



Gestion des niveaux audio dans la production audiovisuelle

Timothée Baschet

CICM, Université Paris 8, MSH Paris Nord, 2009

Introduction

Lors de la création d'un contenu audio pour la télévision, le cinéma ou la musique différentes caractéristiques du signal audio sont à prendre en compte afin d'assurer une cohérence et une continuité dans la gestion des niveaux sonores. En effet, il est fréquent dans le domaine télévisuel de constater des différences significatives de niveaux sonores à l'intérieur d'un programme. Par exemple entre un passage constitué essentiellement de dialogues et un autre exclusivement musical ou encore entre deux programmes comme un « spot publicitaire » et un téléfilm. Si certaines de ces différences de niveaux sonores peuvent être à l'origine une volonté artistique (mixage) à l'intérieur d'un programme mixte (musical et parlé), elles peuvent être aussi souvent le reflet d'une mauvaise maîtrise des niveaux sonores dans la chaîne de production (de la création à la diffusion). De plus, la diffusion télévisuelle et radiophonique reste pour le moment en grande partie une diffusion analogique (tout du moins jusqu'à la fin de la diffusion hertzienne annoncée en France pour 2012) et la majorité des stations de travail produisant les contenus audio sont numériques. Dans ce contexte, il est important d'étudier les différents problèmes potentiels lors d'une conversion numérique analogique (NA) ou analogique-numérique (AN) et tout particulièrement les correspondances possibles dans la gestion et la vérification des niveaux sonores entre un signal audionumérique et analogique.

Ce document se propose donc de décrire dans un premier temps certaines notions relatives à la gestion des niveaux sonores d'un programme audio puis de lister les outils standards qui en permettent la visualisation. Enfin, on proposera une synthèse des normes et/ou recommandations existantes à l'heure actuelle.

1. Mesure des signaux audio

1.1 Unités

dBu, *dBm*, *dBFS* sont autant d'unités présentes sur les appareils de mesures afin d'assurer une visualisation et un contrôle des niveaux présents dans un programme audio. L'unité couramment utilisée pour la mesure du niveau du signal audio est le dB, qui est défini comme fonction du logarithme du rapport entre deux grandeurs (puissance, intensité, pression ...). Une grandeur exprimée en décibel dépend donc d'une valeur de référence. En fixant une référence, on annoncera alors que le niveau mesuré se trouve à x dB au dessus ou au dessous de cette référence.

dBm, *dBu*, *dBv* : Le 0dBu correspond à la tension en volt efficace qui, appliquée aux bornes d'une résistance de 600 ohms, engendre une puissance de 1 mW.

$$0,5$$

Soit $u = (0,001 \text{ W} \times 600 \text{ ohms})^{0,5} = 0,775 \text{ V}_{\text{eff}}$. La définition du 1 mW dans 600 ohms a une origine historique liée aux installations électriques anciennes. Cette référence n'a plus lieu d'être aujourd'hui puisque l'on compare des tensions avec des charges différentes et où la notion de puissance n'intervient plus. Les Allemands rappellent cette référence de 0,775 V par la lettre u et les Japonais et les Américains par la lettre v. Ainsi 0 dBm = 0dBu = 0 dBv = 0,775 V. Lorsque l'on dit +12 dBu cela signifie 12 dB au-dessus de 0,775 V soit $0,775 \text{ V}_{\text{eff}} \times 4 = 3,1 \text{ V}$.

dBV : Le dBV à pour référence 1 V. Ainsi 0 dBV correspond à une tension 1 V. Cette référence est rappelée par la lettre V.

dBFS (Décibel Full Scale) : Le dBFS est une échelle utilisée en numérique. Le 0 dBFS étant la mesure maximale (*full scale*), pouvant être encodée par un système numérique n'employant que des entiers.

2. Gestion du niveau sonore à l'aide des instruments de mesure

2.1 Rapport signal/bruit et dynamique d'un signal

– Rapport signal sur bruit

Chaque équipement ou système audio analogique quel qu'il soit, présente deux caractéristiques fondamentales : *un niveau maximum*, seuil au delà duquel le signal audio ne peut aller sans subir de dégradations significatives et un *niveau de bruit*, c'est-à-dire le bruit inhérent au système. Le rapport entre niveau maximum et niveau de bruit de fond est couramment appelé *rapport signal/bruit*.

Dans les systèmes numériques MIC¹ (modulation d'impulsion codées), le niveau maximum est appelé *niveau d'écrtage* et le niveau de bruit est appelé *bruit de quantification*. Le rapport signal/bruit peut être calculé pour les systèmes MIC comme suit :

$S/B \text{ (dB)} = 6n + 2$, où n représente le nombre de bits (16, 20 ou 24 bits par exemple).

– Dynamique d'un signal

La dynamique d'un signal audio est généralement définie comme le rapport entre les niveaux forts et les niveaux faibles. Cette plage de dynamique doit alors être placée au mieux entre le niveau maximum et le niveau de bruit du système : les fortes modulations ne doivent pas atteindre le niveau maximum et l'écoute des faibles modulations ne doivent pas être masquées par le bruit de fond. On admet généralement que les plus faibles niveaux doivent se situer au moins 20 dB au-dessus du bruit de fond.

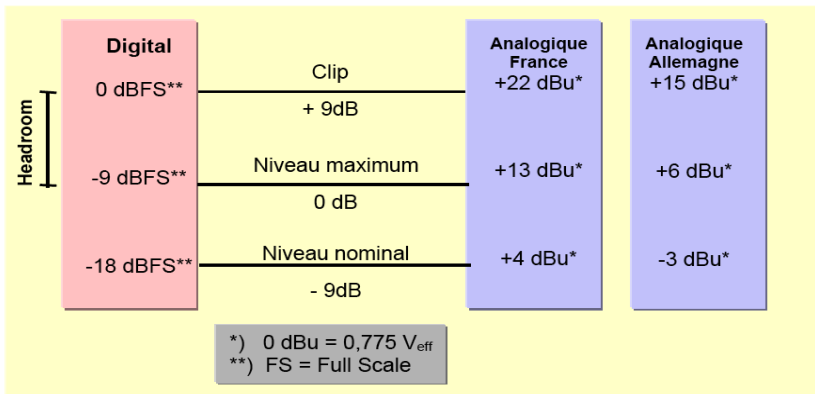
On notera pour les systèmes numériques MIC (PCM) que le niveau de bruit est beaucoup moins gênant d'un point de vue perceptif que pour les systèmes analogiques. En revanche dans les systèmes numériques le niveau maximum est rédhibitoire puisque un signal dépassant la valeur maximale (*full scale*) est tout simplement écrété en sortie des convertisseurs.

2.2 Niveau maximum permis et niveau d'écrtage (clip)

Pour avoir le meilleur rapport Signal/sur Bruit, les crêtes maximales du signal audio devraient se situer le plus près possible du niveau maximum permis par le système mais sans risque de l'atteindre. Suivant les applications (post-production, enregistrement en direct), ce niveau de crêtes est variable et, suivant les situations, imprévisible (le cas du direct). Une valeur arbitraire à donc été fixée en dessous du niveau maximum admissible par les systèmes. Cette valeur est appelée **niveau maximum permis** (ou PML²). Elle est considérée comme une valeur maximum pour les crêtes d'un programme audio mais on acceptera en pratique de pouvoir la dépasser occasionnellement. Cet écart entre le niveau maximum du système (niveau d'écrtage ou clip) et le niveau maximum permis est appelé *Headroom* (réserve). Elle est une plage « tampon » de sécurité permettant d'éviter un risque de dégradation du signal audio.

1 En anglais PCM, qui signifie Pulse Code Modulation

2 PML, abréviation de : Permitted Maximum Level



3. Les appareils de mesure standards utilisés en production audio

On utilise aujourd'hui de nombreux appareils de mesure aux caractéristiques très différentes. Nous présenterons ici les plus utilisés en Europe. Les principales caractéristiques des outils de mesure présentés ci-dessous concernent principalement : l'échelle balistique (la graduation), le temps d'établissement ou d'intégration et le temps de descente. Chaque appareil est utilisé en fonction du type d'application (musique, cinéma, télévision), du type de diffusion (analogique, numérique) ainsi que des recommandations ou normes en vigueur dans le pays (Europe, Etats-Unis). Il existe ainsi plusieurs types de modèles : Type I Nordic, Type IIa BBC, Type IIb Ebu, DIN, VU, Digital.

- Le VU-mètre :

Le vu-mètre d'origine américaine est inventé en 1939 par les laboratoires Bell. Il est un indicateur de niveau baptisé « vu-meter » (*Volum Unit Meter*). Les caractéristiques des Vu-mètre sont régies par les normes : ANSCI C16.5-1942, British Standard BS 6840 et IEC 60268-17. Le Vu-mètre est gradué de -20 à + 3dB (échelle non linéaire) et possède un temps de montée et un temps de descente de 300ms. Il indique 0 quand on applique à ses bornes un signal sinusoïdal de 1000 Hz permanent de + 4 dBu.

Cet instrument de mesure de par ses caractéristiques est imprécis pour mesurer les transitoires du signal audio et mesure une valeur moyenne d'une modulation sur 300 ms. Il est le plus vieil instrument de mesure encore utilisé aujourd'hui mais reste dans certains cas toujours requis pour contrôler le niveau sonore d'un programme en conformité avec certains standards (télévision, radio).

- Les crêtes mètres analogiques (QPPM³ analogique)

Le crête mètre d'origine européenne appelé aussi quasi-crête, indicateur de crête ou crête mètre PPM (*Peak Program Meter*) à été initialement défini pour les besoins de la radio.

Ses caractéristiques diffèrent selon les normes respectées en fonction du pays et du type d'application. Ainsi il existe plusieurs types de crête mètre analogique : Type I Nordic, Type IIa BBC, Type IIb Ebu, DIN. En France, la mesure du niveau électrique pour une diffusion analogique est généralement effectuée à l'aide d'un *Quasi* PPM à la norme DIN 45406. Les caractéristiques des crêtes mètres analogiques (QPPM) sont régies en Europe par la norme CEI 268-10. Le crête mètre analogique 45406 (Din QPPM) est gradué de -50 à + 5 dB et possède un temps d'intégration de 10 ms et un temps de descente de 1,5 s. Il

3 QPPM abréviation pour : Quasi Peak Programme Meter

est actuellement considéré comme la référence (normes des diffuseurs pour la télévision et loi du CSA pour la radio) pour le contrôle des niveaux sonores dans le domaine télévisuel et radiophonique.

Le crête mètre analogique tout comme le vu-mètre présente une valeur moyenne du niveau sonore d'une modulation sur 10 ms, mais possède un temps de montée plus court que le vu-mètre. Cela permet de contrôler avec plus de précision d'éventuels problèmes liés aux modulations courtes (crêtes) du signal audio. Les crête-mètres analogiques à la norme DIN 45406 sont requis en France pour vérifier la majorité des programmes (PAD⁴) avant d'être diffusés (radio et télévision).

- Les Crêtes mètres numériques (Sample Peak Meter)

Les caractéristiques des Crête mètre numériques sont régies en Europe par la norme CEI 268-18 et par la recommandation R68-2000 de l'UER. Contrairement aux crêtes mètres analogiques (QPPM) ayant un temps de montée de 10 ms, les crête mètre numériques (SPPM⁵) affichent les crêtes du signal audio avec un temps de montée tendant vers 0 ms. Le temps de descente peut varier d'une application logicielle à l'autre mais est généralement compris entre 1,5 s et 2,5s.

La majorité des crêtes mètres numériques (SPPM) présente une échelle balistique avec un pas de 1 dB et affichant un niveau maximum de 0dBFS ainsi qu'un voyant «Over». Cette échelle de valeurs exprimée en dBFS est souvent une conversion de la valeur numérique de chaque échantillon en une représentation visuelle. Le voyant «Over» est généralement déclenché lorsque plusieurs échantillons consécutifs atteignent le 0 dBFS (voir figure ci-dessous).

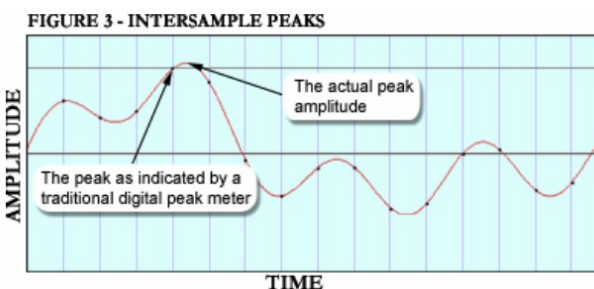
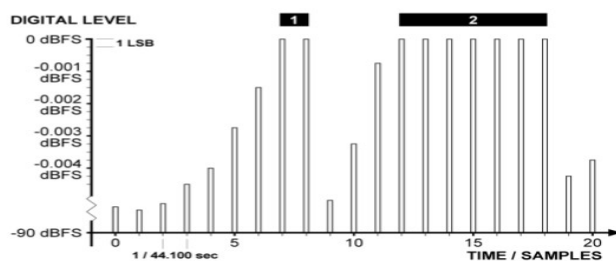


Fig 3. Schéma illustrant le problème des « intersample peaks »

On notera par ailleurs, que si le crête-mètre numérique SPPM se base sur la valeur numérique de chaque sample pour afficher ces dernières, il exclue les valeurs comprises entre deux échantillons ce qui peut poser problèmes notamment lors de conversion numérique analogique. On notera cependant que certains crêtes mètres numériques utilisant le sur-échantillonnage (oversampling) permettent dans de nombreux cas de

4 PAD, abréviation de : Prêt à diffuser

5 SPPM en anglais qui signifie : Sample Program Peak Meter

pallier ce défaut.

4. Niveau d'alignement et calibration des appareils de mesure

4.1 Correspondance des appareils de mesure

On utilise pour calibrer les différents appareils de mesure un signal d'alignement qui est un sinus à 1000 Hz à + 4 dBu. Il correspond à un niveau d'alignement pour chaque appareil de mesure.

Ce signal d'alignement permet de donner une référence comprise dans la dynamique du signal audio. On rappellera dans le schéma ci-dessous les valeurs d'alignement pour les principaux appareils de mesures utilisés.

Analogique électrique	Vu-mètre analogique	PPM Quasi-crête 10 ms	Crête mètre numérique
+ 4dBu	0 VU	- 9 dB	- 18 dBfs

Fig5. Schéma issu de la Recommandation CST / HD forum 2008

D'autre part cette procédure est également définie pour les programmes radiophoniques dans la recommandation ITU - R BS. 654-2 et dans celle de l'EBU (R68) pour les correspondances de valeurs entre système analogique et système numérique.

4.2 Correspondance des échelles de valeurs sur les appareils de mesure analogique

Comme nous l'avons vu précédemment, chaque appareil de mesure possède des caractéristiques comme le temps de montée ou de descente différentes. Ainsi certaines crêtes « brèves » du signal audio pourront être affichées sur un Quasi PPM DIN et non sur un vu-mètre en raison du temps de montée lent de ce dernier. De ce fait, le Vu-mètre aura besoin d'une marge de sécurité (*Headroom*) plus importante que le Quasi PPM pour protéger le signal audio de dégradations potentielles.

4.3 Correspondance des échelles de valeurs entre les appareils de mesures analogique et numérique.

Lors d'interconnexion d'équipements analogiques et numériques (une mixette et un enregistreur numérique, par exemple), il est important de spécifier un niveau d'alignement pour que les signaux audio évoluent dans la plage de dynamique admissible par le système. Ainsi la recommandation EBU R68 spécifie pour l'Europe des correspondances arbitraires d'échelles entre dBu et dBFS. La différence entre le niveau d'écêtage (la pleine échelle) et le niveau d'alignement doit être de 18 dBFS. Ainsi le niveau d'alignement pour les systèmes numériques à été fixé à -18 dBFS.

Ces instruments de mesure permettent donc avant tout, de confirmer certains problèmes détectés à l'audition du programme audio mais aussi d'assurer une conformité technique du programme par rapport à un standard requis, pour la diffusion par exemple. D'autre part, ils peuvent être également utilisés pour calibrer certains environnements de travail composés d'équipements mixtes (analogiques et numériques) et permettent ainsi, d'assurer une certaine cohérence et une fidélité de restitution du signal audio tout au long de la chaîne de traitements.

