

# Guide d'achat

## MESURE DE BRUIT

# Les sonomètres

▼ **Médecine du travail et choix de protection auditive, psycho-acoustique, évaluation de l'isolation d'un bâtiment, bruit du voisinage ou des installations, ingénierie du son, les sonomètres peuvent être utilisés dans de nombreuses applications. Mais si certains se cantonnent à des mesures très basiques, d'autres sont aujourd'hui capables d'effectuer une analyse très fine des niveaux sonores. A vous de voir ce dont vous avez besoin...**

La sonométrie est une science complexe. Pour tenter de caractériser les bruits qui nous entourent, l'acoustique a en effet donné naissance à une flopée d'indicateurs plus ou moins pertinents selon la nature des bruits à étudier, l'environnement dans lequel ils sont émis et les renseignements que l'on cherche à obtenir. Du coup, on trouve de tout sur le marché des sonomètres, de l'instrument le plus rudimentaire coûtant quelques dizaines d'euros aux engins les plus

sophistiqués vendus au bas mot 10000 euros. Comment choisir? La réponse est d'autant plus complexe que, pour coller à la réalité physique, les milliers de normes ayant trait à l'acoustique s'appuient sur des indicateurs différents selon le champ d'application qui les concernent. Pour éviter de vous retrouver avec un sonomètre ne répondant pas à vos besoins, il convient donc de vous pencher attentivement sur ses caractéristiques. « On peut les classer en trois familles : les caractéristiques "métier" qui concernent les grandeurs mesurées, les caractéristiques météorologiques, dans lesquelles on retrouvera par exemple la précision et la sensibilité; les caractéristiques liées à la facilité d'utilisation, comme la capacité à stocker un commentaire audio ou l'intégration d'un écran rétroéclairé et lisible », distingue Emmanuel Gremaud, ingénieur technico-commercial chez Brüel et Kjaer France.

### Niveaux instantanés ou équivalents

Les spécificités "métier" sont sans doute les plus complexes à décrypter pour un néophyte : la liste des grandeurs mesurées peut varier considérablement d'un appareil à l'autre - et les termes utilisés ne sont pas toujours les mêmes. On peut toutefois reconnaître aisément deux types de sonomètres : les conventionnels, très simples, qui donnent des niveaux de bruit instantanés et les intégrateurs, qui sont en règle générale aussi conventionnels mais affichent en plus des niveaux continus équivalents. Ces deux familles sont d'ailleurs conçues sur le même modèle : tous les sonomètres sont composés d'un microphone (en général un microphone électrostatique à électret) qui convertit la pression acoustique en signal électrique équivalent et d'une unité de traitement électronique qui traite ce signal.

Pour les mesures les plus classiques, le signal passe par un filtre de pondération fréquentielle. Sa valeur efficace est calculée en l'in-

tégrant sur une certaine constante de temps (cf. encadré). Les filtres de fréquences les plus communs simulent la perception humaine (A), ou mettent en valeur les bruits brefs et intenses (filtre C). Il existe aussi un filtre Z, dit linéaire, qui ne modifie pas le signal. La valeur efficace est calculée sur l'une des trois constantes de temps suivantes : S (1 seconde), F (1/4 de seconde) et I (1/32<sup>e</sup> de seconde). Le travail en valeur efficace écriète donc en partie les bruits impulsifs (S) ou au contraire les met en évidence (I). « Si vous souhaitez étudier les niveaux sonores dans un champ de tir, il sera ainsi intéressant de choisir un sonomètre capable de pondérer le signal avec le filtre I ou F. Si par contre vous voulez ne pas prendre en compte les bruits très brefs parce qu'ils ne sont pas représentatifs de l'ambiance sonore à étudier, la pondération S conviendra mieux », explique Vincent Langlard, directeur général de Cirrus France. Ce peut, par exemple, être le cas lorsqu'on étudie la gêne occasionnée par le bruit au travail sans toutefois chercher à se soucier des chutes d'objets ou lorsqu'on étudie les niveaux de bruit en extérieur et que l'on juge inopportun de tenir compte des passages d'un train ou d'un avion.

Le niveau sonore en sortie de ce second filtre, noté  $L_{XY_{inst}}$  ou  $L_{XY}$ , est délivré en décibel. Le X correspond à la pondération fréquentielle (A, B, C ou Z) et le Y à la pondération temporelle (S, F ou I). C'est ici que l'on peut voir la différence entre les sonomètres conventionnels et les intégrateurs. Selon la norme la plus récente les concernant (IEC61672 ou NF EN61672, cf. encadré), les premiers doivent au moins exprimer le niveau sonore LAF. Bon nombre d'entre eux peuvent aussi mesurer les valeurs maximales et minimales de ce niveau sur la durée de la mesure. Très simples, ces instruments conviennent aux mesures ponctuelles ou à l'évaluation basique de l'ambiance sonore d'un environnement. « Si l'on veut étudier l'impact sonore d'une



Certains fabricants ont développé des instruments spécialement adaptés à des applications précises (bâtiment, bruit au travail, environnement... qui mesurent ou calculent les grandeurs les plus représentatives de la situation.

pompe à chaleur qui tourne toujours au même rythme, un sonomètre conventionnel pourra faire l'affaire. Mais dès que le bruit est fluctuant, ou que l'on veut en étudier l'évolution finement sur de longues périodes de temps, il faudra utiliser un sonomètre intégrateur », tranche Alain Lafont, directeur du département acoustique de Kimo. Car les sonomètres intégrateurs ne s'arrêtent pas à de simples mesures instantanées. Ils sont capables d'afficher un niveau de bruit équivalent noté  $L_{X_{eq}}$ . Il s'agit du niveau de bruit constant correspondant à l'énergie du bruit perçu sur une période donnée. Sauf exception, les sonomètres intégrateurs sont aussi

moyenneurs : ils peuvent alors moyenner les  $L_{X_{eq}}$  sur une durée choisie par l'utilisateur. Ces valeurs  $L_{X_{eq}}$ , et en particulier les  $L_{A_{eq}}$ , sont très utiles dans bien des situations. Elles donnent une bonne idée d'un niveau de bruit continu, tels que le bruit du trafic ou des ronrons des machines industrielles. En complément du niveau  $L_{X_{max}}$ , elles conduisent aussi à mieux appréhender les niveaux sonores dans des environnements où certains sons se démarquent du bruit ambiant, comme les passages des avions dans les environs d'un aéroport ou la mise en route répétée d'une machine dans une usine.

### Une norme pour les sonomètres

Datant de 2002, la norme IEC 61672 est la plus récente concernant les sonomètres. Elle a été transcrite en droit français sous le nom de NF EN 61672. Elle définit deux classes en fonction des tolérances sur les caractéristiques de l'appareil : linéarité, filtre, directivité, réponse en fréquence, réponse à des salves... Cette norme impose aussi des spécifications minimales pour les trois types de sonomètres disponibles sur le marché : les conventionnels, les intégrateurs/moyenneurs et les moyenneurs. Elle indique que les premiers doivent être capables d'indiquer au minimum le niveau de pression acoustique avec la pondération fréquentielle A et la pondération temporelle F. Un sonomètre Intégrateur/moyenneur doit être en mesure d'indiquer au minimum le niveau continu équivalent de la pression acoustique pondéré A ( $L_{A_{eq}}$ ). Et un sonomètre intégrateur doit être en mesure d'indiquer au minimum la durée d'exposition au bruit avec la pondération A. On peut noter que les sonomètres intégrateurs-moyenneurs et intégrateurs répondent en règle générale aux exigences réglementaires des sonomètres conventionnels. Certains instruments se réfèrent encore aux normes qui l'ont précédé : NF EN 60651 et NF EN 60804.



L'ergonomie est aujourd'hui au cœur des préoccupations des fabricants. Sur plusieurs modèles disponibles sur le marché, l'utilisateur peut ainsi marquer des événements directement sur l'écran du sonomètre avec un stylet.

Un sonomètre intégrateur/moyenneur doit être capable de mesurer tous ces paramètres. Mais la plupart d'entre eux vont plus loin. Ils mesurent souvent la valeur de crête du signal pondéré en fréquence (notée  $L_{X_{peak}}$ ). L'opération s'effectue juste après la pondération fréquentielle, il n'y a alors plus de pondération temporelle ni de détection de la valeur efficace. Certains sonomètres proposent aussi de calculer le niveau d'exposition au bruit, noté LAE ou l'indice d'exposition quotidienne noté  $L_{ex,d}$  ou d est la durée d'une journée de travail. « Ces deux grandeurs sont particulièrement intéressantes en médecine du travail. La directive européenne et les réglementations liées qui fixent les exigences à ce sujet utilisent en effet ces deux niveaux », explique Emmanuel Gremaud (Brüel et Kjaer France). Au-delà de 80 dB en  $L_{ex,d}$  ou 135 dB en  $L_{C_{peak}}$ , l'employeur doit mettre à disposition de ses employés des protections auditives. Et si les niveaux sonores dépassent 85 dB  $L_{ex,d}$  ou 137 dB en  $L_{C_{peak}}$ , leur port devient obligatoire. Certains appareils, à l'instar des modèles 2250, 2250-light ou 2270 de Brüel et Kjaer, proposent un mode affichant le nombre de fois où la valeur crête dépasse 135 dB ou 137 dB pour analyser plus finement encore l'exposition d'un travailleur. Certains →

### L'essentiel

- La norme la plus récente en matière de sonomètres est la NF EN 61672, qui définit deux classes d'instruments selon leur précision.
- Elle impose en outre, pour tous les instruments, d'être au moins doté d'une pondération fréquentielle proche de la perception de l'oreille humaine (A).
- Les sonomètres se séparent en deux familles : les conventionnels qui fournissent des valeurs instantanées et les intégrateurs qui donnent des niveaux intégrés équivalents après niveaux.

## Les sonomètres

Fabricant (représentant ou distributeur)	Modèle	Type	Conformité à la norme	Plage de mesure (dynamique)	Grandeurs mesurées	Capacité de stockage	Autonomie	Sortie vers PC	Applications	Observations
Extech (Testoon)	SL130	Conventionnel	Type 2 (NF EN 60651)	30-130 dB (50 dB)	Lp (A,C) (S,F) max	Non	240 h	Non	Mesures généralistes	Avertisseur de niveau sonore avec alarme sonore et visuelle. Sortie alarme pour sirène, girophare... (liaison par relais AC ou DC en option). Microphone déportable et rotatif sur 180 degrés. Grand affichage.
	HD600	Conventionnel	Classe 2 (NF EN 61672)	30-130 dB (50 dB, auto)	Lp (A,C) (S,F) max, min	20 000 enregistrements	30 h	USB	Mesures généralistes	Logiciel PC et câble USB en standard.
BK Precision (Testoon)	BK735	Conventionnel	Type 2 (NF EN 60651)	30-130 dB (50 dB, auto)	Lp (A,C) (S,F) max, min	32 000 enregistrements	50 h	RS232	Mesures généralistes	Bargraphe. Logiciel PC et câble RS232 en standard.
	BK732A	Conventionnel	Type 2 (NF EN 60651)	30-130 dB (50 dB)	Lp (A,C) (S,F) max, min	Non	50 h	Non	Mesures généralistes	Logiciel PC et câble RS232 en option.
Amprobe (Testoon)	SM-10	Conventionnel	Type 2 (NF EN 61651)	30-130 dBA. 35-130 dBC (50 dB auto)	Lp (A,C) (S,F) max, min	Non	50 h	Non	Mesures généralistes	Ecran rétroéclairé.
	SM-20	Conventionnel	Type 2 (NF EN 61651)	31-130 dBA. 35-130 dBC (50 dB auto)	Lp (A,C) (S,F) max, min	14 000 enregistrements	50 h	RS232	Mesures généralistes	Ecran rétroéclairé.
Volcraft (Conrad)	VL-200	Conventionnel	Type 2 (NF EN 60651)	30-130 dB (70 dB)	Lp (A,C) (S,F), max	Non	50 h	N.A.	Mesures généralistes	Ecran rétroéclairé. Livré avec coffret de rangement et protection contre le vent.
Testo	815	Conventionnel	Classe 2 (NF EN 60651)	30-130 dB (50 dB)	Lp (A,C) (S,F) max, min	Non	70 h	Non	Mesures généralistes	Ecran rétroéclairé.
	816	Conventionnel	Classe 2 (NF EN 60651)	30-130 dB (50 dB, auto)	Lp (A,C) (S,F) max, min	Non	50 h	Signal AC-DC pour enregistrement	Mesures généralistes	Ecran rétroéclairé.
Iso Tech (Radiospares)	1352 N	Conventionnel	Classe 2 (NF EN 61672)	30-130 dB (60 dB)	Lp (A,C) (S,F) max	32 000 enregistrements	50 h	RS232	Mesures généralistes	2 sorties analogiques fiche 3,5 mm : 10 mV/dB en cc et 1 Vrms en ca. Alimentation externe possible.
Chauvin Arnoux	C.A 832 PhysicsLine	Conventionnel	Type 2 (NF EN 60651)	35-130 dB (3 gammes)	Lp (A,C) (S,F) max	Non	N.C. (1x9 V)	1 prise jack pour sortie analogique	Mesures généralistes	Ecran rétroéclairé, ergonomie, livré avec une gaine antichoc et un adaptateur universel pour fixation sur trépied. En option : calibrateur de sonomètres à 94 dB ou 114 dB et boule antivent.
Center (JDC Electronic SA)	Center 322	Conventionnel	Type 2 (NF EN 60651)	30-130 dB (50 dB, auto)	Lp (A,C) (S,F) max, min	32 000 points	N.C. (1x9 V)	RS232	Mesures généralistes	Ecran rétroéclairé, bargraphe.
Norsonic (Fondis Electronic)	NOR140	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 (NF EN 61672) Approuvé par le PTB	25-137 dBA, 140 dBC (crête) (120 dB)	Lp (A,C,Z) (S,F,I), max, min, Lpeak, LE, Leq (A,C,Z), (mesures simultanées).	5 Mo sur carte SD plus de 10 000 mesures individuelles.	> 8 h en continu	USB, RS232	Environnement, industrie, bâtiment.	Ecran rétroéclairé haute résolution. Enregistrement audio. Peut être raccordé à une source 12 V. En option : analyse en 1/1 et 1/3 octave en temps réel et 7 indices fractiles.

Liste non exhaustive

## Les sonomètres (suite)

Fabricant (représentant ou distributeur)	Modèle	Type	Conformité à la norme	Plage de mesure (dynamique)	Grandeurs mesurées	Capacité de stockage	Autonomie	Sortie vers PC	Applications	Observations
Svantek (Signaltech, Testoon)	SV102A	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 (NF EN 61672)	45 dBA et 141 dBA crête (une seule gamme)	Sur chaque voie : Lp (A,C,Z) (S,F,I) max min, crête, LEP, d, Leq (A,C,Z), SEL, Lden, Ltm3, Ltm5. Indices fractiles Ln(L1-L99), (3 mesures simultanées avec filtres et constantes différents).	16 Mo (64 Mo en option pour enregistrement audio)	>24 h (batterie rechargeable)	USB	Mesures acoustiques bivoies d'utilité générale, mesures de protection contre le bruit au poste de travail, dosimétrie acoustique.	Sonomètre et dosimètre. Bivoies. Enregistrement de l'évolution temporelle de résultats. Calibrage automatique (technologie TEDS). Logiciel SvanPC+ livré en standard. Garantie 3 ans. En option: bandes 1/1 et 1/3 octave.
	SVAN955	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 (NF EN 61672)	22 dBA - 141 dBA crête (120 dB)	Lp (A,C,Z) (S,F,I) max min, crête, LEP, d, Leq (A,C,Z), SEL, Lden, Ltm3, Ltm5. Indices fractiles Ln(L1-L99), (3 mesures simultanées avec filtres et constantes différents).	16 Mo flash (4 Go sur clé USB en option)	>12 h en continu Jusqu'à >24 h en option	USB, RS232, modem et IrDA en option.	Protection contre le bruit au poste de travail, surveillance du bruit.	Ecran rétroéclairé. Léger et robuste. Enregistrement de l'évolution temporelle de résultats. Kit de protection tout temps. Logiciel SvanPC+ livré en standard. Gamme de fréquences : 20 Hz - 20 kHz. En option: analyse 1/1 octave et dosimétrie.
	SVAN 959	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 (NF EN 61672) Approuvé par le PTB		Lp (A,C,Z) (S,F,I) max, min, crête, LEP, d, Leq (A,C,Z), SEL, Lden, Ltm3, Ltm5. Indices fractiles Ln(L1-L99), (3 mesures simultanées avec filtres et constantes différents).	32 Mo (4Go sur clé USB)	>16 h (avec piles NiMH rechargeables)	USB, RS232, modem et IrDA en option.	Protection contre le bruit au poste de travail, surveillance du bruit, environnement, industrie, bâtiment.	Ecran rétroéclairé. Enregistrement de l'évolution temporelle de résultats. Kit de protection tout temps. Mode vibromètre. Logiciel SvanPC+ livré en standard. Garantie 3 ans. Possibilités d'analyse (1/1 ou 1/3 octave), FFT, RT60, tonalité, sonie, enregistrement de signaux en format WAV).
Pulsar (Serac distribution)	72	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 ou 2 (NF EN 61672)	32-140 dB	Lp (A,C) (F,S), max, Lcpeak, Leq (A,C).	Non	15 h	Non	Industrie, environnement.	
	82	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 ou 2 (NF EN 61672)	57-130 dBA/143 dBC	Lp (A,C) (F,S), Lepd, Lcpeak, Leq (A,C), Lceq - Laeq.	En option	15 h	USB en option	Industrie, recherche des seuils limites d'intervention. Protection contre le bruit au travail.	Ecran digital.
	94	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 ou 2 (NF EN 61672)	25-140 dBA/143 dBC ou 19-140 dBZ	Lp (A,C,Z) (F,S,I) max, min, crête, Leq (A,C,Z). Indices fractiles Ln. Analyse 1/1 octave (31 Hz à 16 kHz).	1 300 mesures en bande large ou 12 jours mesures 15 mn ou 770 mesures en 1/1 octave ou 12 jours de courbes 1s.	24 h en mode bande large	USB	Industrie, environnement.	Simple d'utilisation. Affiche les valeurs par défilement. Mesures automatiques par période. Eclairage écran. Kit extérieur en option avec module d'adaptation. Mesures automatiques par périodes.

Liste non exhaustive



## Les sonomètres (suite)

Fabricant (représentant ou distributeur)	Modèle	Type	Conformité à la norme	Plage de mesure (dynamique)	Grandeurs mesurées	Capacité de stockage	Autonomie	Sortie vers PC	Applications	Observations
Cesva (ATC)	SC-310	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 ou 2 (NF EN 61672)	23 à 137 dBA, 140 dB crête (N.A.)	Lp (A,C,Z) (F,S) max, min, crête, Leq(A,C,Z), SEL. Indices fractiles Ln (mesures simultanées).	3 jours et 5 h (bande large) ou 1 jour et 12 h (analyseur) jusqu'à plusieurs mois suivant les réglages.	de 11 h 50 à 15 h suivant les fonctions, 2 piles alcalines de 1,5 V. Possibilité adaptateur batterie et 220 V.	USB et RS232 (Bluetooth en option).	Acoustique bâtiment, acoustique environnement, médecine du travail.	Kit de mesure intempéries. Ecran rétroéclairé. Possibilité de rallonger le microphone. Modules et logiciels spécifiques mesures "bâtiment", mesures "environnement", mesures "exposition des travailleurs au bruit au travail", mesures "vibrations bâtiment". Existe en version sonomètre intégrateur/analyseur par bandes d'octave en classe 1 ou 2.
Kimo	DB200	Intégrateur/moyenneur	Classe 2 (NF EN 61672)	30-130 dB (100 dB)	Lp (A,C,Z) (F,I,S), max, min, crête. Leq (A,C,Z). Indices fractiles Ln.	Micro Card SD : 25 périodes de 85 000 valeurs.	25 h (pile), 40 h (Li-ion).	Mini USB	Environnement, industrie, bâtiment.	Détection et calculateur de pourcentage de surcharges. Horloge permanente sauvegardée. Afficheur graphique LCD 16 niveaux. Ecran rétroéclairé.

Liste non exhaustive

→ sonomètres effectuent aussi la mesure de la sonie selon Zwicker exprimées en sone ou en phone. Cette grandeur, définie dans les normes ISO 532A (sonie totale d'un son complexe) et ISO 532 B (sonie spécifique d'un son complexe) quantifie finement la perception d'un bruit par l'homme. Car si la pondération A tente de s'approcher de l'oreille humaine, elle reste assez approximative. Pour des caractérisations précises en médecine du travail ou en psycho-acoustique, il peut donc être utile de mesurer ce paramètre.

D'autres instruments délivrent également des indices fractiles (appelés aussi indices percentiles ou statistiques et notés Ln, avec n pouvant varier de 0 à 100). Ce sont des indicateurs particulièrement pertinents pour les mesures d'acoustique environnementale. Ils fournissent le niveau sonore qui est dépassé N % du temps. « Ces indices mettent en évidence des émergences : ils sont très utiles à ceux qui font des mesures en extérieur, en particulier la nuit où l'on recherche souvent à caractériser les pics de bruit », illustre Alain Lafont (Kimo). L'acoustique des bâtiments s'appuie quant à elle sur des indices particuliers : temps de réverbération, de décroissance ou indices d'isolement normalisés. Plusieurs sonomètres

disponibles sur le marché proposent de les calculer.

### Les analyseurs

Ce n'est pas tout. Au sommet de la famille des sonomètres intégrateurs, on trouve une sous-famille particulièrement sophistiquée : les analyseurs. Ces instruments ne se limitent pas à une mesure globale du bruit comme



Les sonomètres intégrateurs/moyenneurs calculent des niveaux de bruit équivalents. Plus sophistiqués que les conventionnels, ils caractérisent plus finement le bruit.

leurs confrères ; ils le décomposent en plusieurs bandes de fréquence, par bande d'octave voire de tiers d'octaves sur des plages plus ou moins large de fréquences. Certains procèdent même à une analyse par bandes fines (FFT, Transformé de Fourier rapide) : le nombre de bandes détermine alors la finesse de l'analyse. Ces fonctions ont de multiples applications. Dans l'industrie du bâtiment ou dans le domaine de la santé au travail, ils repèrent les fréquences les plus gênantes de l'environnement extérieur ou intérieur, afin de choisir le matériau absorbant ou les méthodes de protection les mieux adaptées. Ces analyses FFT peuvent se faire en temps réel ou en différé. « Les bruits impulsifs sont difficilement caractérisables en mode séquentiel », indique Philippe Trautmann, responsable des ventes France Pulsar Instruments chez son distributeur : Serac acoustics. Là encore, il faut déterminer au préalable ce que vous cherchez à identifier. Un ingénieur du son souhaitant optimiser la sonorisation d'un concert aura tout intérêt à opter pour le mode temps réel. L'analyseur lui fournira instantanément les niveaux sonores, des basses aux aigus, et de corriger les éventuels défauts acoustiques de la salle en modulant le niveau de chaque gamme de fréquence.

## Les sonomètres (suite)

Fabricant (représentant ou distributeur)	Modèle	Type	Conformité à la norme	Plage de mesure (dynamique)	Grandeurs mesurées	Capacité de stockage	Autonomie	Sortie vers PC	Applications	Observations
Cirrus Research plc (Cirrus France Ltd)	CR:306	Conventionnel	Classe 2 (NF EN 61672)	35-130 dB(A) (65 dB)	Lp (A,C) (F), max	Non	20 h (1x9 V)	Non	Vérification ponctuelle des niveaux sonores.	Prise Jack 1,5 pour récupération du signal audio. Prise alimentation secteur DC 9V.
	CR:260A	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 ou 2 (NF EN 61672)	10-140 dB (70 dB)	Lp (A,C) (F), min, max, Lcpeak, Leq (A,C). Analyse 1/1 octave (parallèle) (31,5 Hz à 16 kHz).	1,2 Mo/100 mesures de 15 min.	24 h (2x1,5 V)	USB, RS232	Analyse au poste de travail, cartographie du bruit, évaluation de l'exposition au bruit, choix de protections auditives.	Prise alimentation USB. Classe 1 : kit extérieur disponible. Revue de la dernière mesure uniquement. En option : version+ connexion PC et configuration du sonomètre vers les pondérations Fréq. Z et Temp. S, I.
	CR:800C	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 ou 2 (NF EN 61672)	10-140 dB (70 dB)	Lp (A,C,Z)(S,F,I), max, min, Lcpeak, Leq (A,C,Z). Exposition. 5 indices fractiles. Analyse 1/1 et 1/3 octave (parallèle) (31,5 Hz à 16 kHz).	16 Mo/1 300 mesures de 15 min.	24 h (2x1,5 V)	USB, RS232	Idem CR:260A plus bruit environnemental.	Prise alimentation USB. Classe 1 : kit extérieur disponible. Ecran rétroéclairé. Revue de toutes les mesures stockées à l'écran. Programmation de la durée de mesure (bande large) avec répétition et synchronisation horloge. En option : mesures des fréquences à l'octave 1/1 et 1/3, élargissement du spectre de 20 Hz à 20 kHz.
	CR:160 optimus Rouge	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 ou 2 (NF EN 61672)	20 à 140dB(A) (120 dB)	Lp (A,C,Z)(S,F,I), max, min, Lcpeak, Leq (A,C,Z). Exposition, (mesures simultanées). Lceq-Laeq. 5 indices fractiles. Analyse 1/1 et 1/3 octave (temps réel) (31,5 Hz à 16 kHz).	2 Go/10 000 mesures de 15 min.	246 h (4x1,5 V)	USB, RS232	Idem CR: 800 C plus analyse tonale par octave.	Prise alimentation USB. Classe 1 : kit extérieur disponible. Ecran OLED couleur, rétroéclairage, réglable. Enregistrement de commentaires audio. Mémoire de sauvegarde LifeArchive. Revue de toutes les mesures stockées à l'écran. Graphique des Leq bande large.

Liste non exhaustive

Une fois mesurés, tous ces indicateurs peuvent ensuite être traités. Aujourd'hui, la plupart des sonomètres intégrateurs se connectent en effet à un micro-ordinateur par liaison filaire ou radio (Bluetooth ou Wi-Fi) afin de numériser les valeurs instantanément. Selon les modèles et les fabricants, le logiciel capable de dépouiller les résultats peut être fourni gratuitement ou en option. En parallèle, de plus en plus d'instruments sont capables de stocker un certain nombre de données dans le sonomètre

lui-même : on parle alors d'enregistreur. Mais les caractéristiques "métiers", on l'a vu, ne sont pas les seules à devoir retenir votre attention : les qualités métrologiques sont aussi des données cruciales auquel il convient de s'intéresser. « Pour effectuer des mesures précises du niveau de bruit, il est essentiel de s'assurer de la fiabilité du produit que l'on a en mains en vérifiant qu'il respecte bien les normes en vigueur, en particulier la norme NF EN 61672 relative aux spécifications des sonomètres » précise Christine Aujard, chef de projet chez 01dB Metravib. La

norme NF EN 61672 définit en effet deux classes d'instruments selon leur précision. La plage de mesure, exprimée en dB, sur laquelle le sonomètre est capable de fournir une mesure, est aussi une donnée importante : selon les environnements que vous cherchez à étudier, elle peut atteindre 140 dB (aéroport) ou descendre aux alentours de 20 dB (mesure en campagne la nuit). Dans ce second cas, il est aussi judicieux de s'intéresser au bruit de fond total de l'instrument. Il représente le seuil de sensibilité →

## Les sonomètres (suite)

Fabricant (représentant ou distributeur)	Modèle	Type	Conformité à la norme	Plage de mesure (dynamique)	Grandeurs mesurées	Capacité de stockage	Autonomie	Sortie vers PC	Applications	Observations
Rion (Viaxys)	NA-28	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 (NF EN 61672). Approuvé par le PTB.	25-140 dBA (100 dB)	Lp(A,C,Z) (F,S,I), max, min, peak, Leq (A,C,Z), LE (valeurs instantanées ou profils). Indices fractiles Ln (par pas de 1%). Analyse 1/1 et 1/3 octave en simultané.	Carte CF 2 Go, soit 300 000 set de valeurs globales, valeurs par tiers d'octave.	16 h	USB	Expertise acoustique, bruit routier, bruit dans l'environnement, enregistrement sonore longue durée, acoustique bâtiment.	Affichage LCD rétroéclairé 320 x 320. Kit toute intempérie. Mises à jour logicielles gratuites. En option : analyse en bandes fines (FFT) et enregistrement.
	NL-32	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 (NF EN 61672)	28-138 dBA (100 dB)	Lp(A,C,Z) (F,S,I), max, min, peak, Leq (A,C,Z), LE (valeurs instantanées ou profils). Indices fractiles Ln (par pas de 1%).	Carte CF 256 Mo, soit 220 jours de niveaux Leq toutes les secondes.	24 h	RS-232, USB	Contrôle acoustique, bruit routier, bruit dans l'environnement, enregistrement sonore longue durée.	Affichage LCD rétroéclairé 128x64. Kit toute intempérie. Mise à jour logicielles gratuites. En option : Analyse 1/1 et 1/3 octave et FFT.
	NL-22	Intégrateur/moyenneur	Classe 2 (NF EN 61672)	28-138 dBA (100 dB)	Lp(A,C,Z) (F,S,I), max, min, peak, Leq (A,C,Z), LE (valeurs instantanées ou profils). Indices fractiles Ln (par pas de 1%).	Carte CF 256 Mo, soit 220 jours de niveaux Leq toutes les secondes.	30 h	RS-232, USB	Contrôle acoustique, bruit routier, bruit dans l'environnement, enregistrement sonore longue durée.	Affichage LCD rétroéclairé 128x64. Kit toute intempérie. Mise à jour logicielles gratuites. En option : Analyse 1/1 et 1/3 octave et FFT.
	NL-27	Intégrateur/moyenneur	Classe 2 (NF EN 61672)	30-137 dBA (100 dB)	Lp (A,C,Z) (F,S,I), max, LE, Lpeak, Leq (A,C,Z).	199 mesures	7,5 h	USB	Contrôle acoustique, bruit dans les écoles, bruit dans l'environnement.	Affichages digital et bargraphe. Modèle de poche. Stockage/rappel des données.
	NA-37	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 (NF EN 61672)	28-138 dBA (110 dB)	Lp (A,C,Z) (F,S,I), max, min, Leq(A,C,Z).	2 Go, soit un mois d'événements à proximité d'un aéroport avec Lp, Leq, Lmin, Lmax	2 h (batterie)	2 USB A, USB B, Ethernet, 2 RS-232	Expertise acoustique, bruit routier, bruit dans l'environnement, enregistrement sonore longue durée.	Affichage LCD 320x240 rétroéclairé. Gestion de données radar et GPS. Localisation automatique de sources acoustiques dans l'espace. Calibration acoustique automatique.

Liste non exhaustive

→ de l'appareil. « La nuit en pleine campagne, les niveaux de bruit passent parfois en dessous de 20 dB : disposer d'un instrument au bruit de fond très faible peut donc être utile à ceux qui font des mesures de bruit en extérieur de jour comme de nuit, comme par exemple ceux qui étudient les impacts acoustiques des éoliennes », illustre Olivier Blazère, ingénieur technico-commercial chez Viaxys qui distribue les sonomètres Rion. Rion, Cesva, Brüel et Kjaer ou encore 01dB-Metravib proposent ainsi des sonomètres dont le bruit de fond est parfois, très largement pour certains d'entre eux, inférieur à 20 dB. La plage de mesure totale est aussi à mettre en regard avec une autre caractéristique du

sonomètre : la dynamique. Sur bien des appareils, la plage de mesure est couverte par plusieurs gammes. L'appareil peut passer seul d'une gamme à l'autre ou demander à l'utilisateur de sélectionner celle qui est la plus appropriée. En règle générale, il s'arrange pour que le niveau moyen de bruit se trouve à peu près au milieu de la gamme choisie. L'amplitude maximale des gammes disponibles correspond à la dynamique. Selon les instruments, les gammes se juxtaposent ou se chevauchent. La mesure sera naturellement plus précise lorsque les gammes se chevauchent et que l'appareil passe automatiquement de l'une à l'autre. On peut

aussi noter que certains appareils ont une dynamique égale à la plage totale de mesure de l'instrument, allant jusqu'à plus de 120 dB. Attention toutefois : lorsque l'appareil commute seul d'une gamme à l'autre, il arrive que certains constructeurs n'indiquent qu'une gamme (égale à la plage de mesure) alors que l'appareil en possède plusieurs. Il convient alors de s'interroger sur l'étendue de ces gammes "cachées". « Avec une dynamique de 100 dB, on peut déjà couvrir précisément de grosses fluctuations de bruit. 100 dB, c'est l'écart que l'on retrouve entre le chant d'un oiseau et un concert rock ! », ajoute Olivier Blazère (Viaxys). →

## Les sonomètres (suite)

Fabricant (représentant ou distributeur)	Modèle	Type	Conformité à la norme	Plage de mesure (dynamique)	Grandeurs mesurées	Capacité de stockage	Autonomie	Sortie vers PC	Applications	Observations
Brüel et Kjaer	2240	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 (NF EN 61672)	30-140 dB (143 dB crête) (80 dB)	Lp (A) (F), max, Leq (A), Lcpeak. (mesures simultanées)	Non	16 h	N.A.	Bruit au travail, recette machine, bruits d'équipements, bruit dans l'environnement sans stockage de l'historique.	
	2250-Light	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 (NF EN 61672) Approuvé par le LNE	20- 140 dB (143 dB crête) (>120 dB pour les niveaux globaux, >135 dB en analyse 1/N octave)	Lp (A,B,C,Z) (S,F,I), max, Leq (A,B,C,Z) (valeurs instantanées ou profils), LE (A,B,C,Z), Lcpeak, nbre de crêtes. LEX, 8 h. Dose de bruit (actuelle ou projetée) en %. Indices fractiles Ln (pas de 0,1 dBA). Analyse 1/1 et 1/3 octave. Indices NR et NC avec bande décisive. Sonie selon Zwicker.	32 Go sur carte SD (plus d'une année de stockage par pas de 1 sec des LAeq, spectres 1/3 octave et données statistiques).	> 8h (batterie rechargeable)	USB, LAN (avec carte CF-LAN disponible), Wi-Fi (avec carte CF-Wi-Fi disponible), Internet via routeur et adresse IP du sonomètre.	Idem sonomètre 2240 plus : choix d'un EPI contre le bruit, bruit dans l'environnement avec stockage temporel, surveillance de bruit à distance.	Ecran tactile transreflectif 240x320 rétroéclairé. Historique des 20 derniers calibrages stockés dans le sonomètre. Logiciel sur PC fourni. Marquage d'événements sonores sur l'écran avec un stylet. Surveillance de bruit avec suivi/interrogation à distance via routeur GPRS, 3G ou ADSL. Vérification à distance du bon fonctionnement de l'appareil. Kit anti-intempéries.
	2250	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 (NF EN 61672) Approuvé par le LNE	20-140 dB (143 dB crête) (>120 dB pour les niveaux globaux, >135 dB en analyse 1/N octave)	Idem 2250-Light plus : spectres en bandes fines (analyse FFT 6640 lignes), max et moyennés. Acoustique du bâtiment : temps de réverbération, décroissance temporelle, indices d'isolement normalisés.	Idem 2250-Light plus. Plus de 20 j de stockage audio.	idem 2250-Light	Idem 2250-Light plus sorties électriques AC et DC.	Idem 2250-Light plus : acoustique du bâtiment : analyse vibratoire et diagnostic, mesure de vitesse de rotation, contrôle "qualité", mesures de distorsion harmonique.	Idem 2250-Light plus : microcommentaire intégré. Mode multiutilisateur avec login. Marquage d'événement automatique sur dépassement de seuil ajustable. Enregistrement audio. Spécialisé en mesures vibratoires (entrée pour accéléromètre et tachymètre...) et acoustique du bâtiment (générateur de bruit blanc et bruit rose intégré...).
	2270	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 (NF EN 61672) Approuvé par le PTB	20-140 dB (143 dB crête) (>120 dB pour les niveaux globaux, >135 dB en analyse 1/N octave)	Idem 2250	idem 2250	idem 2250-Light	Idem 2250	Idem 2250 plus : acoustique du bâtiment en mode bivoies, mesure de puissance acoustique par intensimétrie (2010).	Idem 2250 plus : appareil bivoies (mesurage simultané en émission-réception dans le bâtiment). Appareil photo intégré. Intensimétrie acoustique (disponibilité 2010). Bruit dans l'environnement en 2 points simultanément (disponibilité 2010).

Liste non exhaustive

## Les sonomètres (suite)

Fabricant (représentant ou distributeur)	Modèle	Type	Conformité à la norme	Plage de mesure (dynamique)	Grandeurs mesurées	Capacité de stockage	Autonomie	Sortie vers PC	Applications	Observations
01dB-Metravib	Blue Solo "environnement"	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 ou 2 (NF EN 61672) Approuvé par le LNE	20-137dB(A) Classe 1 ou 30-137dB(A) Classe 2 (>110 dB ou >100 dB)	Lp (A,B,C,Z)(S,F,I) max, min, Lpeak (C,Z), Leq (A,B,C,Z) (de 20ms à 24h). Analyse 1/1 et 1/3 octave, multispectre 20ms temps réel (12,5 Hz-20kHz). Audio. Module "environnement" : nombreuses grandeurs programmées: émergences, tonalités marquées...	2 Go sur SD Card, LAeq (1s) > 200 jours LAeq + 1/3(1s) > 16 h 26	24 h	USB, modem GSM, Bluetooth vers télécommandes, Pocket PC/ Tablet PC	Acoustique de l'environnement, acoustique industrielle, bruit de voisinage.	Solution complète "environnement" : Blue Solo avec module métier "environnement", télécommande sans fil dBSolo-E, logiciel dBTrait. Vvalise tout temps ventilée VES21 et unité microphonique extérieure UME21. Evolution possible vers les modules "bâtiment" et "bruit des véhicules".
	Blue Solo "bâtiment"	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 ou 2 (NF EN 61672) Approuvé LNE	20-137dB(A) Classe 1 ou 30-137dB(A) Classe 2 (>110 dB ou >100 dB)	Lp (A,B,C,Z)(S,F,I) max, min, Lpeak (C,Z), Leq (A,B,C,Z) (de 20 ms à 24 h). Analyse 1/1 et 1/3 octave, multispectre 20 ms temps réel (12,5 Hz-20 kHz). Audio. Module "bâtiment" : nombreuses grandeurs programmées T60, isolements normalisés...	2 Go sur SD Card 250 isolements + 3h30 audio jusqu'à 20 kHz	24 h	USB, modem GSM, Bluetooth vers télécommandes, Pocket PC/ Tablet PC	Acoustique du bâtiment, acoustique des salles.	Solution complète "bâtiment", nommée Choralis : Blue Solo avec module métier "bâtiment", télécommande sans fil dBSolo-B, logiciel dBbati, sources de bruit. Evolution possible vers les modules "environnement" et "bruit des véhicules".
	Solo VN véhicules à moteur	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 ou 2 (NF EN 61672)04 Approuvé par le LNE	20-137dB(A) Classe 1 ou 30-137dB(A) Classe 2 (>110 dB ou >100 dB)	Lp (A), (F) max. LAeq start/stop. Module "véhicules à moteur" : nombreuses grandeurs programmées, mesure intégrée du régime moteur par le signal acoustique (100 à 15 000 tr/min).	999 fichiers de résultats	24 h	USB, sortie RS232 vers imprimante	Contrôle bruit des véhicules à moteur (2 roues, automobiles, poids lourds).	Solution complète "bruit des véhicules" : SoloVN, calibre, pied tripode, réglette de positionnement, tachymètre filaire et câble, mallette de transport, fiche prise main rapide. Evolution possible vers les modules "environnement et bâtiment".
	Solo SLM	Intégrateur/moyenneur	Classe 1 ou 2 (NF EN 61672)	30-137dB(A) Classes 1 et 2 (110 dB)	Lp(A,B,C,Z) (S,F,I) max, min, Lpeak(C,Z), LAE, LAeq start/stop, Leq (A,B,C,Z) (de 1 s à 60 s). Mesures en parallèle de Leq avec Lp, Lpk (1 pondération temporelle).	99 fichiers de résultats	24 h	USB, sortie RS232 vers imprimante	Mesures de contrôle, relevés ponctuels, bruit au poste de travail.	Simplicité d'utilisation. En option : analyse 1/1 et 1/3 octave moyen 1s (12.5Hz-20kHz)/Lp (F,S).

Liste non exhaustive

## Principe de la mesure

Tous les sonomètres fonctionnent sur le même principe : sous l'effet de la pression acoustique, la membrane du micro oscille, ce qui modifie le courant qui la traverse. Le micro associé à un préamplificateur convertit donc la pression acoustique en un signal électrique équivalent. L'amplitude du signal que l'on retrouve à la sortie représente le niveau de pression acoustique (noté SPL ou Lp) exprimé en décibel. Il passe ensuite par une série de filtres de pondération fréquentielle puis temporelle. Il existe plusieurs types de filtres de pondération fréquentielle nommés A, C, Z ou encore B. Le filtre Z correspond à une absence de pondération : le signal en sort inchangé. Le filtre A transforme le signal brut en un signal proche de ce que percevrait l'oreille humaine. Car si le spectre audible s'étend de 20 Hz à 20 kHz, nous sommes très sensibles aux fréquences proches de 3 kHz. Et pour cause ! C'est la fréquence moyenne de la voix humaine. Notre oreille perçoit aussi mieux les sons dans les basses fréquences du spectre que dans les plus hautes : la pondération A tente donc de reproduire le filtre naturel de notre oreille. La pondération C a quant à elle été créée pour mesurer les niveaux sonores élevés, comme les niveaux maximums d'un bruit très bref sur un lieu de travail. Ces trois pondérations sont les plus courantes, et la norme NF EN 61672, la plus récente sur le sujet, impose que tous les sonomètres soient capables de pondérer le signal avec au moins un filtre A. On trouve cependant d'autres types de pondération, comme la pondération B, qui est par exemple utilisée pour les tests sur véhicules en Italie. Suite à ces filtres de pondération, la valeur efficace du signal est mesurée selon trois constantes de temps : 1 seconde (on parle alors de pondération temporelle ou de filtre S pour slow), 1/4 seconde (F pour fast) ou 1/32<sup>e</sup> de seconde (I pour impulse). Cette valeur efficace peut encore être intégrée (sonomètre intégrateur) puis moyennée (sonomètre Intégrateur/moyenneur).

→ Reste enfin à se pencher sur la facilité d'utilisation et l'ergonomie des instruments. Les fabricants ont su se montrer ingénieux et la liste des performances annexes - mais parfois très intéressantes - s'est enrichie de nombreuses spécifications ces dernières années. Si vous devez effectuer des mesures de nuit, vous serez sans doute très sensible à la présence d'un écran rétroéclairé. Un affichage couleur et un écran large simplifient la lecture, des indicateurs de saturation très visibles facilitent le travail de l'utilisateur et un bargraphe autorise la visualisation en direct des fluctuations du bruit global, un peu à la manière d'un égalizer de chaîne hi-fi. Certains sonomètres, comme le DB200 de Kimo, proposent aussi une astucieuse calculatrice de niveau sonore en standard. D'autres sont aussi équipés d'un mode multiutilisateur, très pratique quand l'appareil est destiné à être employé par plusieurs personnes dans des situations différentes. On trouve aujourd'hui des sonomètres bivoies sur lesquels on peut brancher deux microphones, une fonction utile pour mesurer par exemple les niveaux de bruit de part et d'autre d'une paroi. D'autres proposent d'afficher les niveaux équivalents en fonction du temps. Certains offrent la possibilité de marquer des événements sur la courbe de résultats automatiquement ou manuellement.

Des fabricants comme Brüel et Kjaer ou 01 dB proposent des instruments sur lesquels des annotations peuvent être inscrites avec un stylet sur l'écran tactile. Pour les mesures en extérieur, un kit intempérie peut s'avérer précieux... Et naturellement, il est toujours judicieux de se renseigner sur les qualités du service après-vente et de l'assistance téléphonique. Certains fabricants vont encore plus loin et proposent à leurs clients des journées de formation gratuites ou payantes selon les cas. On peut noter que, dans le cadre de la médecine du travail, il peut être intéressant de compléter les mesures fournies par un sonomètre par celles d'un exposimètre (ou dosimètre de bruit), en particulier dans les situations où le sonomètre peut difficilement être placé près de l'oreille du travailleur. C'est par exemple le cas quand on étudie l'exposition au bruit d'un mécanicien de F1 lorsqu'il change un pneu ! Les exposimètres fonctionnent en effet sur le même principe que les sonomètres, mais leur micro est placé tout près de l'oreille de l'utilisateur et ils ne calculent en général que la dose d'exposition au bruit. Là encore, les performances et atouts varient beaucoup d'un appareil à l'autre. Mais c'est une autre histoire...

Anne Orliac