.9.3	<i>Internet</i>	325
11.9.4	<i>Autres réseaux à valeur ajoutée</i>	330
11.9.5	<i>Évolution actuelle des réseaux</i>	330
11.10	<i>Vue d'ensemble</i>	331
Chapitre 12 – Exemples de services		335
12.1	<i>Services à valeur ajoutée</i>	335
12.1.1	<i>Lente décroissance du télex</i>	335

12.1.2	Conversion des services de l'écrit	336
12.2	Télécopie	337
12.2.1	Principe	337
12.2.2	Types de télécopieurs	338
12.2.3	Services	339
12.3	Vidéotex (service de vidéographie)	341
12.3.1	Vidéotex diffusé (ou télétexte)	341
12.3.2	Vidéotex interactif	342
12.3.3	Services vidéotex en France	344
12.4	Messagerie	346
12.4.1	Définition	346
12.4.2	Aspects commerciaux	346
12.4.3	Offre Transpac	347
12.4.4	Radiomessagerie unilatérale (RMU)	348
12.4.5	Radiomessagerie	348
12.4.6	Services BBS	351
12.5	Services associés à la fonction vocale	352
12.5.1	Audiotex	352
12.5.2	Audiocarte	355
12.5.3	Audioconférence	355
12.5.4	Système DAB	355
12.6	Échange de données informatisées (EDI)	356
12.6.1	Définition	356
12.6.2	Normes internationales	357
12.6.3	EDS	358
12.6.4	Développement de l'EDI	358
12.6.5	Vue d'ensemble	359
12.7	Visioconférence et vidéotéléphonie	359
12.7.1	Visioconférence	359
12.7.2	Vidéotéléphonie (ou visiotéléphonie)	360
12.7.3	Réseaux utilisables	361
12.8	Téléaction, télédétection et télémétrie	362
12.8.1	Codes à barres	362
12.8.2	Identification par radiofréquences (RF/ID)	362
12.8.3	Cartes à puce	363
12.8.4	Téléaction et télémétrie	363
12.9	Interconnexion des systèmes	364
12.9.1	Articulation LAN/WAN	364
12.9.2	Protocoles LAN à acheminer	365



12.9.3	Offres en systèmes numériques interurbains (WAN)	367
12.9.4	Caractéristiques et domaines d'emploi	369
12.9.5	Principes d'interconnexion	370
12.9.6	Offres de services	370
12.10	Transport de la parole	372
12.10.1	Compression des signaux vocaux	372
12.10.2	Voice over Frame Relay (VoFR)	373
12.10.3	Voice over Internet Protocol (VoIP)	373
12.10.4	Voice Telephony over ATM (VToA) et CES	374
12.10.5	Projet Tiphon	374
12.11	Point de vue de l'utilisateur	375
12.11.1	Gestion des communications	375
12.11.2	Délais de transmission	377
12.11.3	Évaluation du taux de disponibilité	378
12.11.4	Tolérance aux pannes	378
12.11.5	Servabilité	378
12.11.6	Sécurité	379
12.11.7	Performances	379
12.12	Vue d'ensemble	380
Chapitre 13 – Normalisation et qualité de service		383
13.1	Nécessité de la normalisation	383
13.1.1	Définition	383
13.1.2	Philosophie de la normalisation	384
13.1.3	Intérêt pour les professionnels	384
13.1.4	Intérêt pour le consommateur	385
13.1.5	Vue d'ensemble	385
13.2	Normalisation en télécommunications	386
13.2.1	Principaux organismes de normalisation	386
13.2.2	Normes d'application volontaire et règlements obligatoires	390
13.2.3	Rôle actuel des instances de normalisation	391
13.3	Règles du marché des télécommunications	392
13.3.1	Zones géographiques à considérer	392
13.3.2	ONP	392
13.3.3	Pouvoir réglementaire en Europe	392
13.3.4	Réglementation en France	393
13.3.5	Licences d'exploitation de réseau et de service	394
13.4	Obligations de service public	395
13.4.1	Service public	395

13.4.2	<i>Service universel</i>	395
13.4.3	<i>Services obligatoires</i>	396
13.4.4	<i>Missions d'intérêt général</i>	396
13.5	<i>Attestation de conformité des équipements</i>	396
13.5.1	<i>Action de l'Union européenne</i>	396
13.5.2	<i>Application en France</i>	397
13.5.3	<i>Demande d'attestation de conformité</i>	400
13.5.4	<i>Exigences essentielles</i>	400
13.5.5	<i>Réseau européen de laboratoires de mesures</i>	401
13.5.6	<i>Limite des essais de conformité des terminaux</i>	401
13.6	<i>Vérification de la conformité aux normes</i>	402
13.6.1	<i>Collaboration internationale</i>	402
13.6.2	<i>Réglementation française</i>	403
13.6.3	<i>Formalités pour la conformité</i>	403
13.7	<i>Qualité des services fournis</i>	404
13.8	<i>Vue d'ensemble</i>	406
13.9	<i>Annexe : adresses utiles</i>	407
Chapitre 14 – Exercices corrigés		409
14.1	<i>Système téléphonique</i>	409
14.2	<i>Codages et modems</i>	410
14.3	<i>Systèmes de transport</i>	412
14.4	<i>Multiplexages</i>	413
14.5	<i>Protocoles de réseau</i>	414
14.6	<i>Exemples de réseaux</i>	415
14.7	<i>Exemples de services</i>	415
14.8	<i>Normes et qualité de service</i>	416
Annexes		
A – Images et télévision		419
A.1	<i>Constitution d'une image télévisuelle</i>	419
A.1.1	<i>Définitions</i>	419
A.1.2	<i>Incidence de la physiologie de l'œil</i>	420
A.1.3	<i>Incidence des choix industriels</i>	420
A.2	<i>Télévision couleur et télévision noir et blanc</i>	422
A.2.1	<i>Principe de la télévision couleur</i>	422

A.2.2	Compatibilités	423
A.2.3	Luminance et chrominance	423
A.3	Normes de télévision analogique	424
A.3.1	National Television System Committee (NTSC, 1953)	424
A.3.2	Phase alternée en ligne (PAL, 1966)	425
A.3.3	Séquentielle à mémoire (Secam, 1965)	425
A.3.4	Télétexte	425
A.4	Télévision à haute définition (TVHD)	426
A.4.1	Principes	426
A.4.2	Système européen DVB	426
A.5	Transport d'images	427
A.5.1	Principes	427
A.5.2	Les trois services de télévision	428
A.5.3	Reportages	429
A.5.4	Service de contribution par satellite	429
A.5.5	Service de distribution	429
A.5.6	Serte	431
A.5.7	Décodeurs	432
A.6	Réduction du débit télévisuel	432
A.6.1	Intérêt	432
A.6.2	Besoins des utilisateurs	433
A.6.3	Supports de transmission	434
A.6.4	Compressions JPEG et MPEG	435
A.6.5	Qualité d'image et taux de compression	438
A.6.6	Compatibilité de réception TV et TVHD	438
A.6.7	Codage d'applications	440
A.6.8	Adaptateur Set-Top Box	440
A.7	Services multimédias distribués	440
A.7.1	Interactivité	440
A.7.2	Choix actuels	441
A.8	Vidéotransmission	443
A.9	Transfert d'images fixes	443
A.10	Conclusions	443
B	Glossaire	445
C	Bibliographie	471
Index	473