

ELECTRONIQUE PRATIQUE

HORS-SÉRIE N°3 ■ www.electroniquepratique.com ■ 5,00 €

HORS-SÉRIE AUDIO

À RÉALISER VOUS-MÊME

Bloc mono
200 Weff
4 x KT90

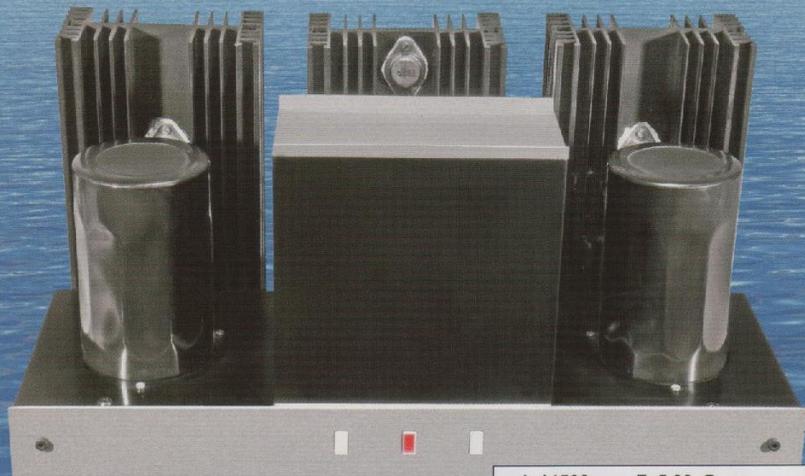


INITIATION

Puissance & niveau sonore

Classe A 2 x 50 Weff

Enceinte
Coaxiale
2 voies



L 14562 - 3H-F: 5,00 € - RD





Applications Internet / Ethernet

- 1 Ajoutez en 3 mn une connexion Internet à votre ordinateur ! Convertisseur RS232 <-> TCP/IP. **EZL-200L** 68 € Dont 0,01 € d'éco-participation inclus
- 2 Version carte "OEM" seule **EZL-50L** ... 26 €
- 3 Pilotez 6 entrées optocoupleuses + 8 sorties relais + port RS232 via Internet/Ethernet. Reportez les modes Web serveur (HTTP) et Modbus TCP. **CIE-H10** 179 € Dont 0,05 € d'éco-participation inclus
- 4 Serveur Web sur base PIC **PICMWEB** 49 €



- 5 Platine RISC 32 Bits avec Linux + serveur Web + serveur TELNET™ + FTP + compilateur GNU dispo en téléchargement. **FOXLR832** 168 €
- 6 Boîtier ARM™, 2 ports Ethernet, 2 USB, 2 RS232/RS485, 1 slot carte CF™ (non livrée), 8 broches E/S, Port I2C™, Port console, Linux + chaîne de développement livrés. **V58601** 249 € Dont 0,05 € d'éco-participation inclus

Acquisition / Mesure / Débug

- 1 Interface USB avec 16 ports configurables en entrées ou sorties ou conversion "AIN" 12 bits + 4 ports entrées/sorties + 2 sorties analogiques - Livrée avec de très nombreux drivers et DLL. **US-VL** 119 € Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 2 Analyseur USB non intrusif Full / Low Speed idéal pour debug, mise au point de drivers, optimisation des équipements USB. **TP320221** 419 € Dont 0,19 € d'éco-participation inclus



- 3 Interface USB <-> I2C™ / SPI™ - Livré avec drivers et DLL - Gestion sous maître ou esclave. **TP240141** 275 € Dont 0,01 € d'éco-participation inclus
- 4 Analyseur I2C™ / SPI™ non intrusif - Monitoring max I2C™ @ 4 MHz - SPI™ @ 24 MHz. **TP320121** 310 € Dont 0,11 € d'éco-participation inclus

Oscilloscopes numériques

- 1 Sonde oscilloscope USB 1 voie (1 G Ech/Sec, 10 bits mode répétitif) + mode d'attribution + mode mini-analyseur de spectre (FFT) - mode voltmètre + mode compresseur de fréquence ! **PS40M10** 290 € Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 2 Oscilloscope 2 voies (20 M Ech/Sec, 12 bits mode répétitif) - Mémos modes aux c-déclaus + sortie supplémentaire mini plotter sur fonction. **DS1M12** 419 € Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 3 Oscilloscope portable 2 x 20 MHz à écran couleur + mode multimètre. Livré en malette avec chargeur, sondes et cordons de mesure. Sortie USB pour exportation des mesures sur PC. **HDS1022M** 695 € Dont 0,03 € d'éco-participation inclus



- 4 Oscilloscope 2 x 25 MHz à écran couleur avec sortie USB pour exportation mesures sur PC. **EDU5022** 437 € Dont 0,15 € d'éco-participation inclus
- Même modèle en version 2 x 60 MHz. **PDS9062S** 771 € Dont 0,15 € d'éco-participation inclus

Programmateurs de composants

- 1 ZIF 32 broches pour EPROM, EEPROM, FLASH EPROM, NVRAM, EEPROM série - Raccordement LTP - Supporte 8788 composants **60-0039** 199 € Dont 0,03 € d'éco-participation inclus
- 2 ZIF 40 broches + mode ISP pour mémoires, microcontrôleurs, PLD... - Raccordement USB - Supporte 19457 composants - Garantie 3 ans **60-0038** 509 € Dont 0,08 € d'éco-participation inclus
- 3 ZIF 48 broches + mode ISP pour mémoires, microcontrôleurs, PLD... - Raccord. USB / LTP - Supporte 37723 composants - Garantie 3 ans **60-0044** 1027 € Dont 0,15 € d'éco-participation inclus



- 4 Modèle 4 supports ZIF 48 broches indépendantes - mode ISP pour mémoires, microcontrôleurs, PLD... - Raccordement USB - Supporte 37562 composants - Garantie 3 ans **60-0049** 3217 € Dont 0,25 € d'éco-participation inclus
- 5 Modèle ISP pour PIC - Raccordement USB **PICPCD** 96 € Dont 0,01 € d'éco-participation inclus

Logiciel de C.A.O

- 1 Splan Logiciel de saisie de schémas **42,22 €**
- 2 Loch Master Aide au prototypage **43,00 €**
- 3 Sprint layout Logiciel de réalisation de circuits imprimés **47,72 €**
- 4 ProfilLab-Expert Générateur d'application simulateur graphique **121,99 €**



- 5 Front Designer Logiciel de conception de face avant pour boîtier **47 €**

Module vidéo intelligent "CMUcam3"

Développé par l'université de Carnegie Mellon et fabriqué sous licence par Lextronic, le **CMUcam3** est une plate-forme de développement vidéo conçue autour d'un processeur ARM™ et d'un module caméra couleur. Entièrement programmable en langage "C" via une suite logiciel GNU, elle pourra être exploitée soit comme un capteur vidéo intelligent prêt à l'emploi (interfacé via une liaison série avec n'importe quel microcontrôleur), soit comme une base d'étude qui vous permettra de concevoir vos propres algorithmes de traitements et d'analyses vidéos grâce à une bibliothèque d'exemples et de librairies. Les différents firmwares et descriptions d'applications permettent de pouvoir effectuer un suivi en temps réel d'un objet coloré, de récupérer l'image vue par la caméra via la liaison série, d'obtenir un histogramme et des statistiques sur l'image captée, d'enregistrer des images sur une carte SD™ optionnelle en cas de détection de mouvement, de consulter des exemples de reconnaissances expérimentales de visages et d'environnement par le déplacement de robots mobiles... Le "CMUcam3" peut également piloter directement 4 servomoteurs (non livrés) **150 €**



Afficheurs OLED / LCD "Intelligents"

Ces afficheurs graphiques couleur OLED ou LCD (résolution de 96 x 64 à 240 x 320 pixels) peuvent être pilotés par tout microcontrôleur via une liaison série en permettant de sélectionner la couleur du fond, de redéfinir des caractères, de dessiner des cônes, des cercles, des lignes, des ellipses, des triangles, des rectangles, de modifier la fonte des caractères... Certains modèles disposent d'un connecteur capable de recevoir une carte micro SD™ (non livrée) afin de pouvoir stocker des images pour les rappeler à l'écran via votre microcontrôleur ou en mode automatique (sans microcontrôleur externe). À partir de **68 €** pièce.



Spécial radiofréquence

- Modem radio **ZigBee™** permettant une liaison série entre 2 micro-contrôleurs (2 modules sont nécessaires) - Dim.: 24 x 10,5 mm - Aliment.: 3,3 V Prix unitaire **22,13 €**
- F2M03GLA** Module **Bluetooth™** permettant une liaison série transparente avec périphérie Bluetooth™ au protocole SPP - Dim.: 28,6x 15,2 mm - Aliment.: 3,3 V Prix unitaire **32,72 €**
- TDL2A** Modem radio **synthésisé 5 canaux bande 433 MHz** permettant une liaison série transparente entre 2 microcontrôleurs (2 modules nécessaires) Prix unitaire **40,66 €**
- SET150** Ensemble de 2 **télécommandes** (ports-clé 433,92 MHz type monocanal à code anticollision + 1 **récepteur** à sortie relais - mode-ClA ou temporelle) - Portée: 3 km **49,00 €**
- GM882-QUAD** Module **GSM/GPRS** Quad Band - Compatible protocole voix, fax, SMS - Pilotage très simple via commandes AT série - Prévoir antenne en sus **104,05 €**
- ET-312** Module **GPS** 20 canaux - Dimensions: 27,9 x 20,2 mm - SIRF III™ - Aliment.: 3,3 V - Prévoir antenne externe - Prix unitaire **70,56 €** Prix unitaire (par 5 pcs) **58,60 €**
- EM-406** Module **GPS** 20 canaux avec antenne intégrée - Dimensions: 30 x 30 x 10,5 mm - SIRF III™ - Aliment.: 5 V - Prix unitaire **75,00 €** Prix unitaire (par 5 pcs) **64,58 €**
- UM005** Module de lecture/décodage **TAG RFID 125 KHz Unique™** - Sortie série **25,00 €**
- RFID-CARD1** Carte **RFID Unique** **2,00 €** Prix unitaire (par 20 pcs) **1,32 €**
- AUV24E** Module émetteur vidéo **2,4 GHz 4 canaux** - Dim.: 31 x 29 x 4 mm **12,95 €**
- AUV24R** Module récepteur vidéo **2,4 GHz 4 canaux** - Dim.: 41 x 32 x 6 mm **19,95 €**

Spécial Capteurs

- MSBD** Capteur de mouvement **infrarouge passif** à sortie logique - Portée 3 m **17,00 €**
- DPD120** Module **infrarouge** de mesure de distance (4 à 30 cm) - Sortie analogique **19,95 €**
- MS-EZ1** Module **ultrason** de mesure de distance (type mono cellule US) - Portée 16 cm à 8 m - Sortie analogique, sortie PWM ou sortie numérique via une liaison série **24,49 €**
- MDU1130** Module **hyperfréquence** 9,9 GHz pour mesure de distance **35,88 €**
- CMPO3** Module **boussole** numérique (orientation 0 à 359°) - Sortie PWM / I2C™ **45,50 €**
- IBR273** Module capteur de pluie à **variation capacitive** + résistance anti-rosée **5,45 €**
- QT110** Circuit capacitif transformant tout objet métallique en **capteur sensible** **8,85 €**
- FSR2** Capteur de **force** (zone de détection circulaire) - Diamètre: 15 mm **8,19 €**
- LP-TRCELL** Module **accéléromètre 3 axes** - Sorties analogiques **29,00 €**
- PL-MLX300** Module **gyroscope 1 axe** - Sorties analogiques / SPI™ **52,99 €**
- MGDYR2** Module **gyroscope 2 axes** - Sorties analogiques **79,00 €**
- INER4** Module **accéléromètre 3 axes + gyroscope 2 axes** - Sorties analogiques **109,00 €**
- SHT15** Capteur **humidité + température** - Sorties numériques **32,08 €**
- PLSCP1000** Module **baromètre + température** - Sortie SPI™ **52,00 €**

Développement sur PIC™ / PICBASIC / CUBLOC



- 1 **EasyPICs**: Starter-kit pour développement sur microcontrôleurs PIC™ - Programmeur USB intégré, supports pour PIC 8, 14, 20, 28 et 40 broches, livré avec PIC16F877, emplacements pour afficheurs LCD 2 x 16 et afficheur LCD graphique 128 x 64 (livrés en option), 32 leds, 32 boutons-poussoirs, 4 afficheurs 7 segments, emplacement capteur DS18B20 (livré en option), port série, connecteur PS 2, etc **129,50 €**

- Option afficheur LCD 2 x 16 caractères **9 €**
- Option afficheur LCD graphique 128 x 64 **28 €**
- Option capteur température DS18B20 **3,90 €**

- 2 **Compilateurs pour PIC**: Interface IDE, gestion port série, USB, I2C™, SPI™, RS485, CAN, Ethernet, écriture/lecture sur cartes SD™/MMC™/CF™, afficheur LCD alphanumérique/graphique, gestion de dévifs, modules radio, calculs mathématiques, signaux PWM, mémoire Flash/EEPROM interne, temporisations... Existe aussi en Pascal. **MikroC-BASIC: 150 €** **MikroC™: 215 €**
- Tarifs valables si achetés avec platine EasyPIC: **MikroC-BASIC: 115 €** **MikroC™: 165 €**
- 3 **Ouvrage technique** Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en BASIC des microcontrôleurs PIC™ **39 €**

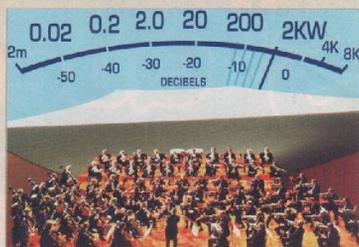
Vos connaissances en microcontrôleurs sont limitées (ou nulles) ? Vous avez un budget "serré" et vous voulez développer des applications capables de piloter des afficheurs LCD ou 7 segments, des communications séries I2C™, SPI™, des signaux PWM, mesurer des valeurs analogiques, piloter des servomoteurs, des moteurs pas-à-pas, des moteurs "co", etc... Alors comme des milliers d'utilisateurs découvrez les **PICBASIC** ! Ces microcontrôleurs se programment en langage BASIC (disponible en libre téléchargement via un PC grâce à un logiciel qui transférera vos instructions dans sa mémoire par un câble raccordé au PC. Une fois "téléchargé", ce dernier pourra être déconnecté de l'ordinateur pour être totalement autonome. Documentation entièrement en Français. Très nombreuses applications, ouvrage technique de formation. Module PICBASIC à partir de **28 €**

- 4 Les **CUBLOC™** sont des versions encore plus évoluées (avec fonctions mathématiques, 80 K de Flash, gestion d'interruptions, etc...), ils sont programmables en langage BASIC et PLC (mini-automate) avec utilisation simultanée de part leur structure multichaux. Documentation et notes d'applications très complète entièrement en Français.
- CB220** - compatible broches à broches avec module B52 (8 K RAM - 4 K EEPROM - 16 E/S) **47 €**
- CB280** (8 K RAM - 4 K EEPROM - 48 E/S) **55 €**
- CB290** (28 K RAM - 4 K EEPROM - 92 E/S - RTC) **87 €**
- CB405** (200 K de mémoire programme Flash + 110 K RAM + 4 K EEPROM + 64 E/S + 4 port séries) **69 €**

La sélection du mois

Le cordon "Smart488" est une interface "USB <-> GPIB" très fiable, performante et économique, spécialement conçue pour le pilotage de tout équipement compatible GPIB ou simplement pour des rapprochements de capteurs/corons via un logiciel d'émulation de traceur open source. Installation Plug'n'play - Mode transparent permettant le dialogue immédiat avec un équipement GPIB unique - Mode adressable permettant l'accès sélectif à un équipement donné sur un bus (jusqu'à 3 équipements) - Fonction GPIB controller, etc, etc... Le cordon seul **178,20 €**





Initiation

5 Puissance & Niveau sonore

Connaître les lois physiques qui régissent les rapports entre la puissance électrique fournie par l'amplificateur, le niveau sonore généré par les enceintes et la pression acoustique ressentie par l'auditeur permet de déterminer les possibilités réelles d'un système de restitution sonore en termes de niveau et de dynamique.



A réaliser vous-même

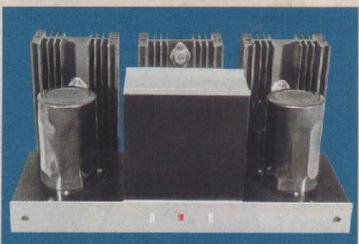
12 Push-Pull de 2 x 30 Weff Classe A à transistors bipolaires

Le fonctionnement de cet amplificateur bien que se faisant en classe A est totalement différent de l'étude que vous trouverez en page 40 puisqu'en étage de sortie nous avons ici deux transistors bipolaires montés en push-pull



23 Double Push-Pull de KT90 Bloc monophonique de 200 Weff

Cet amplificateur atteint sans s'essouffler les 280 Weff. Il met en œuvre un quartet de KT90 en classe B. Sa bande passante s'étend de 20 Hz à 30 kHz à la puissance nominale.



40 Single End de 2 x 50 Weff Classe A à transistor bipolaire et ampli OP

Nous abordons ici l'étude et la réalisation d'un amplificateur capable de fournir 2 x 52 Weff sur charges de 8 Ω. Cet appareil fonctionne en pure classe A, mais en Single end.



54 La Coaxiale - Une enceinte 2 voies

Compte tenu de sa taille et de ses performances, cette minuscule enceinte de moins de cinq litres trouvera aisément sa place dans votre intérieur, d'autant qu'elle répond à deux critères de taille : rigueur de conception et excellent rapport qualité-prix.

Fondateur : Jean-Pierre Ventillard - **TRANSOCEANIC SAS** au capital de 574 000 € -

3, boulevard Ney, 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80 - Fax : 01 44 65 80 90 - Internet : <http://www.electroniquepratique.com>

Président : Patrick Vercher - Directeur de la publication et de la rédaction : Patrick Vercher - Secrétaire de rédaction : Elsa Sepulveda

Photos : Isabelle Garrigou - Avec la participation de : B. Duval, J-C Gaertner, G. Kossmann, J. Vallierne, J-L Vandersleyen

La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs.

DIFFUSION/VENTES : ALIX CONSEIL PRESSE Tél. : 01 64 66 16 39 - PUBLICITÉ : À la revue, e-mail : pubep@fr.oleane.com

I.S.S.N. 0243 4911 - N° Commission paritaire : 0909 T 85322 - Distribution : MLP - Imprimé en France/Printed in France

Imprimerie : MAULDE & RENOUD AISNE 02430 GAUCHY - DEPOT LEGAL : JUIN 2008 - Copyright © 2008 - TRANSOCEANIC

ABONNEMENTS : 18-24, quai de la Marne - 75164 Paris Cedex 19 - Tél. : 01 44 84 85 16 - Fax : 01 42 00 56 92. - Préciser sur l'enveloppe « Service Abonnements »

ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent.

Abonnements USA - Canada : Contacter Express Mag - www.expressmag.com - expsmag@expressmag.com - Tarif abonnement USA-Canada : 60 €

TARIFS AU NUMÉRO : France Métropolitaine : 5,00 € • DOM Avion : 6,40 € • DOM Surface : 5,80 € • TOM : 800 XPF • Portugal continent : 5,80 €

Belgique : 5,50 € • Espagne : 5,60 € • Grèce 5,80 € • Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD • Tunisie : 5200 TND • Canada : 6,60 \$ CAN

St Quentin Radio

Les condensateurs

chimique SPRAGUE axial

8µF/450V - 012 L=45mm.....4,90€
10µF/500V - 020 L=32mm.....6,80€
16µF/475V - 023 L=41mm.....8,00€
20µF/500V - 023 L=55mm.....8,00€
20µF/500V - 026 L=42mm.....14,00€
40µF/500V - 023 L=81mm.....9,00€
80µF/450V - 027 L=87mm.....12,50€
100µF/450V - 032 L=80mm.....12,00€

mica argenté 500V
Ts = 500V continue

22µF - 0,05€ 100µF 0,80€
33µF - 0,08€ 220µF 0,95€ 500µF 1,10€
47µF - 0,08€ 250µF 0,95€ 680µF 1,20€
86µF - 0,08€ 390µF 0,95€ 1nF - 1,20€

chimique double radial

32µF + 32µF - 036 H=62mm.....14€
50µF + 50µF - 036 H=62mm.....12,50€
100µF + 100µF - 036 H=88mm.....19€
40µF + 3x 20µF - 040 H=62mm.....22€

SCR polypropylène

10nF/1kV.....2,90€
22nF/1kV.....3,00€
33nF/1kV.....2,90€
47nF/1kV.....2,90€
10µF/400V.....1,50€
0,1µF/500V.....1,90€
0,1µF/630V.....2,20€
0,1µF/800V.....2,20€
0,1µF/1000V.....2,20€
0,1µF/1500V.....2,20€
0,1µF/2000V.....2,20€
0,1µF/2500V.....2,20€
0,1µF/3000V.....2,20€
0,1µF/3500V.....2,20€
0,1µF/4000V.....2,20€
0,1µF/4500V.....2,20€
0,1µF/5000V.....2,20€
0,1µF/6300V.....2,20€
0,1µF/8000V.....2,20€
0,1µF/10000V.....2,20€
0,1µF/15000V.....2,20€
0,1µF/20000V.....2,20€
0,1µF/25000V.....2,20€
0,1µF/30000V.....2,20€
0,1µF/35000V.....2,20€
0,1µF/40000V.....2,20€
0,1µF/45000V.....2,20€
0,1µF/50000V.....2,20€

716 Sprague

1nF.....1,50€
2,2nF.....1,50€
3,3nF.....1,50€
4,7nF.....1,50€
10nF.....1,50€
22nF.....1,50€
33nF.....1,50€
47nF.....1,50€
100nF.....1,50€
220nF.....1,50€
330nF.....1,50€
470nF.....1,50€
100µF.....3,90€

Xicon polypropylène/630V

1nF.....0,80€
2,2nF.....0,80€
3,3nF.....0,80€
4,7nF.....0,80€
10nF.....0,80€
22nF.....0,80€
33nF.....0,80€
47nF.....0,80€
100nF.....0,80€
220nF.....0,80€
330nF.....0,80€
470nF.....0,80€
100µF.....1,00€
220µF.....1,00€
330µF.....1,00€
470µF.....1,00€
1000µF.....1,00€
2200µF.....1,00€
3300µF.....1,00€
4700µF.....1,00€
10000µF.....1,00€
22000µF.....1,00€
33000µF.....1,00€
47000µF.....1,00€
100000µF.....1,00€
220000µF.....1,00€
330000µF.....1,00€
470000µF.....1,00€
1000000µF.....1,00€
2200000µF.....1,00€
3300000µF.....1,00€
4700000µF.....1,00€
10000000µF.....1,00€
22000000µF.....1,00€
33000000µF.....1,00€
47000000µF.....1,00€
100000000µF.....1,00€
220000000µF.....1,00€
330000000µF.....1,00€
470000000µF.....1,00€
1000000000µF.....1,00€
2200000000µF.....1,00€
3300000000µF.....1,00€
4700000000µF.....1,00€

Chimique SIC SAFCO

10µF/450V.....3,50€
15µF/450V.....3,50€
22µF/450V.....3,50€
33µF/450V.....3,50€
47µF/450V.....3,50€
100µF/450V.....5,10€
220µF/450V.....14,00€
470µF/450V.....6,90€

chimique radial haute tension

2,2µF/400V.....0,80€
4,7µF/350V.....0,80€
10µF/350V.....0,95€
22µF/450V.....1,40€
47µF/250V.....2,00€
100µF/100V.....1,50€
220µF/100V.....1,50€

chimique type SNAP

47µF/400V.....3,50€
100µF/400V.....3,50€
100µF/450V.....4,00€
220µF/400V.....3,70€
220µF/450V.....3,70€
330µF/400V.....3,70€
330µF/450V.....3,70€
470µF/400V.....3,70€
470µF/450V.....3,70€
1000µF/400V.....3,70€
1000µF/450V.....3,70€
2200µF/400V.....3,70€
2200µF/450V.....3,70€
3300µF/400V.....3,70€
3300µF/450V.....3,70€
4700µF/400V.....3,70€
4700µF/450V.....3,70€
10000µF/400V.....3,70€
10000µF/450V.....3,70€
22000µF/400V.....3,70€
22000µF/450V.....3,70€
33000µF/400V.....3,70€
33000µF/450V.....3,70€
47000µF/400V.....3,70€
47000µF/450V.....3,70€
100000µF/400V.....3,70€
100000µF/450V.....3,70€
220000µF/400V.....3,70€
220000µF/450V.....3,70€
330000µF/400V.....3,70€
330000µF/450V.....3,70€
470000µF/400V.....3,70€
470000µF/450V.....3,70€
1000000µF/400V.....3,70€
1000000µF/450V.....3,70€
2200000µF/400V.....3,70€
2200000µF/450V.....3,70€
3300000µF/400V.....3,70€
3300000µF/450V.....3,70€
4700000µF/400V.....3,70€
4700000µF/450V.....3,70€
10000000µF/400V.....3,70€
10000000µF/450V.....3,70€
22000000µF/400V.....3,70€
22000000µF/450V.....3,70€
33000000µF/400V.....3,70€
33000000µF/450V.....3,70€
47000000µF/400V.....3,70€
47000000µF/450V.....3,70€
100000000µF/400V.....3,70€
100000000µF/450V.....3,70€
220000000µF/400V.....3,70€
220000000µF/450V.....3,70€
330000000µF/400V.....3,70€
330000000µF/450V.....3,70€
470000000µF/400V.....3,70€
470000000µF/450V.....3,70€
1000000000µF/400V.....3,70€
1000000000µF/450V.....3,70€
2200000000µF/400V.....3,70€
2200000000µF/450V.....3,70€
3300000000µF/400V.....3,70€
3300000000µF/450V.....3,70€
4700000000µF/400V.....3,70€
4700000000µF/450V.....3,70€

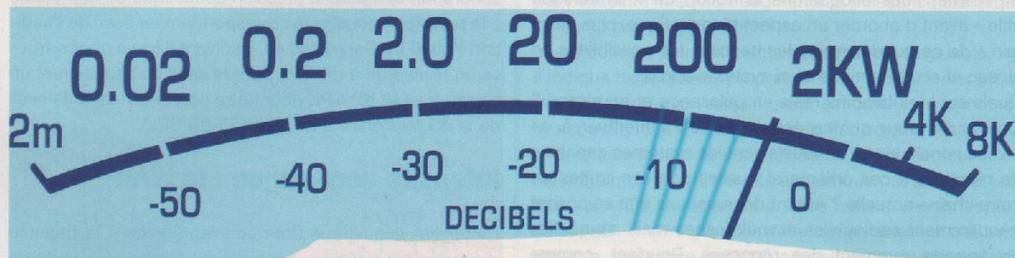
CHIMIQUE NIPPON CHEMICON, C039

470µF 500V - 051 L88mm.....24€
1000µF 500V - 051 L110mm.....39€
1500µF 450V - 051 L110mm.....35€
2200µF 450V - 063 L105mm.....45€
2200µF 450V - 051 L114mm.....40€
4700µF 100V - 035 L80mm.....19€
10000µF 100V - 051 L80mm.....28€
22000µF 50V - 051 L67mm.....19€
47000µF 25V - 035 L80mm.....23€
47000µF 50V - 051 L80mm.....28€
150000µF 16V - 051 L80mm.....23€

LES COND. DE DÉMARRAGE SCR MKP.

1µF/450V.....7,00€
1,5µF/450V.....8,00€
2µF/450V.....8,00€
3µF/450V.....10,00€
8µF/450V.....10,00€
10µF/450V.....12,00€
12µF/450V.....16,00€
15µF/450V.....13,00€
18µF/450V.....14,00€
22µF/450V.....14,00€
30µF/450V.....14,00€
35µF/450V.....14,00€
40µF/450V.....14,00€
45µF/450V.....14,00€
50µF/450V.....14,00€
55µF/450V.....14,00€
60µF/450V.....14,00€
65µF/450V.....14,00€
70µF/450V.....14,00€
75µF/450V.....14,00€
80µF/450V.....14,00€
85µF/450V.....14,00€
90µF/450V.....14,00€
95µF/450V.....14,00€
100µF/450V.....14,00€
110µF/450V.....14,00€
120µF/450V.....14,00€
130µF/450V.....14,00€
140µF/450V.....14,00€
150µF/450V.....14,00€
160µF/450V.....14,00€
170µF/450V.....14,00€
180µF/450V.....14,00€
190µF/450V.....14,00€
200µF/450V.....14,00€
220µF/450V.....14,00€
240µF/450V.....14,00€
260µF/450V.....14,00€
280µF/450V.....14,00€
300µF/450V.....14,00€
330µF/450V.....14,00€
360µF/450V.....14,00€
390µF/450V.....14,00€
420µF/450V.....14,00€
450µF/450V.....14,00€
480µF/450V.....14,00€
510µF/450V.....14,00€
540µF/450V.....14,00€
570µF/450V.....14,00€
600µF/450V.....14,00€
630µF/450V.....14,00€
660µF/450V.....14,00€
690µF/450V.....14,00€
720µF/450V.....14,00€
750µF/450V.....14,00€
780µF/450V.....14,00€
810µF/450V.....14,00€
840µF/450V.....14,00€
870µF/450V.....14,00€
900µF/450V.....14,00€
930µF/450V.....14,00€
960µF/450V.....14,00€
990µF/450V.....14,00€
1020µF/450V.....14,00€
1050µF/450V.....14,00€
1080µF/450V.....14,00€
1110µF/450V.....14,00€
1140µF/450V.....14,00€
1170µF/450V.....14,00€
1200µF/450V.....14,00€
1230µF/450V.....14,00€
1260µF/450V.....14,00€
1290µF/450V.....14,00€
1320µF/450V.....14,00€
1350µF/450V.....14,00€
1380µF/450V.....14,00€
1410µF/450V.....14,00€
1440µF/450V.....14,00€
1470µF/450V.....14,00€
1500µF/450V.....14,00€
1530µF/450V.....14,00€
1560µF/450V.....14,00€
1590µF/450V.....14,00€
1620µF/450V.....14,00€
1650µF/450V.....14,00€
1680µF/450V.....14,00€
1710µF/450V.....14,00€
1740µF/450V.....14,00€
1770µF/450V.....14,00€
1800µF/450V.....14,00€
1830µF/450V.....14,00€
1860µF/450V.....14,00€
1890µF/450V.....14,00€
1920µF/450V.....14,00€
1950µF/450V.....14,00€
1980µF/450V.....14,00€
2010µF/450V.....14,00€
2040µF/450V.....14,00€
2070µF/450V.....14,00€
2100µF/450V.....14,00€
2130µF/450V.....14,00€
2160µF/450V.....14,00€
2190µF/450V.....14,00€
2220µF/450V.....14,00€
2250µF/450V.....14,00€
2280µF/450V.....14,00€
2310µF/450V.....14,00€
2340µF/450V.....14,00€
2370µF/450V.....14,00€
2400µF/450V.....14,00€
2430µF/450V.....14,00€
2460µF/450V.....14,00€
2490µF/450V.....14,00€
2520µF/450V.....14,00€
2550µF/450V.....14,00€
2580µF/450V.....14,00€
2610µF/450V.....14,00€
2640µF/450V.....14,00€
2670µF/450V.....14,00€
2700µF/450V.....14,00€
2730µF/450V.....14,00€
2760µF/450V.....14,00€
2790µF/450V.....14,00€
2820µF/450V.....14,00€
2850µF/450V.....14,00€
2880µF/450V.....14,00€
2910µF/450V.....14,00€
2940µF/450V.....14,00€
2970µF/450V.....14,00€
3000µF/450V.....14,00€
3030µF/450V.....14,00€
3060µF/450V.....14,00€
3090µF/450V.....14,00€
3120µF/450V.....14,00€
3150µF/450V.....14,00€
3180µF/450V.....14,00€
3210µF/450V.....14,00€
3240µF/450V.....14,00€
3270µF/450V.....14,00€
3300µF/450V.....14,00€
3330µF/450V.....14,00€
3360µF/450V.....14,00€
3390µF/450V.....14,00€
3420µF/450V.....14,00€
3450µF/450V.....14,00€
3480µF/450V.....14,00€
3510µF/450V.....14,00€
3540µF/450V.....14,00€
3570µF/450V.....14,00€
3600µF/450V.....14,00€
3630µF/450V.....14,00€
3660µF/450V.....14,00€
3690µF/450V.....14,00€
3720µF/450V.....14,00€
3750µF/450V.....14,00€
3780µF/450V.....14,00€
3810µF/450V.....14,00€
3840µF/450V.....14,00€
3870µF/450V.....14,00€
3900µF/450V.....14,00€
3930µF/450V.....14,00€
3960µF/450V.....14,00€
3990µF/450V.....14,00€
4020µF/450V.....14,00€
4050µF/450V.....14,00€
4080µF/450V.....14,00€
4110µF/450V.....14,00€
4140µF/450V.....14,00€
4170µF/450V.....14,00€
4200µF/450V.....14,00€
4230µF/450V.....14,00€
4260µF/450V.....14,00€
4290µF/450V.....14,00€
4320µF/450V.....14,00€
4350µF/450V.....14,00€
4380µF/450V.....14,00€
4410µF/450V.....14,00€
4440µF/450V.....14,00€
4470µF/450V.....14,00€
4500µF/450V.....14,00€
4530µF/450V.....14,00€
4560µF/450V.....14,00€
4590µF/450V.....14,00€
4620µF/450V.....14,00€
4650µF/450V.....14,00€
4680µF/450V.....14,00€
4710µF/450V.....14,00€
4740µF/450V.....14,00€
4770µF/450V.....14,00€
4800µF/450V.....14,00€
4830µF/450V.....14,00€
4860µF/450V.....14,00€
4890µF/450V.....14,00€
4920µF/450V.....14,00€
4950µF/450V.....14,00€
4980µF/450V.....14,00€
5010µF/450V.....14,00€
5040µF/450V.....14,00€
5070µF/450V.....14,00€
5100µF/450V.....14,00€
5130µF/450V.....14,00€
5160µF/450V.....14,00€
5190µF/450V.....14,00€
5220µF/450V.....14,00€
5250µF/450V.....14,00€
5280µF/450V.....14,00€
5310µF/450V.....14,00€
5340µF/450V.....14,00€
5370µF/450V.....14,00€
5400µF/450V.....14,00€
5430µF/450V.....14,00€
5460µF/450V.....14,00€
5490µF/450V.....14,00€
5520µF/450V.....14,00€
5550µF/450V.....14,00€
5580µF/450V.....14,00€
5610µF/450V.....14,00€
5640µF/450V.....14,00€
5670µF/450V.....14,00€
5700µF/450V.....14,00€
5730µF/450V.....14,00€
5760µF/450V.....14,00€
5790µF/450V.....14,00€
5820µF/450V.....14,00€
5850µF/450V.....14,00€
5880µF/450V.....14,00€
5910µF/450V.....14,00€
5940µF

Puissance & Niveau sonore



Dans un système de restitution sonore, on peut aisément concevoir d'instinct qu'il existe une relation directe entre la puissance fournie par l'amplificateur et le niveau sonore émis par les enceintes acoustiques.

De même, on comprend sans difficulté que le fait de s'éloigner des enceintes se traduit inmanquablement par une sensation de diminution du niveau sonore pour nos oreilles. En effet, il existe des lois purement physiques qui régissent les rapports entre la puissance électrique fournie par l'amplificateur, le niveau sonore généré par les enceintes et la pression acoustique ressentie par l'auditeur en fonction de la distance qui le sépare de ses enceintes.

La connaissance de ces lois est un outil très précieux qui permet de déterminer, en fonction de certaines caractéristiques techniques, les possibilités réelles d'un système de restitution sonore en termes de niveau sonore et de dynamique.

Tout ceci peut s'avérer très utile, lorsqu'on veut acquérir du matériel, pour éviter les associations risquées ou désastreuses entre un amplificateur et des enceintes acoustiques.

Le but de cet article est donc de vous dévoiler quelques bases essentielles de l'électro-acoustique afin de vous aider à comprendre ce qui fait la différence entre le bas rendement, le haut rendement et à quoi peuvent bien servir les électroniques survitaminées capables de fournir plusieurs centaines de watts.

De même, nous évoquerons la notion de « dynamique utile » avant d'aborder un aspect plus pratique, plus « terrain » de ce qui détermine les besoins, les possibilités en niveau et en dynamique d'un système audio.

Quels sont les besoins réels en puissance et en niveau ? Que faut-il pour qu'une écoute puisse s'effectuer à un niveau sonore réaliste ? Quels sont les systèmes capables de répondre à ces critères et quelles sont les limites de votre chaîne actuelle ? Autant de questions que se posent fréquemment audiophiles et mélomanes mais auxquelles on apporte rarement des réponses. Pourtant, comme vous pourrez le constater tout au long de cet article, les notions de dynamique, de puissance et de niveau acoustique sont liées à des grandeurs élémentaires de la physique qui n'ont absolument rien à voir avec la magie ou « l'ésotérisme »...

Niveau sonore et décibels

La notion de « niveau sonore » se rapporte à l'intensité, le volume ou encore la puissance acoustique d'un son.

Un son est une variation de pression de l'air qui se propage à une vitesse déterminée (« vitesse du son » dans l'air qui est d'environ 340 m/s). Cette pression s'exerce sur tout corps (ou objet) qui se trouve sur le trajet du son. L'unité « officielle » adoptée par le système international pour exprimer une pression est le Pascal (noté Pa, avec $1 \text{ Pa} = 10 \text{ } \mu\text{bar}$). Une pression de 1 Pa correspond à une force de 1 Newton appliquée sur une surface de 1 mètre-carré ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$).

L'oreille humaine n'est pas capable de percevoir les sons de trop faible amplitude. Elle possède sa sensibilité propre : le seuil d'audibilité pour une pression sonore étant de 0,000 02 Pa. Cela signifie qu'un son de pression inférieure à ce seuil ne peut pas être perçu par l'oreille humaine. A l'autre bout de « l'échelle », une pression de 200 Pa correspond à un son très violent, supérieur au seuil de la douleur (figure 1).

Pour mesurer ou évaluer un niveau sonore, on utilise une grandeur appelée décibel, notée « dB » ou plus précisément « dB SPL » pour indiquer qu'il s'agit de dB « acoustiques » (« SPL » signifiant *Sound Pressure Level* ou « Niveau de pression sonore » en français).

Sans entrer dans un développement mathématique complexe, nous rappelons, ci-dessous, l'équation qui relie les « dB SPL » et la pression d'un son en Pascal.

Pour un son de pression acoustique égale à « P » Pascal, le niveau sonore N exprimé en dB SPL est :

$$N \text{ (dB SPL)} = 20 \text{ Log (P/0,000 02)}$$

où « 0,000 02 » est la pression correspondant au seuil d'audibilité et « Log » la fonction Logarithme en base 10. Nous nous sommes permis de vous « parachuter » cette équation, car le but de cet article n'est pas de vous « faire » un cours de mathématiques sur les logarithmes, encore moins un exposé sur les lois de la psycho-acoustique (en expliquant que l'oreille humaine ne fonctionne pas de façon linéaire, mais logarithmique, devant les variations de pression acoustique).

Au final, on peut retenir que pour exprimer un niveau sonore, on compare la pression acoustique du son étudié à la pression acoustique correspondant au seuil de l'audition (0,000 02 Pa). Ainsi, en résolvant l'équation, on trouve un niveau de 0 dB SPL pour le seuil de l'audition et un niveau de 140 dB SPL pour notre son très violent (le seuil de la douleur étant d'environ 130 dB SPL).

Intensité acoustique : le W/m^2

L'intensité acoustique d'un son représente « la quantité d'énergie qui traverse, par unité de temps, une unité de surface parallèle au front d'onde ». Cette intensité est une « densité surfacique de puissance » exprimée en W/m^2 .

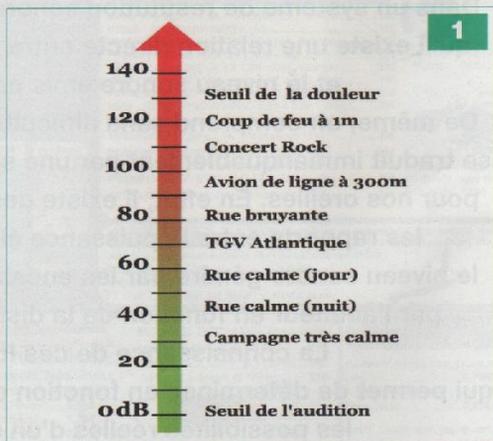
Il existe, bien sûr, un rapport entre cette intensité acoustique et la pression acoustique exprimée en dB SPL.

A l'examen du **tableau A**, on constate au moins deux choses intéressantes :

- Multiplier l'intensité acoustique par 100 revient à accroître le niveau de 20 dB.

- Un « tout petit » W/m^2 correspond à un niveau colossal de 120 dB.

Exprimer une intensité acoustique en W/m^2 est très pratique pour calculer le rendement d'un haut-parleur. Ce rendement exprime le rapport entre l'intensité acoustique rayonnée et la puissance électrique appliquée aux bornes du haut-parleur. Par exemple, un haut-parleur d'une sensibilité de 100 dB/1W (ce qui est très élevé) a un rendement de 1 % seulement... En effet, il produit une intensité acoustique de 0,01 W/m^2 pour une puissance de 1 W



Niveaux en dB de quelques bruits « connus »

dB	→	W/m ²
80		0,0001
84		0,0002
88		0,0006
92		0,0015
96		0,0039
100		0,0100
104		0,0251
108		0,0630
112		0,1584
116		0,3981
120		1
124		2,5118
128		6,3095
132		15,848
136		39,810
140		100
144		251,18
148		630,95
152		1584,8
156		3981,0
160		10000

TABLEAU A - Correspondance entre les niveaux en dB SPL et les intensités acoustiques en W/m²

appliquée à son bornier (un rendement de 100 % correspondrait à une sensibilité de 120 dB/1W/1m).

A ce propos, nous constatons très souvent que, par abus de langage, de nombreuses personnes confondent le rendement et la sensibilité (ou niveau d'efficacité) d'un haut-parleur (**tableau B**). Pour « remettre les pendules à l'heure », nous rappelons qu'un rendement s'exprime en « % » et que les « dB/1W/1m » correspondent à une sensibilité (ou niveau d'efficacité). Rendement et sensibilité sont intimement liés, certes, mais rendons « à chacun » sa bonne unité de mesure et nous éviterons bien des confusions...

Niveau acoustique et puissance...

La sensibilité (ou efficacité) d'un haut-parleur ou d'une enceinte représente le niveau acoustique relevé, en dB SPL, à une distance de 1 mètre lorsque ce haut-parleur ou cette enceinte est attaqué(e) par un signal électrique de 1 watt.

A ce sujet, il est intéressant de rappeler ce que représente cette puissance de 1 W. Un amplificateur fournit une tension (en V) et un courant (en A). D'après la loi d'Ohm ($P = U^2/R$), si l'amplificateur est relié à une charge résistive pure de 4 Ω, il doit délivrer une tension de 2 V. Cette tension passe à 2,83 V pour une charge de 8 Ω. Bien que l'impédance d'une enceinte soit théoriquement normalisée à 4 ou 8 Ω, certains systèmes sont « annoncés » pour 6 Ω par les constructeurs. De plus, il n'est pas rare de constater, sur certaines enceintes de 8 Ω, que l'impédance peut très bien chuter à 4 Ω à certaines fréquences.

Ainsi, pour comparer la sensibilité de plusieurs enceintes, il est intéressant de relever le niveau acoustique à 1 m, en ajustant la sortie de l'amplificateur sur 2 V ou 2,83 V, quelle que soit l'impédance annoncée par le constructeur (mesure que nous effectuons pour nos tests).

Revenons dans le vif du sujet, en considérant que nous vivons dans un monde « électro-acoustiquement parfait » où une puissance de 1 W injectée à une enceinte représente une valeur « sûre ». A partir d'un niveau de sensibilité donné, comment évolue le niveau acoustique fourni par l'enceinte lorsqu'on augmente la puissance électrique en sortie de l'amplificateur ?

Le rendement d'une enceinte est constant, invariable.

Il indique dans quelles proportions la puissance électrique (en W) délivrée par l'amplificateur est convertie en intensité acoustique (les fameux W/m²). Par conséquent, multiplier la puissance de l'amplificateur par un facteur « x » revient à multiplier l'intensité acoustique par le même facteur « x ». En se reportant à notre tableau de correspondance dB → W/m², on constate immédiatement que multiplier la puissance par 100 occasionne une progression en niveau de 20 dB. Cette progression est logarithmique. Soit « x » le facteur de multiplication appliqué à la puissance, soit « n » la progression du niveau en dB, on a :

$$n = 10 \text{ Log } (x) \text{ ou } n = 10 \text{ Log } (P/P_0)$$

P étant la puissance délivrée « au final » et P₀ la puissance de départ.

Sensibilité (dB/1W/1m)	→	Rendement (%)
80		0,01
82		0,016
84		0,025
86		0,04
88		0,063
90		0,1
92		0,158
94		0,251
96		0,398
98		0,631
100		1
102		1,585
104		2,512
106		3,981
108		6,31
110		10
112		15,849
114		25,119
116		39,811
118		63,096
120		100

TABLEAU B - Equivalence entre la sensibilité (ou le niveau d'efficacité) d'une enceinte exprimée en dB/1W/1m et son rendement exprimé en %. Les deux grandeurs sont intimement liées, mais il ne faut pas les confondre...

Avec différentes valeurs pour P et P0, cette équation indique que le niveau augmente de 3 dB quand on double la puissance, il augmente de 6 dB quand on quadruple la puissance... il augmente de 10 dB quand on multiplie la puissance par 10, etc. (**tableau C**). Par conséquent, on augmente le niveau de 3 dB (par exemple) lorsqu'on passe d'une puissance de 10 W à 20 W (P x 2), mais aussi lorsqu'on passe d'une puissance de 100 W à une puissance de 200 W. Dans un cas comme dans l'autre, la puissance est doublée.

Sensibilité d'une enceinte et puissance

La sensibilité d'une enceinte acoustique est donnée pour une puissance de 1 W à la distance de 1 m (dB/1W/1m). Le niveau sonore disponible augmente en relation avec la puissance injectée à l'enceinte. La **figure 2** représente la correspondance entre la puissance injectée à une enceinte et le niveau disponible, en fonction de sa sensibilité. Nous avons retenu deux exemples : une enceinte de bas rendement avec une sensibilité de 84 dB/1W/1m et une enceinte de haut rendement avec une sensibilité de 96 dB/1W/1m.

Multiplication de la puissance par :	Augmentation du niveau en dB
1,3	1
1,6	2
2	3
2,5	4
3,2	5
4	6
5	7
6,3	8
7,9	9
P x 10	+ 10 dB
12,6	11
15,8	12
20	13
25,1	14
31,6	15
39,8	16
50,1	17
63,1	18
79,4	19
100	20

TABLEAU C - Correspondance entre le facteur multiplicateur de puissance et l'augmentation de niveau en dB. La correspondance fonctionne aussi en « inverse » pour une puissance qui diminue et crée une chute de niveau : une puissance divisée par 2 occasionne une « perte » de 3 dB, une puissance divisée par 10 occasionne une perte de 10 dB, etc. Il suffit de remplacer la multiplication par une division de la puissance et de remplacer le « + » dB par un « - » dB pour le niveau.

Niveau acoustique et distance

Plus on s'éloigne d'une source d'émission sonore, plus le niveau chute, plus on s'en approche, plus le niveau augmente (**tableau D**). En théorie, le niveau acoustique délivré par une source ponctuelle diminue de 6 dB chaque fois que l'on multiplie la distance par deux.

Si l'on mesure 90 dB à un mètre, on relève un niveau de $90 - 6 = 84$ dB à deux mètres ($n = 20 \text{ Log}(D1/D2)$ où « n »

2	Watts	dB	Watts
	1	84	0,06
	1,3	85	0,08
	1,6	86	0,1
	2	87	0,13
	2,5	88	0,16
	3,2	89	0,2
	4	90	0,25
	5	91	0,3
	6,3	92	0,4
	7,9	93	0,5
	10	94	0,6
	13	95	0,8
	16	96	1
	20	97	1,3
	25	98	1,6
	32	99	2
	40	100	2,5
	50	101	3
	63	102	4
	79	103	5
	100	104	6
	126	105	8
	158	106	10
	200	107	13
	251	108	16
	316	109	20
	398	110	25
	501	111	31
	631	112	39
	794	113	50
	1000	114	63

Niveau acoustique disponible pour deux enceintes en fonction de la puissance. A gauche : système de bas rendement avec une sensibilité de 84 dB/1W/1m. A droite : système à haut rendement avec une sensibilité de 96 dB/1W/1m. L'écart entre les deux sensibilités est de 12 dB. Pour obtenir le même niveau acoustique avec les deux enceintes, il faut injecter une puissance seize fois supérieure à l'enceinte de bas rendement, par rapport au système à haut rendement. Pour obtenir un niveau de 114 dB SPL, par exemple, il faut injecter une puissance de 63 W au système à haut rendement et 1 000 W à l'autre enceinte (impossibilité technique dans la très grande majorité des cas...).

Distance à la source	→	Atténuation ou gain en dB
50 cm		+ 6 dB
75 cm		+ 3 dB
1 m	(référence)	0 dB
2 m		- 6 dB
3 m		- 9,5 dB
4 m		- 12 dB
5 m		- 14 dB
6 m		-15,6 dB
7 m		- 17 dB
8 m		- 18 dB
9 m		- 19 dB
10 m		- 20 dB

TABLEAU D - Variations théoriques du niveau sonore (dB SPL) en fonction de la distance par rapport à la source (référence à 1 m).

représente la chute ou l'augmentation du niveau en dB SPL, « D2 » la distance finale par rapport à la source et « D1 » la distance initiale. Il s'agit d'une règle théorique, car les enceintes ne sont pas de vraies sources ponctuelles. De plus, dans une salle « normale », les sons réverbérés s'ajoutent au son direct et l'atténuation en niveau est moins importante qu'en théorie (pratiquement, on peut compter sur une moyenne d'environ 4 à 5 dB d'atténuation lorsqu'on double la distance).

Enfin, et ceci n'est pas négligeable, il ne faut pas oublier qu'avec deux canaux en service, nous écoutons deux enceintes qui diffusent chacune un son de même intensité. La théorie d'addition des sources sonores nous rappelle que les intensités acoustiques des deux sources s'additionnent. Dans notre cas, on se retrouve alors avec une intensité sonore doublée, ce qui représente un gain de 3 dB SPL.

Avec deux enceintes dont l'efficacité est de 90 dB/1W/1m, on obtient une sensibilité globale théorique s'élevant à 93 dB/1W/1m.

Ecart en niveau et puissance

Il est primordial, tout d'abord, de comprendre ce qui relie les variations de la puissance électrique (en W) à la sortie de l'amplificateur et les variations du niveau acoustique (en dB SPL) que diffuse l'enceinte.

Le **tableau E** rappelle par combien il faut multiplier la puissance pour générer une augmentation du niveau sonore déterminée. Nous avons précédemment abordé ce sujet, mais il nous semble important d'y revenir afin de bien fixer les idées sur les grandeurs mises en jeu (un petit écart en niveau peut correspondre à un bond en puissance colossal).

En partant de ce tableau, on peut déterminer d'autres valeurs assez facilement. Il suffit d'additionner les valeurs en dB et de multiplier, entre eux, les facteurs de puissance associés. Par exemple : 6 dB correspond à « x 4 » et 7 dB correspond à « x 5 ». Par conséquent, 6 dB + 7 dB (13 dB) correspond à 4 x 5 (20), soit une puissance multipliée par 20 pour obtenir un gain de 13 dB en niveau.

La musique et les niveaux sonores

La finalité d'un système de restitution sonore est d'écouter de la musique. Si l'on met de côté les synthétiseurs et autres instruments électroniques, la musique est généralement créée à partir de voix humaines et d'instruments acoustiques. En connaissant le niveau sonore maximum que peuvent atteindre certains instruments, on peut déjà se faire une idée sur la puissance que doit fournir un amplificateur pour que des enceintes d'une sensibilité donnée puissent fournir un tel niveau.

Nous avons réuni, dans le **tableau F**, quelques valeurs de pressions acoustiques maximales générées par certains instruments. Attention, chaque valeur correspond à un maximum possible (ne vous effrayez pas, vous ne « prendrez » certainement pas 108 dB dans les oreilles si vous écoutez un piano en concert) ! Dans ce tableau, nous avons fait correspondre chaque valeur de niveau à la puissance qu'il faut fournir pour alimenter trois enceintes différentes ayant respectivement des niveaux d'efficacité de 84 dB, 90 dB et 96 dB pour 1 W à 1 m.

Ce tableau représente les puissances qu'il faut atteindre si l'on écoute une seule enceinte et que l'on se situe à 1 m de celle-ci pour la mesure. Avec deux enceintes, l'addition

Augmentation de niveau	Puissance multipliée par
1 dB	x 1,3
2 dB	x 1,6
3 dB	x 2
4 dB	x 2,5
5 dB	x 3,2
6 dB	x 4
7 dB	x 5
8 dB	x 6,3
9 dB	x 7,9
10 dB	x 10
12 dB	x 16
14 dB	x 25
16 dB	x 40
18 dB	x 63
20 dB	x 100
22 dB	x 158
24 dB	x 250
26 dB	x 400
28 dB	x 631
30 dB	x 1000

TABLEAU E - Augmentation de la puissance nécessaire pour un écart en niveau déterminé.

