

**Pratique
des liaisons HF
pour la prise de son
et la sonorisation**

Tout le catalogue sur
www.dunod.com



Vincent Magnier

**Pratique
des liaisons HF
pour la prise de son
et la sonorisation**

En tournage, en concert, en conférence

DUNOD

Toutes les marques citées dans cet ouvrage
sont des marques déposées par leurs propriétaires respectifs.

Couverture : Rachid Marai

Photo de couverture : © Chlorophylle – Fotolia.com

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 1^{er} 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, 2014

5 rue Laromiguière, 75005 Paris
www.dunod.com

ISBN 978-2-10-060011-3

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.

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement Christian Valéra pour sa relecture courageuse et précise, ainsi que Florent Bergerot, Alain Richer, Ludovic de Sardnal et Franck Trapletti qui, au-delà de leur entretien, m'ont tous prodigué d'excellents conseils pour la rédaction de cet ouvrage. Ils ont depuis longtemps contribué à une bonne utilisation des liaisons HF.

Je remercie Olivier Binet de Tapages qui m'a chaleureusement accueilli pour une séance photo dans les locaux de Tapages, ainsi que l'équipe de Tapages, qui avec l'aide de DC Audiovisuel, a mis gracieusement en place le très efficace – et indispensable – site de prévision ScanZone.

Merci à Cyril Chaigne (VdB), Vincent Goujon, Jean Casanova, Bertrand Parré, David Sebag, Virgil Van Ginneken, Jérôme Rabu qui m'ont aidé à réaliser ou m'ont apporté des photos. À mes nombreux collègues (en particulier ceux de l'AFSI) qui m'ont permis d'affiner ma pratique, aux assistants vidéo et son de tournage qui m'ont fait des remarques pertinentes, et aux stagiaires INA qui m'ont obligé d'essayer de mieux comprendre pour mieux expliquer. Enfin, je remercie Jean-Baptiste Gugès des éditions Dunod pour ses précieux conseils d'éditeur.

Sauf mention contraire, les photos figurant dans l'ouvrage sont de l'auteur.

Table des matières

Préambule – À quoi sert une liaison HF ?	1
Vocabulaire spécifique	2
Parcours de lecture	3
Parcours « opérateur image »	3
Parcours « preneur de son reportage »	3
Parcours « captation, live ou plateau TV »	4
Parcours « expert »	4

Partie 1

Comprendre le fonctionnement d'une liaison HF

Chapitre 1 – Un peu de physique	7
1.1 Petit historique	7
1.2 Les ondes électromagnétiques	8
1.2.1 Qu'est ce qu'une onde électromagnétique ?	8
1.2.2 Fréquence et longueur d'onde	8
1.2.3 Spectre électromagnétique	9
1.3 Propagation des ondes radio	10
1.3.1 Réflexion sur une surface plane	10
1.3.2 Effet d'obstacle	11
1.3.3 Cage de Faraday	12

Chapitre 2 – Les liaisons HF		13
2.1	Qu'est ce qu'une liaison HF ?	13
2.1.1	Transmission HF analogique	14
2.1.2	Transmission HF numérique	15
2.1.3	Liaisons HF hybrides	18
2.1.4	Transmission en stéréo	18
2.2	Propriétés des liaisons HF	19
2.2.1	Puissance d'émission	19
2.2.2	Portée en fonction de la distance	20
2.2.3	Sensibilité et sélectivité de réception	21
2.2.4	Décibels	22
2.2.5	Dynamique	22
2.2.6	Excursion en fréquence	22
2.3	Traitement du signal numérique	23
2.3.1	De l'analogique au numérique	23
2.3.2	Réduction de débit	23
2.4	Alignement	24
2.4.1	Alignement avec indicateur de niveau	25
2.4.2	Alignement sans indicateur de niveau	25
Chapitre 3 – Fonctionnement d'un émetteur		27
3.1	Types d'émetteurs	27
3.1.1	Émetteur de poche	27
3.1.2	Micro main	28
3.1.3	Émetteur plug-on	29
3.2	Synoptique et circuit d'un émetteur	30
3.2.1	Émetteur analogique	30
3.2.2	Émetteur numérique ou hybride	31
3.2.3	Module de sortie	31
3.3	Limiteur d'entrée	31
3.4	Préaccentuation	32
3.5	Compandeur	32
Chapitre 4 – Fonctionnement d'un récepteur		34
4.1	Types de récepteurs	34
4.1.1	Récepteurs en rack	34
4.1.2	Récepteurs mobiles	34
4.2	Synoptique et circuit d'un récepteur	34
4.2.1	Récepteur analogique	34
4.2.2	Récepteur hybride ou numérique	35
4.2.3	Module de sortie	36

4.3	Filtre du signal d'antenne	36
4.4	Limiteur de sortie	36
4.5	Squelch	37
4.5.1	Qu'est-ce que le squelch ?	37
4.5.2	Régler le squelch	38
4.5.3	Signal pilote	38
<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black; margin: 10px 0;"/>		
	Chapitre 5 – Spécifications des systèmes HF	40
5.1	Sensibilité et sélectivité radio	40
5.2	Bande passante	41
5.3	Distorsion	41
5.4	La dynamique	41
5.5	Tests à réaliser avec ses oreilles	42
5.5.1	Test des clés	42
5.5.2	Test de la table	43
5.5.3	Test itinérant	43
5.6	Puissance d'émission	43
5.7	Distance de réception	44
5.8	Distance minimale	44
<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black; margin: 10px 0;"/>		
	Chapitre 6 – Les antennes	45
6.1	Caractéristiques des antennes	46
6.1.1	Bande passante	46
6.1.2	Impédance	46
6.1.3	Polarisation	46
6.1.4	Gain et directivité	46
6.2	Antennes omnidirectionnelles	47
6.2.1	Antenne quart d'onde dite « fouet »	47
6.2.2	Antenne à plan de masse (<i>ground plane</i>)	48
6.2.3	Antenne dipôle	49
6.2.4	Antenne demi-onde	50
6.3	Antennes directives	51
6.3.1	Antenne Yagi	51
6.3.2	Antenne log-périodique (LPDA)	51
6.3.3	Antenne hélicoïdale	53
6.4	Autres types d'antennes	54
6.4.1	Antenne omni Sennheiser 1031	54
6.4.2	Antenne bi-quad	55
6.5	Diversité ou <i>diversity</i>	55
6.5.1	Diversité d'espace	57

6.5.2	Diversité audio ou « vraie » diversité	57
6.5.3	Diversité d'antenne	57
6.5.4	Diversité de polarité	58
6.5.5	Diversité de fréquence	58
6.5.6	Diversité de temps	59

Partie 2

Gestion des fréquences et des antennes

————— Chapitre 7 – Bande de fréquences légale, TNT et téléphonie mobile —————		63
7.1	Fréquences autorisées	64
7.1.1	Bande UHF (Ultra Haute Fréquence)	64
7.1.2	Autres bandes	64
7.2	Autorités de régulation : ARCEP, ANFR, CSA	66
7.3	Signal TNT	67
7.4	Espace blanc et Super WiFi	68
7.5	Tendances technologiques	68
————— Chapitre 8 – Établir un plan de fréquences : intermodulation et interférences —————		69
8.1	Qu'est ce que l'intermodulation ?	69
8.1.1	Exemple avec 2 fréquences porteuses	70
8.1.2	Exemple avec 3 fréquences porteuses	70
8.2	Comment se prémunir de l'intermodulation ?	71
8.2.1	Fréquence	71
8.2.2	Distance et puissance	72
8.3	Qu'est-ce qu'une interférence ?	72
8.4	Choisir une plage de fréquences	73
8.4.1	Utiliser ScanZone	74
8.4.2	Utiliser Frequency XPert	76
8.5	Écart entre les fréquences	76
8.6	Utiliser l'analyseur de spectre du récepteur	77
8.6.1	Exemple 1	78
8.6.2	Exemple 2	78
8.6.3	Exemple 3	79
8.7	Vérification sans analyseur de spectre radio	80
8.7.1	Test de l'interaction des fréquences	80
8.7.2	Test de la zone de réception	81
8.8	Logiciels de gestion des liaisons HF	81

————— Chapitre 9 – Bien utiliser les antennes —————		83
9.1	Position optimale des antennes	83
9.1.1	Distance	83
9.1.2	Emplacement	84
9.1.3	Direction	84
9.1.4	Espacement	85
9.2	Sens des antennes	86
9.3	Distributeurs du signal d'antenne ou <i>splitters</i>	87
9.3.1	Distributeurs ou <i>splitters</i> passifs	87
9.3.2	Distributeurs ou <i>splitters</i> actifs	88
9.3.3	Distribution en cascade	88
9.4	Amplificateur d'antenne	89
9.5	Combineur d'antennes	91
9.6	Connecteurs antennes	92
9.7	Câbles d'antenne	93
9.7.1	Caractéristiques et pertes des câbles d'antenne	93
9.7.2	Compenser les pertes du signal d'antenne	94
9.7.3	Alimentation via le câble d'antenne	96
9.7.4	Transmission par fibre optique	97

Partie 3

Réglages des émetteurs et des récepteurs

————— Chapitre 10 – Réglages de base des émetteurs —————		101
10.1	Audio Limited 2020	101
10.2	Audio Limited 2040 à télécommande	104
10.3	Audio Limited EN2-P	106
10.4	Sennheiser G2/G3 (EW 100/300/500 et SK 2000)	107
10.5	Sennheiser 5212	110
10.6	Micro main HF Sennheiser 5200	111
10.7	Émetteur Sennheiser SK 9000 de la série D	113
10.8	Lectrosonics SMDB/SMDA/SMQV et HM	114
10.9	Émetteur Shure ULX	116
10.10	Émetteur Shure ULX-D	116
10.11	Émetteur Shure UR1 et UR2	117
10.12	Zaxcom TRX 900	119
10.13	Wisyscom MTP30/40	120

——— Chapitre 11 – Réglages de base des récepteurs portables ———	123
11.1 Conseils généraux pour une meilleure réception	123
11.2 Audio Limited 2020	124
11.3 Audio Limited 2040 à télécommande	126
11.4 Audio Limited CX2-S	127
11.5 Sennheiser G2/G3 et EK 2000	129
11.6 Sennheiser 3241/3041	130
11.7 Lectrosonics SRa/SRb et 411	131
11.8 Zaxcom QRX100	134
11.9 Wisycom MCR42	135
11.10 Tableau récapitulatif des liaisons HF portables	137
——— Chapitre 12 – Réglages de base des récepteurs en rack ———	138
12.1 Lectrosonics Venue VRT/VRM	138
12.2 Sennheiser 3732 (3032/3532)	140
12.3 Récepteur Sennheiser EM 9046 de la série D9000	140
12.4 Récepteur Shure ULXP4	141
12.5 Récepteur Shure ULXD	142
12.6 Récepteur Shure UR4D	143
12.7 Récepteur Shure Axient	144
——— Chapitre 13 – Micro cravate et accessoires ———	145
13.1 Micro à électret	145
13.2 Où placer un micro cravate ?	146
13.3 Comment cacher un micro cravate ?	147
13.3.1 RM11 et grilles acoustiques	148
13.3.2 DPA plexi	149
13.3.3 Turtle clip	149
13.3.4 Undercover et overcover	150
13.3.5 Pince à cheveux et épingle à nourrice	150
13.3.6 Gaffer en triangle	151
13.3.7 Tour de tête	151
13.3.8 Lav-Rod et Lav-Bullet	152
13.4 Bonnette anti-vent	152
13.5 Ceinture HF	153
13.6 En concert	154

13.7	Câbles spéciaux	156
13.7.1	Entrée au niveau ligne	156
13.7.2	Brancher un micro électrostatique	157
13.7.3	Câbles de sortie	159
13.8	Télécommandes	159
—— Chapitre 14 – In-ear monitor, IFB, retour d'écoute, intercom ——		161
14.1	In-ear monitor	161
14.2	IFB (<i>Interruptible FoldBack</i>)	162
14.3	Intercom	163
14.4	Niveau d'écoute	164
14.5	Fonctions particulières des récepteurs in-ear monitor	165
14.5.1	Fonction <i>MODE</i> ou <i>MIXMODE</i>	165
14.5.2	Fonction <i>Balance</i>	165
14.5.3	Fonction <i>High Boost</i>	165
14.5.4	Fonction <i>Limitter</i>	165
14.6	IFB Lectrosonics R5a	166
14.7	Oreillette Invisity de Phonak	167
14.8	Antennes et fréquences des in-ear monitors	168

Partie 4

Exemples de configurations

———— Chapitre 15 – Quelques configurations légères ————		171
15.1	Trois liaisons HF	171
15.2	Mixette et caméra vidéo en liaison HF	172
15.3	Un micro cravate vers une mixette ou un enregistreur, puis la sortie de la mixette envoyée en liaison HF vers la caméra	173
15.4	Enregistrement sur un appareil photo reflex	175
15.4.1	Un micro cravate HF enregistré sur un appareil photo via un boîtier audio	176
15.4.2	Mixette en liaison HF vers un appareil photo par l'intermédiaire d'un boîtier audio	177
15.4.3	Micro HF ou mixette vers l'appareil photo, sans boîtier audio	177
15.5	Une perche HF et un retour casque pour le perchman	177
15.6	Un réseau d'ordre simple à sens unique	178
15.7	Envoyer du time code par HF	179
15.7.1	Fonction <i>Autorec</i>	179
15.7.2	Synchro avec une caméra sans entrée time code	180

——— Chapitre 16 – Quelques configurations plus importantes ———	181
16.1 Quatre récepteurs en sac avec deux antennes distribuées pour tous les émetteurs	181
16.2 Un petit plateau : deux micros cravates HF, deux envois vers caméra, un réseau d'ordre simple	182
16.3 Scène dialoguée en voiture	184
16.4 Six émetteurs Lectrosonics vers le récepteur rack Lectrosonics	185
16.5 Captation télévision avec dix liaisons HF	186
16.6 Concert avec quinze liaisons HF	188
16.7 Vingt-quatre HF pour un tournage	189

Partie 5

L'avis de spécialistes

————— Entretien – Florent Bergerot —————	193
————— Entretien – Alain Richer —————	196
————— Entretien – Ludovic de Sardnal —————	198
————— Entretien – Franck Trapletti —————	203

Annexes

————— Lexique anglo-français —————	207
————— Quelques pistes utiles —————	209

Préambule

À quoi sert une liaison HF ?

Une liaison HF est une liaison radio qui permet de véhiculer un signal sans passer par l'intermédiaire d'un câble, de la même façon que votre connexion WiFi remplace le câble Ethernet qui relie votre ordinateur au modem.

Dans le domaine des techniques du son, les liaisons HF sont utilisées pour relier entre eux différents équipements et ainsi transmettre les signaux électriques porteurs de son. On peut brancher en entrée ou en sortie d'une liaison HF tous les appareils que l'on souhaite : microphones, console de mixage, enceinte amplifiée, casque d'écoute, instrument de musique, etc. C'est pourquoi un micro n'est pas HF, contrairement à ce que l'on dit trop souvent : c'est simplement le câble qui est remplacé par une liaison sans fil.

Devenues fiables, les liaisons HF sont utilisées aujourd'hui quotidiennement en prise de son et ceci avec de moins en moins de place dans le spectre radio. Les solutions techniques que nous proposent les fabricants pour mieux gérer cet encombrement du spectre (large plage de fréquences, émission du signal en numérique, analyseur embarqué), alliées à une meilleure connaissance de leur utilisation, vous permettront d'en tirer le meilleur son possible.

L'opérateur du son, qu'il travaille en tournage, en spectacle, ou qu'il gère une salle de conférence, doit aujourd'hui être un expert en gestion de liaisons HF : de la pose des micros à l'installation des antennes en passant par l'élaboration d'un plan de fréquences. Pour tirer le meilleur d'une liaison HF, il est bon de bien comprendre son fonctionnement, de savoir la régler, de bien gérer les fréquences radio et d'utiliser au mieux les antennes. C'est le propos de ce livre.



— Dans les années 1970, les systèmes HF proposaient une fréquence fixe, —
 étaient lourds, consommaient beaucoup d'énergie et... décrochaient souvent.
 D'une fréquence unique, les fabricants sont passés à deux fréquences,
 puis à trente-deux, le tout dans une bande réduite de 14 MHz. Aujourd'hui,
 2 400 fréquences dans 240 MHz sont possibles !

Vocabulaire spécifique

Les fabricants de liaisons HF n'utilisent pas tous le même vocabulaire pour signifier les mêmes choses. Afin d'éviter toute confusion voici quelques précisions concernant cet ouvrage :

- **Groupe de fréquences** : ensemble de fréquences préparées par le fabricant et prévues pour pouvoir fonctionner ensemble sans intermodulation. Sennheiser les appelle *bank*, Shure et Wisycom les nomment *group*. Les groupes de fréquences de Lectrosonics sont numérotés avec une lettre et un chiffre afin de permettre la compatibilité avec leurs anciens émetteurs pour lesquels la fréquence se réglait avec deux vis crantées, l'une graduée en chiffre, l'autre en lettre.
- **Signal pilote** (*pilot tone*, *tone code* ou *tone squelch* selon les modèles) : signal qui permet de commander le squelch du récepteur.
- **Plan de fréquences** : sur le terrain, ensemble des fréquences choisies par le technicien qui gère les fréquences. Celui-ci les prépare pour qu'elles fonctionnent ensemble sur le lieu de la captation. Certains fabricants désignent ainsi l'ensemble des fréquences dans laquelle leur ensemble HF

peut fonctionner, ce qui peut prêter à confusion. Dans ce cas on parlera plutôt de **plage de fréquences**.

- **Canal** : désigne un canal de télévision. Chez certains fabricants le canal désigne une fréquence que l'on aurait choisie, ou que le fabricant a incluse dans un groupe de fréquences. On préfère parler de fréquence pour la fréquence que l'on a choisie pour notre liaison et de canal pour le canal de télévision.
- **RF** : signal **R**adio**F**réquence, celui émis par l'émetteur et capté par le récepteur HF (haute fréquence).
- **AF** : signal **A**udio**F**réquence ; en clair c'est le son que l'on entend avec nos oreilles. Il est parfois appelé BF (basse fréquence).
- **Scan** : scan signifie analyse ; nous utiliserons soit le terme *scan* ou *scanner* soit sa traduction *analyse* (du spectre radio) ou *analyseur*.
- **In-ear monitor** : nous utiliserons soit ce terme soit sa traduction oreillette.

Parcours de lecture

Pour mieux utiliser cet ouvrage, nous vous proposons un parcours de lecture adapté selon votre profil.

Parcours « opérateur image »

Vous êtes opérateur prise de vue ou journaliste reporter d'images, vous cherchez probablement en premier lieu comment régler au mieux votre émetteur et votre récepteur. Rendez-vous directement aux chapitres 10 et 11, où sont détaillés les réglages de base de la plupart des modèles présents sur le marché. Une meilleure compréhension du fonctionnement d'une liaison HF vous apportera également plus de précision et de sérénité, lisez donc le chapitre 3.

Parcours « preneur de son reportage »

Aujourd'hui, même sur des configurations simples avec peu de liaisons HF, il est important pour le preneur de son de savoir choisir des fréquences et de savoir les coordonner entre elles. Vous trouverez ces informations dans le chapitre 8 « Établir un plan de fréquences : intermodulation et interférences ». Ensuite vous pourrez continuer par le chapitre 10, où sont détaillés les réglages principaux de la plupart des modèles présents sur le marché. Vous pourrez par la suite essayer de mieux comprendre les fonctions usuelles des liaisons HF, en lisant les chapitres 3, 4 et 5.

Parcours « captation, live ou plateau TV »

Comme le preneur de son, vous pourrez commencer par le chapitre 8, approfondir votre connaissance des antennes au chapitre 6, de leur distribution et combinaison au chapitre 9. Le chapitre 14 sur les particularités des in-ear moniteurs vous sera probablement utile.

Parcours « expert »

Nous espérons que l'ensemble de cet ouvrage vous permettra de vous sentir à l'aise avec la pratique des liaisons HF : les problèmes de fréquences, le choix et le positionnement des antennes, les caractéristiques et réglages des différents systèmes. J'ai essayé d'aller le plus loin possible tout en restant du côté de l'utilisateur et sans passer par la case mathématique ou ingénieur en radiofréquence.