Franck Ernould

Câblage et connectique pour l'audiovisuel

Guide pratique

DUNOD

Photo de couverture : © Alexey Laputin – Fotolia.fr

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1er juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).

© Dunod, 2019
11 rue Paul-Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com

ISBN 978-2-10-076918-6

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Table des matières

Avant-propos XI

Remerciements et hommages XIII

Chapitre 1 – Câble et électricité

1.1. À propos du signal électrique… 2
1.1.1. Niveau 3
1.1.2. Impédance 3
1.2. Masse et terre 7
1.2.1. La terre 7
1.2.2. La masse 8
1.3. Signal symétrique/asymétrique 8
1.3.1. Signal asymétrique 9
1.3.2. Signal symétrique 11
1.3.3. Passage d'asymétrique en symétrique et inversement 13
1.4. Comment circule un courant électrique ? 15
1.4.1. Vitesse de l'électricité 15
1.4.2. Vitesse de déplacement des charges 15
1.4.3. L'effet de peau 16
1.5. Le son des câbles 16
1.5.1. Les opinions 16
1.5.2. Quelques considérations concrètes 17
1.5.3. Des enjeux très différents 18
1.5.4. Une amélioration marginale 18

CHAPITRE 2 – ANATOMIE D'UN CÂBLE

2.1. Brin, conducteur, câble, blindage, coaxial, cordon… 21
2.1.1. Les brins 21
2.1.2. Câble monobrin/multibrin 22
2.1.3. Câble blindé 23
2.2. Les constituants d'un câble 27
2.2.1. Le(s) conducteur(s) 27
2.2.2. L'isolant 27
2.2.3. La bourre 28
2.2.4. Le fil de drain 29
2.2.5. La gaine 30
2.3. Les paramètres techniques d'un câble 31
2.3.1. Paramètres physiques 32
2.3.2. Paramètres mécaniques 33
2.3.3. Paramètres électriques 35
2.4. Les différents types de câbles 38
2.4.1. Câble secteur 38
2.4.2. Câble haut-parleur 39
2.4.3. Câble coaxial audio 43
2.4.4. Câble coaxial vidéo 46
2.4.5. Câble triaxial 50
2.4.6. Câble réseau 50
2.4.7. Câbles multipaires 54
2.4.8. Câbles combinés 54
2.5. Les différentes sortes de cuivre « sans oxygène » 55
2.5.1. OFC (*oxygen-free copper*) 55
2.5.2. OFHC™ (*oxygen-free high-thermal conductivity*) 56
2.5.3. OCC (*ohno continuous casting*) 56
2.5.4. LGC (*long grain copper*) 56
2.5.5. CCA (*copper clad aluminium*) 56
2.6. Qu'est-ce qu'un câble de qualité ? 57
2.7. Câble ou cordon ? 58

CHAPITRE 3 – LES CONNECTEURS AUDIO (ANALOGIQUES ET NUMÉRIQUES)

3.1. Quelques généralités sur les connecteurs 59
3.1.1. Fiches, prises, embases… 59
3.1.2. Les matériaux 60
3.1.3. Étanchéité 60
3.1.4. Quelques marques 61
3.2. XLR 62
3.2.1. XLR 3 points 63
3.2.2. XLR 4 points 64
3.2.3. XLR 5 points 64
3.2.4. XLR 6 points 64
3.2.5. XLR 7 points 65
3.2.6. XLR 8 + 2 points (Neutrik Data Power) 65
3.2.7. Variante XLD 66
3.2.8. Mini-XLR (Tini-QG, TQG, TA3/4/5/6) 66
3.2.9. XLR C (Combo) 67
3.3. Jack 67
3.3.1. Jack 6,35 mm 67
3.3.2. Jack 3,5 mm 69
3.3.3. Mini-mini-jack 2,5 mm (sub-mini) 71
3.3.4. Bantam (TT) 72
3.3.5. Pentaconn 73
3.4. RCA/cinch/Phono 74
3.4.1. Utilisation en analogique 75
3.4.2. Utilisation en numérique 76
3.5. Euroblock/Phoenix 79
3.6. SpeakON 80
3.6.1. SpeakON 2 points 81
3.6.2. SpeakON 4 points 81
3.6.3. SpeakON 8 points 82
3.6.4. PowerCON 82
3.7. Fiches banane, cosses et borniers 82
3.7.1. Les fiches banane 82
3.7.2. Les cosses 83
3.7.3. Les borniers à pince/ressort 83
3.7.4. Les borniers à vis 84
3.7.5. Les barrettes à visser 84

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

3.8. Les connecteurs DIN 85
3.8.1. DIN 3 points 86
3.8.2. DIN 5 points 87
3.8.3. DIN 8 points 87
3.8.4. DIN variante HP 88
3.9. Les connecteurs multipoints 88
3.9.1. Harting 88
3.9.2. Socapex 89
3.9.3. Autres connecteurs multipoints 89
3.10. Quelques modèles confidentiels 90
3.10.1. LEMO 90
3.10.2. Hirose 91
3.10.3. MicroDot 91
3.11. Les placages or ou argent 91

CHAPITRE 4 – AUTRES CONNECTEURS

4.1. BNC et mini-BNC 93
4.1.1. Vidéo 94
4.1.2. Audionumérique 95
4.1.3. Audio analogique 96
4.1.4. Lampes d'éclairage console 96
4.2. Mini-DIN et assimilés 97
4.2.1. Ushiden 97
4.2.2. ADB (*Apple desktop bus*) 98
4.2.3. PS/2 99
4.3. RCA/cinch 100
4.4. HDMI, Mini HDMI, Micro HDMI 100
4.5. Les connecteurs USB 103
4.5.1. Connecteur USB Types A et B 104
4.5.2. Connecteurs USB Type A et B 3.0 105
4.5.3. Connecteur Mini USB («Mini-A et Mini-B») 106
4.5.4. Connecteur Micro USB («Micro-B») 106
4.5.5. USB Type-C 107
4.5.6. Comparaison Micro USB/Lightning/USB Type-C 108
4.5.7. Les câbles USB 109
4.5.8. Les ferrites 110

4.6. Thunderbolt 111
4.7. Lightning 113
4.8. DisplayPort, mini DisplayPort (mDP) 114
4.9. « Dock » 30 points 116
4.10. FireWire (IEEE1394), iLink 118
4.11. Sub-D (ou D-Sub) 25 points 119
4.12. RJ45 et autres 120
4.13. DIN 121
4.13.1. En informatique 121
4.13.2. En éclairage 121
4.13.3. Le MIDI 122

CHAPITRE 5 – L'APPROCHE RÉSEAU (AUDIO)

5.1. L'approche réseau en audio 125
5.1.1. Du point à point au réseau 125
5.1.2. Les avantages du réseau audio 127
5.1.3. Les inconvénients du réseau audio 127
5.2. Les réseaux audio sur Ethernet (AoE) 128
5.2.1. CobraNet 128
5.2.2. L'EtherSound 128
5.2.3. Le Dante 129
5.2.4. Le Ravenna, le Livewire et le Q-LAN 130
5.2.5. L'AVB/TSN (audio video bridging/time sensitive networking) 131
5.2.6. L'AES67 132
5.3. Autres formats de réseaux audio non Ethernet 132
5.3.1. AES50 133
5.3.2. REAC (Roland Ethernet audio communication) 133
5.3.3. MegaCOMMS (Cadac) 134
5.3.4. RockNet (Riedel) 134
5.3.5. A-Net32 ou 64 (Aviom) 134
5.3.6. NEXUS (Stage Tec) 135
5.3.7. YDIF (Yamaha digital interface). 135
5.4. Les réseaux « multimédia » fermés 135
5.4.1. MediorNet 136
5.4.2. Optocore 136

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

CHAPITRE 6 – LA FIBRE OPTIQUE

6.1. Transport par fibre optique 137
6.2. Avantages et inconvénients de la fibre optique 139
6.2.1. Les avantages de la fibre optique 139
6.2.2. Les inconvénients de la fibre optique 139
6.3. Fibre multimode/monomode 139
6.3.1. Fibre multimode 139
6.3.2. Fibre monomode 140
6.3.3. Les connecteurs « fibre » 140
6.4. Quelques exemples d'application 145
6.4.1. Liaison optique S/PDIF ou ADAT 145
6.4.2. Liaison point par point ou réseau avec console de mixage numérique 146
6.4.3. Convertisseurs fibre 147
6.4.4. Adaptateurs fibre 147
6.4.5. Jarretière optique, *pigtail* (brassage) 148

CHAPITRE 7 – ET LE SANS-FIL ?

7.1. La HF analogique 150
7.2. La HF numérique 152
7.3. Le protocole Neutrik DIWA 154
7.4. Le Bluetooth 154
7.5. Le Wi-Fi (ou wifi) 158
7.6. L'infrarouge 162
7.7. Le CPL 162
7.8. Le Li-Fi 164

CHAPITRE 8 – LES ACCESSOIRES

8.1. Adaptateurs mécaniques 165
8.2. Câble sur enrouleur 167
8.3. Les patches 168
8.4. Adaptateurs électriques 168
8.5. Extendeurs 170

8.6. Accessoires divers 171
8.6.1. Contrôleurs, testeurs… 171
8.6.2. Outils divers 171
8.6.3. Passages de câbles et gaines diverses 172
8.6.4. Nettoyants, désoxydants 174
8.6.5. La soudure 174

ANNEXE 1 – LE CUIVRE ET SON MARCHÉ MONDIAL

A1.1. Le cuivre et l'homme 177
A1.2. L'économie du cuivre : les producteurs, les cours… 179
A1.3. La fabrication du cuivre 180
A1.4. L'évolution 181

ANNEXE 2 – LA FABRICATION D'UN CÂBLE

A2.1. En amont : le tréfilage 183
A2.2. Fabrication du conducteur 184
A2.3. Ajout des diélectriques 184
A2.4. Cahier des charges des différents câbles 185
A2.5. Quelques vidéos sur les câbles 186

ANNEXE 3 – BOUCLES DE MASSE, PARASITES, PROBLÈMES DIVERS

A3.1. Les « boucles de masse » 189
A3.2. Les parasites 191
A3.3. La compatibilité électromagnétique (CEM) 194
A3.4. Quelques solutions de filtrage de bruits sur signaux audio 195
A3.5. En résumé… 197

INDEX 199

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Avant-propos

Les câbles sont partout dans notre vie. Ils nous apportent à domicile l'électricité, donc l'énergie, les télécommunications ; ils transportent des signaux audio, vidéo, informatiques, de contrôle ; ils quadrillent nos routes, permettent aux chemins de fer et aux métros de rouler ; bref, ils constituent à la fois la colonne vertébrale et le système nerveux de nos sociétés modernes. C'est sans doute par milliards de kilomètres qu'ils sont posés dans le monde entier.

Il existe des connecteurs standardisés pour tous les usages : industrie automobile, applications médicales, machines-outils, aéronautique, machines de mesure, industrie ferroviaire… Dans cet ouvrage, nous avons limité notre propos aux câbles et aux connecteurs utilisés en audio professionnel et grand public, et, par extension, en vidéo et en informatique grand public, tous ces domaines ayant convergé ces dernières années vers des solutions techniques similaires. Les liaisons point à point sont majoritaires, mais on voit de plus en plus apparaître une approche « réseau », que ce soit dans le monde professionnel ou l'univers grand public – avec un développement remarquable des solutions « sans fil », passées au numérique et de qualité de plus en plus professionnelle.

Impossible de constituer un home studio, une chaîne hi-fi, une installation de Home Cinéma sans plusieurs mètres de câbles de différents types : signal audio, signal vidéo, secteur, haut-parleur. En numérique ou en analogique, en électrique ou en optique, voire sans fil, blindé ou non, plaqué or ou non…

Un univers mystérieux, où des embases jack peuvent être à la fois électrique et optique, où un même connecteur peut correspondre à une entrée ou à une sortie, des cordons peuvent se terminer par des connecteurs différents, compter deux ou trois fils… et plein de pièges, pertes de niveau, ronflettes, souffle, parasites divers…

Le secteur du câblage et de la connectique industriels est énorme au niveau mondial. L'audio ne pèse que très peu dans ces milliards de dollars par an, et possède ses propres particularités. Pourtant, il est extrêmement difficile de trouver des informations sur le sujet. Une requête sur votre moteur de recherche

favori vous mènera vers des sites de courants forts, de connecteurs pour l'automobile, d'armoires d'alimentation secteur… et si vous trouvez des marques proposant des câbles pour l'audio, les sites ne proposent que très peu de matériel didactique.

Nous avons donc décidé de rassembler plus de 200 pages d'informations, photos, schémas, astuces… sur le câblage et la connectique, essentiellement dans le secteur audio pro et semi-pro. Inévitablement, nous avons été amenés à faire des incursions dans la vidéo, dans l'informatique et le réseau, et même dans les liaisons HF, y compris le Bluetooth et le Wi-Fi ! C'est le prix de l'exhaustivité : aujourd'hui, toutes ces solutions sont disponibles, et même si on élimine un câble via une liaison HF, il faut toujours une prise BNC pour l'antenne et des câbles de sortie du récepteur d'un micro HF !

De même, pour bien saisir les enjeux, il faut comprendre ce qu'est une liaison symétrique ou asymétrique, les problèmes de masse, un boîtier de direct, un patch audio ou vidéo, etc. Ces notions sont également développées, de façon abordable. Enfin, nous avons sélectionné une série d'accessoires toujours pratiques.

Remerciements et hommages

25 ans après, cet ouvrage est l'occasion pour moi de compléter et d'approfondir le hors-série *Câblage et Connectique* du magazine Keyboards/Home Studio, paru en septembre 1994. Mes remerciements à Christian Braut, son rédacteur en chef, pour sa confiance, et à Richard Garrido, alors directeur général et directeur du marketing du distributeur SCV Audio, pour tout ce qu'il m'avait appris sur les câbles et les connecteurs, tant d'un point de vue théorique que pratique.

En ce qui concerne l'ouvrage tout à fait contemporain que vous tenez entre les mains, merci à Hugues Coffy et Maïté Champion (S2CEB, Groupe CAE), à Garry Baumeister (Cordial), à Claude Blanc (Klotz Câbles France), à Bruno Schramm (Sommer Cable), à François Glaser et Nicolas Durand (Neutrik France). Merci aussi à Jean-Baptiste Gugès (Dunod) de m'avoir fait confiance pour traiter un sujet peu exploré et à Eléna Chryssos (Dunod) pour avoir tiré le meilleur des éléments parfois disparates que je lui fournissais.

Ce livre est dédié à mon collègue journaliste et ami Étienne Lémery (1942-2017).