HAL
open science

Les microphones numériques et la prise de son à l'image

Dorian Racine

▶ To cite this version:

Dorian Racine. Les microphones numériques et la prise de son à l'image. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2016. dumas-01379230

HAL Id: dumas-01379230
https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01379230v1

Submitted on 8 Nov 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

Dorian RACINE
Spécialité son à l'image

2015-2016

LES MICROPHONES NUMERIQUES ET LA PRISE DE SON A L'IMAGE.

Mémoire de Master Professionnel
Travail réalisé sous la direction de Frédéric Belin et Axel Brisard
Soutenu en mai 2016

Faculté des Sciences
Aix*Marseille Université

satis

Université d'Aix-Marseille
Département Sciences, Arts et Techniques de l'Image et du Son

Dorian RACINE
Spécialité son à l'image
racinedorian@gmail.com
06.88.53.03.98

2015-2016

LES MICROPHONES NUMERIQUES ET LA PRISE DE SON A L'IMAGE.

Mémoire de Master Professionnel
Travail réalisé sous la direction de Frédéric Belin et Axel Brisard
Soutenu en mai 2016

Université d'Aix-Marseille
Département Sciences, Arts et Techniques de l'Image et du Son

Remerciements :

Je tiens tout d'abord à remercier Frédéric Belin et Axel Brisard, les deux directeurs de mon mémoire, qui ont su me conseiller et me guider à chaque étape de recherche, de structuration et d'écriture.

Mes remerciements vont ensuite aux professionnels qui ont accepté de répondre à mes questions. Tous ont généreusement pris de leur temps pour partager connaissances et expériences. Sans eux, ce mémoire n'aurait pas été possible, je remercie donc : Alain Roy, Corentin Vigot, François De Morant, Franck Hervouet, Pascal Grillère, Arnaud Julien et Damien Guillaume.

Enfin, mes derniers remerciements vont à mes parents, Martine et Daniel Racine, pour leur soutien inconditionnel et leur aide précieuse pour les dernières relectures.

Résumé :

Titre : Les microphones numériques et la prise de son à l'image.

Après quelques essais à la fin des années 90, la technologie des microphones numériques se développe réellement à partir de 2001, années de la mise en place d'une norme régissant leur fonctionnement : la norme AES 42. Ces microphones sont initialement conçus pour être utilisés en studio d'enregistrement, mais constatant leurs qualités, certains décident de les employer dans d'autres domaines comme la sonorisation.

A partir de 2008, leur utilisation en prise de son à l'image devient possible grâce à la sortie du premier enregistreur comportant une entrée à la norme AES 42, le Sound Devices 788. Il faut cependant attendre 2015 et l'arrivée du Cantar X3 pour exploiter de façon simple et ergonomique toutes les possibilités offertes par ces microphones, notamment le contrôle à distance de plusieurs fonctions internes. Pour avoir accès à celles-ci, il était auparavant indispensable d'utiliser une interface externe à l'enregistreur. La configuration ainsi créée, très peu pratique à l'utilisation, explique que seuls quelques ingénieurs du son se soient risqués à utiliser ces microphones jusque-là.

Aujourd'hui, presque tous les outils nécessaires à leur utilisation en tournage semblent disponibles. Mais qu'apportent-ils réellement par rapport à des microphones traditionnels ? Certains avantages se détachent, comme le confort d'utilisation apporté par les commandes à distance, ou encore la qualité sonore en terme de détails et de dynamique, mais des inconvénients se présentent également, comme la consommation importante en énergie de ces microphones ou encore l'impossibilité de transmettre complétement (audio et commandes) un signal à la norme AES 42 avec un système sans fil. Quelles sont alors les futures solutions envisagées pour résoudre ces problèmes ?

Plus important enfin, les ingénieurs du son devront déterminer, en collaboration avec les équipes de post-production, en quoi l'utilisation de cette technologie peut apporter une plus-value à la bande sonore d'un film.

Mots-Clés : microphones numériques, prise de son, qualité sonore, dynamique, AES 42, ergonomie, goûts, pertinence.

Table des matières :

Introduction : **9**

I. Des microphones numériques ? **11**

1. Historique. 11
Les prémices en informatique : *11*
Premiers microphones numériques professionnels : *12*
L'établissement de la norme AES 42 : *14*
Les microphones AES 42 : *14*
Et en tournage ? *15*

2. Qu'est-ce qu'un microphone numérique ? 16
Limiter les éléments et les problèmes de liaison. *16*
Un rapport signal sur bruit optimum. *18*
Des convertisseurs sur mesure. *20*

3. La norme AES 42. 21
Câblage et connectique : *21*
L'alimentation : *21*
Transmission des données : *22*
La synchronisation *23*
Paramètres pilotables à distance *24*

4. Bilan sur les qualités intrinsèques aux microphones numériques : 27

II. Comment mettre en œuvre des microphones numériques dans le cadre de la prise de son à l'image ? **28**

1. Où brancher ses microphones numériques ? 28
Utilisation d'un boîtier d'interface externe. *28*
Enregistreurs intégrant partiellement l'AES 42. ..... *30*
Le Cantar X3 : seul appareil intégrant complétement la norme AES 42. ..... *31*

2. La question de l'autonomie 33

3. Un microphone numérique sur une perche, une histoire de suspension, d'infrabasse et de filtrage 35

4. La gestion de la dynamique. 37
La place du gain et du limiteur. *37*
Comment écouter une dynamique importante *38*
Enregistrer en pré ou post fader et/ou en pré ou post gain ? *39*

5. Une perche HF avec des microphones numériques ? 40

6. Bilan sur les qualités et les défauts des micros numériques à l'exploitation : 41

Vers de nouvelles méthodes de travail ? 42

1. Impact de l'utilisation des microphones numériques sur un plateau de tournage : 42
Pour le perchman :.....42
Pour la gestion de l'environnement sonore : 42
Pour les acteurs :.....43
Pour le reste de l'équipe de tournage : 43

2. Comment sont accueillis les microphones numériques en post-production ?..... 44
Différences perçues entre des microphones traditionnels et numériques. 44
Quelle matière livrer à la post-production ?.....45

3. Un choix supplémentaire plutôt qu'une révolution. 47
Une retranscription plus fidèle de la réalité. 47
S'adapter à des milieux variés. 48
Un confort de travail supplémentaire.....49
Une question de goût tout simplement.....49

4. Quelles évolutions pour les microphones numériques ? 51
Coupe bas pré-convertisseurs et directivité variable : 51
Vers des enregistreurs entièrement numériques moins coûteux ? 52
Enregistrer avec des automations, plutôt qu'appliquer des traitements destructifs. 53

Conclusion. 54

Bibliographie : 57

Netographie :..... 58

Filmographie :..... 59

Prise de contacts :..... 60

Me contacter :

Racine Dorian
racinedorian@gmail.com
06.88.53.03.98

Introduction :

Quel chemin parcouru par le cinéma sonore depuis son arrivée en 1927 ! Fruit de nombreuses évolutions technologiques, la qualité des enregistrements et de leur restitution en salle n'a jamais cessé de progresser : microphones de plus en plus sensibles et fidèles, support d'enregistrement de plus en plus performants, apparition de l'enregistrement multipiste, du montage son, etc… Tout ceci nous permet aujourd'hui de créer des bandes sonores extrêmement riches, diffusées par des systèmes surround toujours plus développés.

Chacune de ces évolutions a donc une influence plus ou moins importante sur le son d'un film. Elles sont en général amenées pour corriger des défauts techniques : élargissement de la bande passante, accroissement de la dynamique, représentation d'un espace sonore, etc… Mais chacun de ces éléments finit par être utilisé à des fins narratives et permet aux réalisateurs d'exploiter le lien image/son de manière toujours plus approfondie.

Déterminer le rôle de chaque avancée technologique depuis les débuts du cinéma parlant serait un travail titanesque. C'est pourquoi notre sujet d'étude va se concentrer sur une seule d'entre elles : les microphones numériques en tournage.

Pourquoi ce choix ?

Tout d'abord, la prise de son à l'image est un domaine qui m'attire particulièrement. Afin d'être cohérent avec mon projet professionnel, je me devais donc de choisir une évolution liée au matériel de tournage. Paradoxalement, c'est très certainement cette étape de la fabrication de la bande sonore qui a le moins évolué ces dix dernières années. En effet, depuis l'arrivée de l'enregistrement multipistes au début des années 2000, peu de changements fondamentaux ont eu lieu. Le Cantar est resté la machine de référence depuis sa sortie, les microphones sont pour certains identiques depuis plus de vingt ans, seuls les systèmes HF semblent devenir de plus en plus performants.

Comment alors trouver quelque chose de nouveau sur quoi orienter mon travail ? C'est Frédéric Belin, mon directeur de mémoire qui m'a mis sur la piste des microphones numériques. Après quelques recherches, il est apparu qu'à ce jour, seuls quelques d'ingénieurs du son les avaient utilisés en prise de son à l'image et que très peu de travaux y étaient consacrés. Toutefois, les avantages proposés par ces microphones ont suscité mon intérêt car je trouvais, sur le papier, le principe fabuleux et pouvant totalement trouver son utilité au moment du tournage. J'ai donc décidé d'en faire mon sujet de mémoire.

En somme, nous nous intéresserons donc ici aux conséquences de l'utilisation des microphones numériques en prise de son à l'image. Mais avant de parler de conséquences, sont-ils seulement utilisables en tournage ? Disposons-nous de tous les éléments nécessaires à leur utilisation ? Si cela s'avère possible, pourquoi alors changer de microphones alors que les résultats obtenus actuellement avec des microphones conventionnels sont tout à fait satisfaisants ?

Toutes ces questions, nous les condenserons dans la problématique suivante :

Comment et pourquoi utiliser des microphones numériques en prise de son à l'image ?

La réponse que nous proposerons s'appuiera sur des éléments théoriques issus principalement de dossiers de présentation techniques des microphones numériques et d'éléments concrets, tirés de rencontres réalisées avec de nombreux professionnels ayant tous un lien avec les microphones numériques : constructeurs de microphones, ingénieurs du son, loueurs, monteurs son.

Nous organiserons alors les informations recueillies dans ces documents et témoignages selon trois axes :

Premièrement nous définirons ce qu'est un microphone numérique. Cette technologie est en effet très peu connue. Nous expliquerons donc ici quel est son principe de fonctionnement, de quelle norme dépend-t-elle, comment les données sont-elles transmises à l'enregistreur, ou encore quelles sont ses qualités intrinsèques ?

Nous présenterons ensuite comment mettre en œuvre des microphones numériques dans le cadre de la prise de son à l'image. Quels enregistreurs sont compatibles, quelles sont les conséquences pratiques de leur utilisation pendant le tournage ? S'utilisent-ils différemment d'un microphone traditionnel ?

Enfin, nous définirons en quoi l'utilisation de microphones numériques peut entraîner des changements dans nos méthodes et habitudes de travail et par conséquent avoir une influence sur la bande sonore d'un film.

En vous remerciant de l'intérêt que vous portez à ce document, je vous souhaite bonne lecture.

Des microphones numériques ?

1. Historique.

Les prémices en informatique :

On retrouve les débuts de la technologie des microphones numériques à la fin des années 80 dans le monde informatique avec le microphone Ariel Digital Microphone. Jon Paul son inventeur a alors l'idée de placer un convertisseur analogique-numérique directement dans le corps du microphone. Le son capté par la capsule stéréo est alors préamplifié puis directement numérisé avec une résolution de 16 bits. Il fait alors breveter le dispositif, ce qui bloquera un certain temps le développement d'autres microphones numériques aux Etats-Unis.

Ariel Digital Microphone : le premier microphone numérique. Rassemblant un microphone stéréo, un préamplificateur stéréo et un double convertisseur analogique-numérique.

NeXT Computer : seule machine permettant d'exploiter nativement le Ariel Digital Microphone via son entrée « signal processor input»

Pour exploiter ce microphone révolutionnaire pour l'époque, plusieurs solutions sont disponibles :

- Se connecter directement dans l'entrée « signal processor input » d'un NeXT computer. Cet ordinateur très puissant pour l'époque, commercialisé par la nouvelle entreprise de Steve Jobs, NeXT, permettait un traitement du signal audio en temps réel via la puce Motorolla DSP56001. Le microphone Ariel a été conçu pour fonctionner avec cette machine.

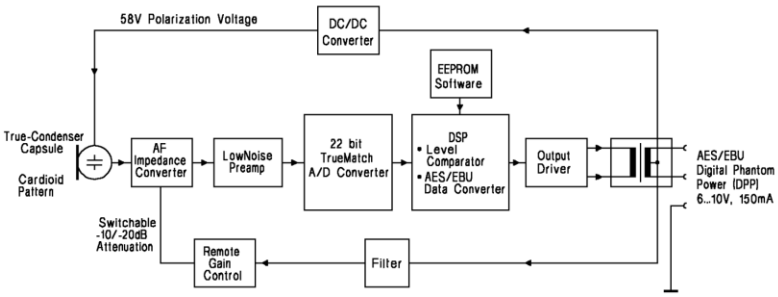
- Ajouter une carte DSP[1] à un ordinateur Windows ou Macintoch rendant alors le microphone compatible.

Le principal argument de vente de ce microphone était de pouvoir enregistrer directement dans un ordinateur avec une qualité CD. Bien que la promesse soit alléchante, ce microphone sera un échec commercial complet.

[1] DSP : Digital Signal Processor : microprocesseur optimisé pour exécuter des applications de traitement numérique du signal.

Premiers microphones numériques professionnels :

En 1995, un étudiant en ingénierie audio et video à l'université de Sciences appliquées de Düsseldorf, Kai Konratha a pour sujet de thèse le développement d'un microphone numérique de studio chez Beyerdynamic. Après plusieurs prototypes, le MCD 100 est créé. Ce microphone est alors considéré comme le premier microphone numérique professionnel. On voit sur son schéma fonctionnel ci-dessous, que le signal électrique fourni par la capsule du microphone est préamplifié, puis converti via un convertisseur analogique / numérique fonctionnant en 22 bits, avant d'être traité par un processeur DSP pour être transformé en un signal AES/EBU exploitable par des tables de mixage ou des enregistreurs numériques.



Beyerdynamic MCD 100 et son schéma fonctionnel.

L'énergie nécessaire au fonctionnement du microphone est délivrée par une alimentation de type Phantom[1] d'une tension comprise entre 6 et 10 Volts et d'une intensité de 150 mA. Ceci permet bien entendu de polariser la capsule statique du microphone, mais également d'alimenter le convertisseur et les traitements DSP intégrés au microphone. On envoie, en plus des données audio, un signal de word clock[2] permettant la synchronisation du microphone, ainsi que des signaux de commande pour gérer à distance le gain et l'atténuation intégrée au microphone. Beyerdynamic propose alors plusieurs blocs d'alimentation permettant de contrôler de un à huit microphones : les MPD 50, 100, 200, 300 et 800.

Boîtier d'alimentation et de contrôle Beyerdynamic MPD200.

[1] Alimentation Phantom : courant continu délivré via un câble de microphone à des microphones contenant des circuits électroniques actifs.

[2] Word Clock : signal utilisé pour synchroniser deux appareils interconnectés par des liens audio numériques.

Les performances de ce microphone ne sont alors pas encore à la hauteur des bons microphones statiques disponibles sur le marché. La dynamique[1] n'est alors « que » de 115 dB_A, avec un bruit de fond propre de 15 dB_A. En comparaison, un Neumann TLM 103 offre une dynamique de 131 dB_A en sortie avec un bruit de fond propre de 7 dB_A. Le succès commercial de ce produit est lui aussi bien mitigé.

C'est toutefois ce microphone qui va servir de base au développement des microphones numériques. Ainsi, après sa présentation à la 20éme Tonmeister Convention[2] en 1998, plusieurs fabricants de microphones allemands décident de travailler ensemble, sous la direction de la German Electrotechnical Commission (DKE), afin d'aboutir à un standard d'interface pour les microphones numériques. C'est ce travail qui aboutira à la norme AES 42 qui régit le fonctionnement des microphones numériques actuels. On retrouve dans cette norme plusieurs similitudes avec le fonctionnement du MCD 100, comme l'alimentation, la synchronisation ou encore le contrôle de certains paramètres à distance.

Plusieurs microphones numériques se basant sur le principe de fonctionnement du microphone de Beyerdynamic sont alors développés.

Milab sort en 1999 un microphone numérique, le Milab DM 1001 B digital microphone dans lequel sont placées deux capsules dont les signaux sont numérisés par un convertisseur stéréo. Une fois relié à son boîtier d'alimentation, cela permettait alors de contrôler via un ordinateur sous Windows, en plus du gain, la directivité du microphone à distance.

Ci-dessus, série Beyerdynamic MCD 800. Trois capsules aux différentes directivités (omni, cardio et hypercardio) peuvent alors se brancher sur le corps CVD 800.

Ci-contre, Milab DM 1001 B Digital Microphone et son boîtier d'alimentation.

Beyerdynamic continue également le développement des microphones numériques avec la série MCD 800, des micros numériques à petite membrane. Ces micros sont alors choisis pour équiper le palais du Reichstag, fraîchement restauré pour accueillir le parlement allemand.

---

[1] Dynamique d'un signal : écart entre le niveau le plus élevé du signal et le niveau le plus faible (bruit de fond du système fournissant le signal) de ce même signal.

[2] Convention internationale se déroulant tous les deux ans en Allemagne, rassemblant les professionnels de l'audio, les producteurs, les fabricants, les artistes, les vendeurs et les développeurs.

L'établissement de la norme AES 42 :

Dès 1997, plusieurs groupes de travail œuvrent à l'établissement d'une norme permettant une utilisation plus flexible des microphones numériques. Ceci permettrait alors de se passer des boîtiers d'alimentation et de contrôle, spécifiques à chaque marque.

En 1997, Steven Harris, Xue-Mei Gong et David Josephson présentent à la 103ème convention de l'AES[1] à New York, le premier résultat d'un travail sur une interface pour les microphones numériques. La solution proposée reprend alors grandement les solutions envisagées par Beyerdynamic sur le MCD 100 et généralise certains points. La synchronisation devient par exemple optionnelle. Mais on conserve l'alimentation de type phantom et le fait de pouvoir envoyer aux microphones des commandes pour contrôler des fonctions à distance.

Le groupe de travail précédemment évoqué, géré par la DKE, avance lui aussi. En 1999, à la 106ème convention AES de Munich, presque tous les éléments constituant la future norme AES 42 sont définis. Il faudra toutefois attendre 2001 pour que la norme AES 42 soit complétée et mise en place. Elle évoluera par la suite en 2006 puis en 2011 toujours lors de conventions AES.

Les microphones AES 42 :

Immédiatement après la mise en place de la norme AES 42, Neumann propose sa solution de micros numériques avec sa série « solution-D ». Comportant au départ un seul élément, le D-01, un microphone de studio large membrane à directivité variable, la série n'a cessé d'évoluer et propose aujourd'hui des micros de studio à large ou à petite membrane, des micros mains ou encore des micros semi-canon, tous numériques bien sûr.

Schoeps se sont, eux aussi, lancés dans cette technologie en sortant le CMD 2, un corps de microphone numérique compatible avec les capsules de la série colette. Puis ils sortiront le Super CMIT, une version numérique du Schoeps CMIT.

Sennheiser développe également un corps de microphone numérique compatible avec les capsules de la série MKH 8000, le MZD 8000.

La marque Beyerdynamique abandonne le marché après de trop nombreux échecs commerciaux.

De gauche à droite : Sennheiser MZD 8000 avec capsule de la série MKH 8000 ; Neumann D-01 ; Schoeps Super CMIT.

[1] AES : société savante internationale regroupant des professionnels du son et de l'audio.

Et en tournage ?

En ce qui concerne le matériel, le premier enregistreur comportant des entrées AES 42 est le Sounddevices 788. Présenté en 2008 seulement, il ne permet toutefois qu'une utilisation limitée des fonctions proposées par l'AES 42 et aucune communication avec le microphone n'est possible.

En 2011, Neumann présente la DMI 2 portable. Il s'agit de la version portable de son boîtier d'interface pour microphone numérique : le DMI 2. Ce boîtier se présente alors comme une mixette et fournit à l'enregistreur un signal de type AES 3. Le contrôle de toutes les fonctions offertes par l'AES 42 devient alors possible avec une configuration de tournage.

Il faudra ensuite attendre 2015 et le Cantar X3 pour voir arriver le premier enregistreur comportant des entrées AES 42 offrant un contrôle complet sur les différentes fonctions de la norme AES 42.

Sound Devices 788

Neumann DMI 2 portable

Concernant les utilisateurs, en France, c'est François De Morant qui va le premier oser faire tout un tournage uniquement avec des microphones numériques sur le film *La Mante Religieuse*, réalisé par Natalie Saracco et tourné en 2013.

« Moi je pense que j'étais un des premiers, si ce n'est le premier à faire un long métrage de A à Z avec 100% de micros numériques. J'ai renouvelé l'expérience en faisant ce qu'on appelle des émissions de flux, ce sont des fictions, des petits modules où on travaille en faisant un minutage énorme et j'en ai fait une bonne partie, 100% avec les micros numériques. Et à l'arrivée, je ne les utilise plus. Parce que, les désavantages sont supérieurs aux avantages. »[1]

C'est ensuite Corentin Vigot qui décide de tourner entièrement avec des microphones numériques, le documentaire *Beijing Calling*, réalisé par Olivier Richard en 2014. Le pari est risqué, mais payant et il continue aujourd'hui à tourner des documentaires avec des configurations 100% numériques.

Depuis l'arrivée du Cantar X3, quelques ingénieurs du son s'intéressent aux microphones numériques comme David Rit ou Arnaud Julien. Toutefois, personne n'a encore renouvelé l'expérience d'un tournage 100% numérique.

---

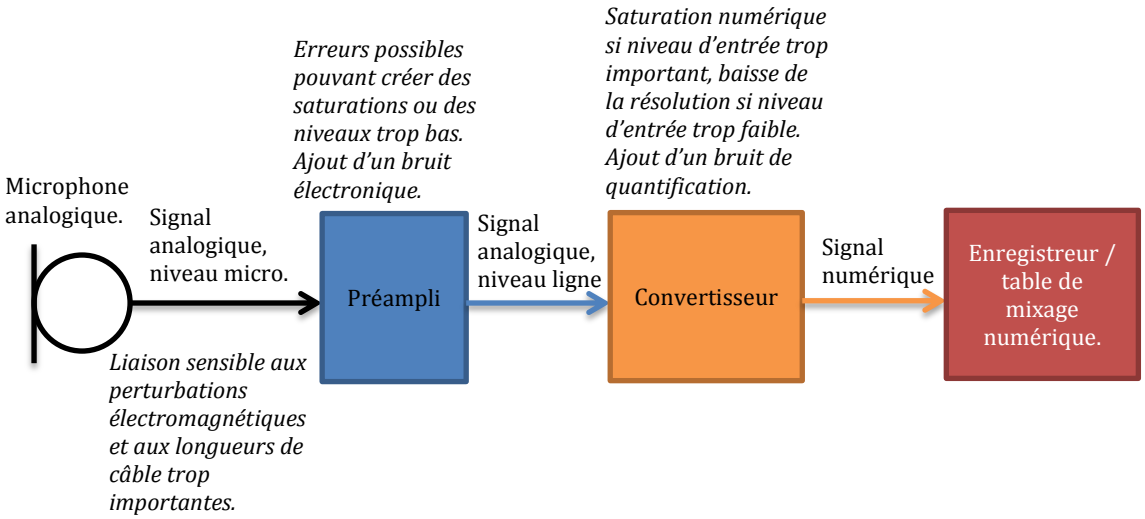
[1] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

2. Qu'est-ce qu'un microphone numérique ?

En simplifiant au maximum, un microphone numérique est un appareil permettant de convertir un signal acoustique en un signal audio numérique. Qu'est-ce que cela change ?

Limiter les éléments et les problèmes de liaison.

Prenons d'abord une chaîne traditionnelle :



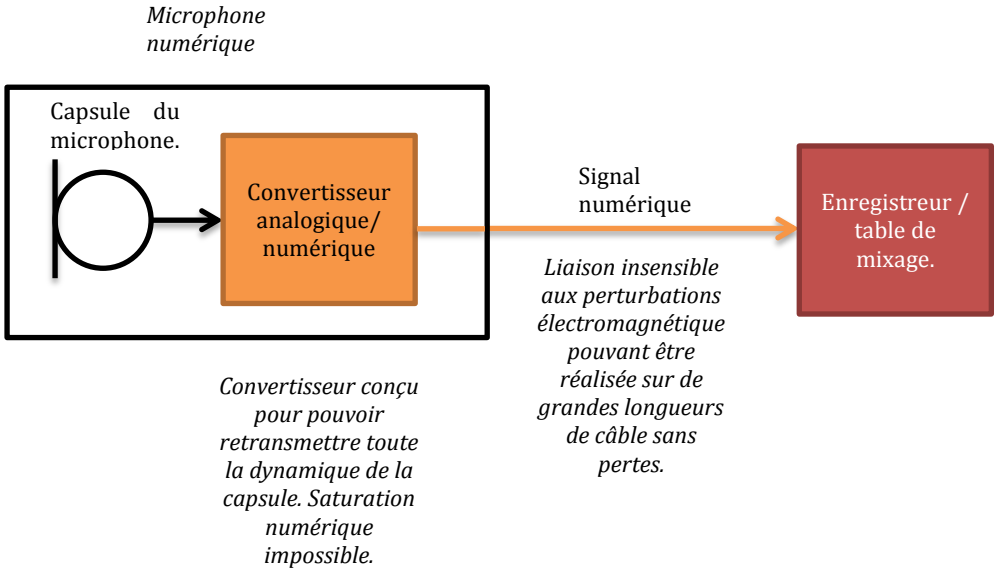
Le microphone convertit l'onde sonore en un signal électrique qui transite ensuite dans un câble jusqu'au préamplificateur. Si ce câble est trop long ou de mauvaise qualité, il peut altérer le signal. Le préamplificateur, lui aussi potentiellement sensible aux perturbations électromagnétiques, amplifie ensuite le niveau de ce signal. Son réglage est source d'erreur. Un gain trop haut peut entraîner des problèmes de distorsion en sortie du préamplificateur et de saturation numérique dans le convertisseur. Si le gain est réglé trop bas, la résolution de conversion ne sera pas optimum et un souffle apparaîtra si, par la suite, on remonte numériquement le signal.

De plus, la qualité de l'ensemble sera toujours dépendante de l'élément le plus faible dans la chaîne. Il faudra alors veiller à ce que chacun d'eux soit de gamme équivalente.

« Tu peux très bien investir dans un très beau micro, si tu n'as pas le bon enregistreur, avec le bon préampli, ton micro ne sert à rien ! Parce que la qualité de ta chaîne audio va être qualifiée par le niveau de chaque élément en aval de ton micro. »[1]

[1] Axel Brisard, ingénieur application pour Sennheiser France, Montreuil, entretien du 25 mai 2015.

Voici maintenant la même installation avec un microphone numérique.



« Le premier avantage, c'est que la ligne numérique est absolument insensible aux parasites électromagnétiques. Donc évidemment, c'est très appréciable. Le deuxième point c'est qu'il n'y a pas de perte par rapport à la distance. »[1]

Les problèmes de liaison sont supprimés. Comme le signale est numérique, il peut subir les mêmes dégradations qu'un signal analogique sans être altéré au final. En effet, les niveaux haut et les niveaux bas servant à coder le signal numérique seront toujours interprétés en tant que tel même s'ils sont déformés par des perturbations électromagnétiques. Le signal restera donc identique de sa source à sa destination, même avec de grandes longueurs de câble.

Le convertisseur étant conçu pour la capsule, il est capable de retranscrire toute la dynamique de celle-ci, sans générer de saturation numérique. Il n'y a donc plus d'erreur de réglage de gain dans la partie analogique. On est alors certain de recevoir, en sortie du microphone, un signal numérisé de manière optimum.

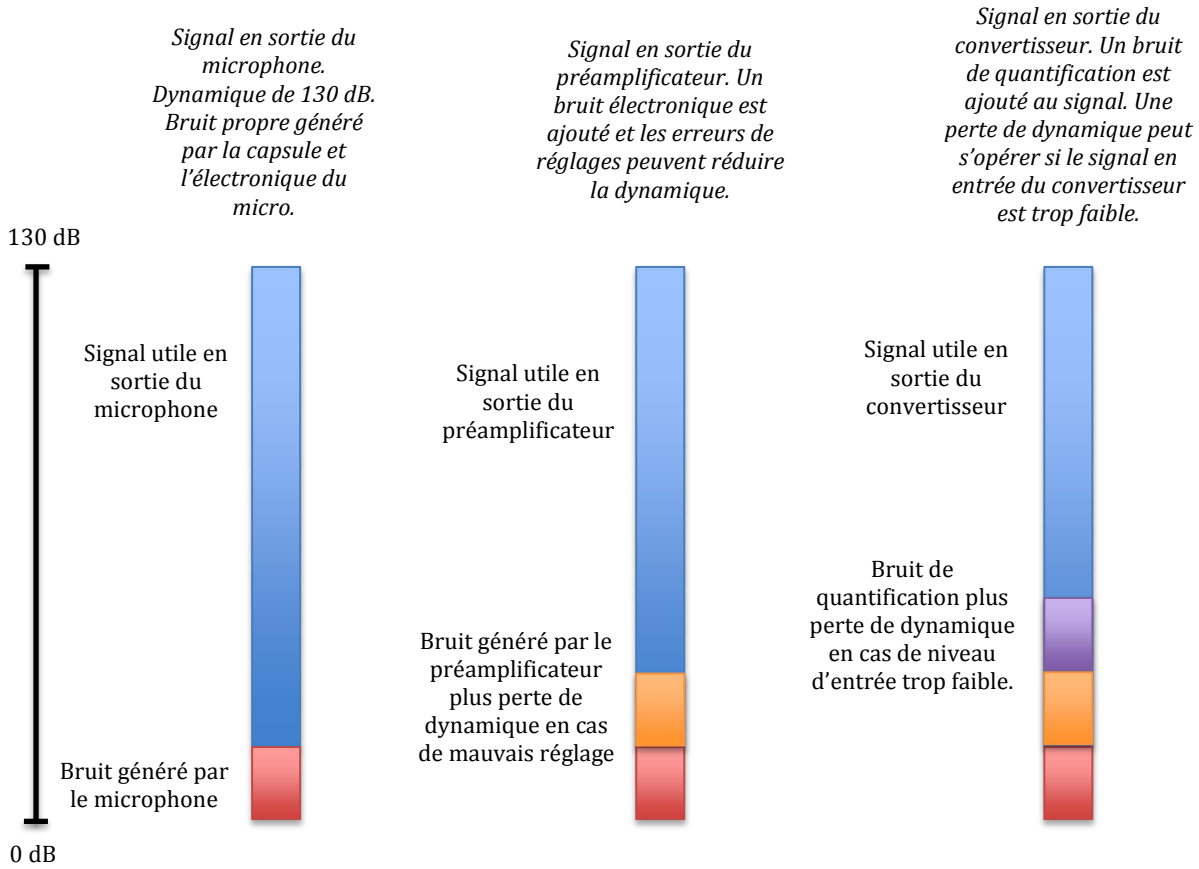
Le nombre d'éléments dans la chaîne est également réduit. Même si les microphones numériques sont plus onéreux que des microphones traditionnels équivalent, il est inutile d'investir dans un préampli et un convertisseur externe. Deux éléments qui en haut de gamme sont souvent très dispendieux. Pour une qualité similaire, le coût d'une chaîne en micro numérique sera donc moindre.

[1] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

Un rapport signal sur bruit optimum.

La réduction du nombre d'éléments entre la capsule du microphone et l'enregistreur participe également à la réduction du bruit contenu dans le signal final.

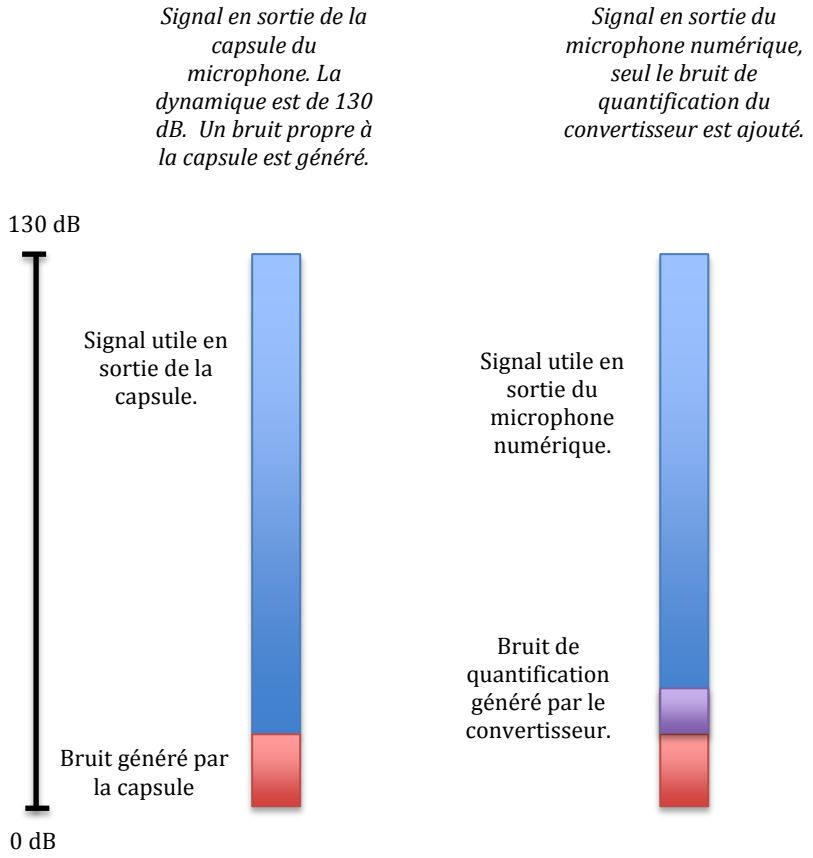
Reprenons notre chaîne traditionnelle et voyons comment se comporte le signal en passant dans les divers éléments.



Même si on travaille avec une chaîne analogique parfaite, du bruit électronique va être ajouté par chaque appareil dans lequel passera le signal. Un bruit très faible certes, mais inévitable. De plus la marge de sécurité qui va être prise pour éviter la distorsion du préamplificateur ou la surcharge du convertisseur va indéniablement contribuer à la réduction de la dynamique finale du signal.

Notons tout de même, que les schémas ci-dessus sont là pour illustrer les phénomènes d'ajout de bruit et l'échelle utilisée n'est pas représentative d'une installation réelle. La dynamique finale du signal dépendra en effet de la qualité de chaque élément. Avec une chaîne haut de gamme, le bruit ajouté devient presque négligeable.

Reprenons maintenant notre micro numérique :



« On a pratiquement plus de souffle du tout et au premier abord, la dynamique est impressionnante. »[1]

On gagne donc quelques décibels de signal utile et le souffle se fait pratiquement oublier.

« J'ai envoyé dans des studios, des pistes qui sortaient de la console, enregistrées à -60 et -50, -40 dB FS. Ils m' ont dit : on normalise même pas, c'est pourrit, c'est foutu, c'est raté ! Tu insistes et là ils s'aperçoivent qu'ils n'ont pas remonté de souffle parce qu'il n'y en a pas et que c'est plus intelligible que ce qu'ils font, enregistré à « niveau correct ». Donc les grosses surprises : elles sont là. »[2]

Dans la pratique, on est donc assuré d'enregistrer un signal propre qui pourra être remonté par la suite numériquement sans problème. Ceci constitue en soi déjà une grande avancée.

---

[1] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

[2] Alain Roy, gérant de la société Espace Concept, Besançon, entretien du 7 mai 2015.

Des convertisseurs sur mesure.

« L'avantage du numérique, c'est que tu convertis tout de suite avec un bon convertisseur et un convertisseur qui correspond à ta cellule. »[1]

Le convertisseur intégré à un micro numérique doit donc être en mesure de retranscrire toute la dynamique offerte par la capsule qui lui est associée. Toutefois, déterminer le plus grand signal que peut fournir une capsule n'est pas si simple. En effet, généralement cette valeur est donnée par les constructeurs pour une distorsion comprise au maximum entre 0,5 et 1%. La capsule peut donc fournir un signal encore plus grand mais avec une distorsion plus importante. Un convertisseur de microphone numérique doit donc être en mesure de retranscrire une dynamique plus grande que la capsule qui lui est associée.

Le signal numérique fourni par les microphones numériques est quantifié sur 24 bits. Ceci correspond donc à une dynamique théorique possible de 144 dB. En utilisant un convertisseur travaillant à cette quantification, nous pouvons donc estimer que la dynamique est suffisante pour la majorité des capsules proposées par les fabricants. La marque Neumann a toutefois désiré aller encore plus loin pour obtenir une conversion parfaite du signal fourni par les capsules de ses microphones.

« Donc le propos c'est de dire, on va essayer de numériser sur plus de bits. On numérise sur une plage de dynamique de 28 bits et après on délivre un mot de 24 bits. On prend alors 2 convertisseurs qui fonctionnent tous les deux en 24 bits. Un pour les niveaux forts, un pour les niveaux faibles. »[2]

Il s'agit ici d'une explication simplifiée du fonctionnement des convertisseurs présents dans les microphones numériques Neumann. La dynamique du convertisseur se retrouve alors beaucoup plus grande que la dynamique délivrée par la capsule. Le bruit de quantification se retrouve donc bien en dessous du bruit propre à la capsule et devient négligeable. Le seul souffle qui persistera sera donc celui généré par la capsule.

« Le point qui me semble fondamental et qui, à mon avis, peut modifier la stratégie d'achat et de prise de son, c'est que l'intérêt du micro numérique et ça c'est un intérêt majeur, est qu'on est indépendant de la qualité du préampli micro du constructeur. »[3]

Les fabricants de microphones, s'assurent avec les microphones numériques que le signal fourni par leurs capsules est numérisé de la meilleur des manières. Ils assurent alors à leurs clients un rendu qu'ils retrouveront quel que soit l'enregistreur utilisé. Certains pourront toutefois déplorer la perte de la coloration qu'apportent certains préamplificateurs.

---

[1] Alain Roy, gérant de la société Espace Concept, Besançon, entretien du 7 mai 2015.

[2] Axel Brisard, ingénieur application pour Sennheiser France, Montreuil, entretien du 25 mai 2015.

[3] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

3. La norme AES 42.

Afin de permettre la création d'un parc varié de microphones numériques, pouvant être utilisés sur toutes les machines compatibles, une norme a été créée par l'Audio Engineering Society (AES)[4] : la norme AES 42. Elle définit le fonctionnement des microphones numériques et des appareils compatibles : alimentation, transmission des données, signaux de commande. Elle garantit ainsi la compatibilité entre le matériel de différentes marques.

Câblage et connectique :

La norme recommande pour réaliser une liaison AES 42, l'utilisation d'un câble symétrique blindé dont l'impédance est de 110 ohms. Il est cependant précisé qu'en dessous de 100 mètres de longueur de câble, un câble symétrique blindé d'impédance quelconque peut convenir.

On retrouve sur les microphones numériques la connectique XLR 3. La norme avait également prévu l'utilisation d'un XLR spécial, le XLD : un XLR 3 codé mécaniquement. L'utilisation de ce connecteur permet alors d'éviter d'endommager une sortie analogique si on la relie à une entrée AES 42 alimentée. Dans la pratique on trouve très rarement cette connectique. Il faut donc rester vigilant lors des branchements dans des systèmes qui mélangent micros numériques et analogiques.

L'alimentation :

Pour fonctionner, un microphone numérique a besoin d'énergie. L'alimentation sert bien sûr à la polarisation de la capsule, mais aussi à faire fonctionner le convertisseur et les traitements DSP internes au microphone.

Pour être à la norme AES 42, les entrées compatibles doivent alors être en mesure de fournir aux microphones une tension continue de 10 Volts dont la fluctuation ne doit pas excéder 50mV crête à crête avec une intensité pouvant atteindre 300mA. La puissance maximum consommée par microphone pourra alors être de 3 watts.

Notons que cette alimentation est beaucoup plus énergivore qu'une alimentation traditionnelle qui se fait généralement sous 48V avec un courant maximum de 10mA. La puissance maximum consommée par le microphone ne sera alors « que » de 0,48 watts.

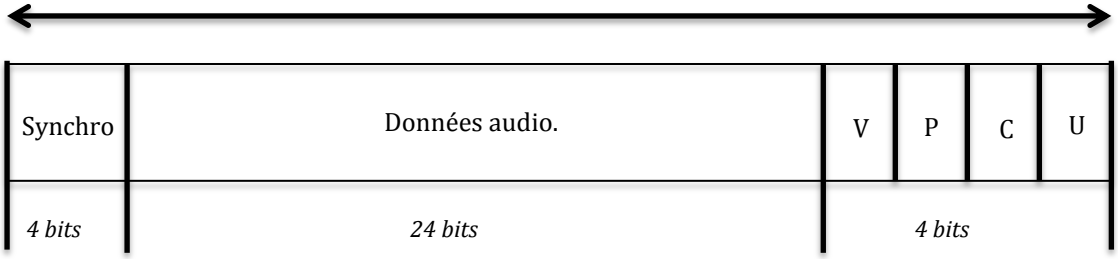
Le principe transmission de cette alimentation appelée Digital Phantom Power (DPP) est alors le même que celui utilisé sur une alimentation phantom traditionnelle en 48V. On délivre une tension d'alimentation continue au microphone en utilisant le câble de modulation existant. On évite ainsi l'ajout d'un câble d'alimentation séparé.

Transmission des données :

Un microphone numérique transmet un signal audio au format AES/EBU également appelé AES 3. Ce format numérique permet de véhiculer 2 canaux audio multiplexés. La transmission des données s'organise alors par trames de 64 bits elles-mêmes séparées en 2 sous trames de 32 bits correspondant à chacun des deux canaux audio véhiculés.

Décomposition d'une sous-trame AES/EBU :

Sous trame de 32 bits



On retrouve parmi ces 32 bits, 4 bits servant à la synchronisation du signal avec le récepteur, 24 bits pour coder l'audio, un bit appelé bit V, codant la validité du signal, un bit appelé bit P qui est un bit de parité, un bit appelé bit C qui indique le statut de voie (il indique la résolution utilisée ou encore le codage choisi pour le signal) et enfin un bit appelé bit U qui permet de transmettre des données « user ».

Dans le cas des microphones numériques ces données user sont très importantes. Elles permettent en effet au microphone de nous communiquer des informations comme sa marque, son modèle, son numéro de série, l'état des différentes commandes qu'il propose, comme le filtre coupe bas, la fonction mute, la pré-atténuation, ou encore sa directivité. On peut alors s'assurer que le microphone applique bien les ordres qu'on lui envoie.

Le microphone nous transmet également le délai qu'il induit au signal, du fait de la numérisation du signal et des différents traitements DSP qu'il exerce. Ce retard est de l'ordre de 61 échantillons à 96 kHz et de 52 échantillons à 48 kHz. La latence induite par un microphone numérique oscille donc entre 0,6 milliseconde et 1 millisecondes. Bien qu'assez faible pour être négligeable dans la synchronisation image-son, il faudra tout de même y porter attention quand on associe des microphones numériques à des microphones traditionnels ou des systèmes HF

La synchronisation

Quand plusieurs appareils traitant du son numérique interagissent, des problèmes de synchronisation d'horloge peuvent apparaître. Pour éviter tout problème de clicks numériques, de vitesse de lecture ou de modification du timbre, il est impératifs que les appareils s'échangeant du son numérique synchronisent leurs horloges.

Afin d'éviter ce genre de déconvenue, deux modes de fonctionnement définissent la manière dont un microphone numérique se synchronise avec l'appareil auquel il est connecté.

Le mode 1 :

La fréquence de fonctionnement du microphone est définie par son horloge interne. Les appareils recevant le signal provenant du microphone peuvent alors se synchroniser sur le signal donné par le microphone.

Problème, il devient alors impossible d'utiliser plusieurs microphones sur un même appareil. Celui-ci ne pourrait en effet pas se synchroniser sur plusieurs sources en même temps.

Dans ce cas, l'utilisation de Sample Rate Converter (SRC) en entrée devient indispensable. Ce dispositif permet de convertir la fréquence d'échantillonnage d'un signal audio numérique entrant dans un appareil à la fréquence de fonctionnement de celui-ci.

Ainsi, si plusieurs microphones numériques fonctionnant à des fréquences différentes sont connectés à un enregistreur équipé de SRC, chaque signal entrant sera converti à la fréquence d'échantillonnage et synchronisé à l'horloge de l'enregistreur. On pourra alors enregistrer et mélanger ces différents signaux sans problème de clics numériques ou autres.

A noter que si le SRC est de mauvaise qualité, la qualité du son peut être dégradée et un retard plus ou moins important est induit sur les signaux entrants.

« C'est pas le SRC qui t'apportera le plus de latence, c'est microscopique. Forcément tu as un calcul qui se fait, donc tu as une latence et tu auras un headroom qui va rester, donc tu auras de la dynamique en moins. Mais on en a tellement dans le micro numérique… Je ne dis pas qu'il faudra utiliser les SRC, ce n''est pas une bonne idée. Moins tu auras de SRC mieux ce sera. Mais bon aujourd'hui les SRC sont de bonne qualité donc ça ne pose pas de problèmes. »[1]

Dans la pratique, les constructeurs savent donc faire des SRC de très bonne qualité et leur utilisation devient imperceptible à l'oreille. A priori, leur utilisation n'est donc pas un problème.

---

[1] Alain Roy, gérant de la société Espace Concept, Besançon, entretien du 7 mai 2015.

Le mode 2 :

En mode 2, l'horloge du microphone est asservie par l'horloge de l'appareil auquel il est connecté. Cela permet d'utiliser plusieurs microphones simultanément, sans passer par des SRC, donc sans perte de qualité et sans ajout de latence au signal.

Pour ce faire, l'appareil recevant le signal du microphone vérifie en permanence si le signal qu'il reçoit est en avance ou en retard par rapport à sa propre horloge. Puis, au minimum six fois par seconde, il renvoie des ordres au microphone lui demandant de ralentir ou d'accélérer la cadence de son horloge.

Les horloges du microphone et de l'appareil maître restent alors parfaitement synchrones. Ce dispositif permet de synchroniser plusieurs microphones. Dans le cadre de prises de son stéréo ou multicanal, on a tout intérêt à faire fonctionner nos microphones en mode 2 afin d'éviter la création de délais électroniques venant perturber les effets de phase acoustique participant à la spatialisation des sources sonores captées.

Paramètres pilotables à distance.

Pouvoir modifier le filtre coupe bas, l'atténuation, ou même la directivité d'un microphone tout en restant à son enregistreur ou à sa table de mixage, quel ingénieur du son n'en a pas rêvé ? Tout cela devient possible avec les microphones numériques. La norme AES 42 définit en effet comment des instructions de commande sont transmises aux microphones, ce qui permet d'agir sur divers paramètres. Dans le microphone, un processeur DSP traite et exécute alors ces différentes commandes.

Certains appareils comportant des entrées AES 42 ne permettent pas la communication avec le microphone. On ne peut donc pas contrôler les paramètres internes du microphone. On dit communément que ces entrées fonctionnent en mode 1. Et on dit qu'elles fonctionnent en mode 2 si la communication avec le microphone est possible.

« On peut très bien avoir un micro en mode 1, qui communique, qui utilise le protocole, mais qui ne supporterait pas le mode 2, qui ne serait pas capable de synchroniser son horloge avec une horloge externe. »[1]

Si on prend strictement la norme, les appellations mode 1 et mode 2 ne servent donc qu'à définir comment le microphone se synchronise avec l'appareil auquel il est connecté. Nous parlerons donc dans la suite de ce document de microphones pilotables ou non pilotables.

La norme AES 42 distingue alors deux grandes catégories d'instructions de commandes, les instructions simples et les instructions étendues.

---

[1] Pascal Grillère, ingénieur logiciel pour Aaton, Grenoble, entretien du 9 novembre 2015.

Les instructions simples :

Ces instructions permettent de contrôler les paramètres les plus importants du microphone, notamment ceux que l'on retrouve habituellement dans un microphone statique traditionnel :

- La pré-atténuation : permet d'abaisser le signal selon quatre valeurs définies par le constructeur du microphone, dont la position : désactivé.

- Directivité du microphone : permet de modifier la directivité du microphone selon 15 valeurs allant de l'omnidirectionnel au bidirectionnel (figure en huit).

- Filtres coupe bas : permet d'ajuster le filtre coupe bas suivant 4 valeurs définies par le constructeur du microphone dont la position : désactivé.

- Fonction mute : permet de muter le microphone.

- Limiteur : permet d'activer le limiteur interne au microphone.

- Gain : permet d'appliquer un gain au signal de maximum 63 dB par pas de 1 dB.

- Mode 2 synchronisation : informations de synchronisation permettant au microphone de se synchroniser sur l'appareil auquel il est relié.

Ces différents paramètres ne sont pas accessibles sur tous les microphones numériques. Par exemple, le changement de directivité n'est disponible que sur le Neumann D-01 présenté précédemment.

Nous remarquerons que la norme ne définit pas si les contrôles ainsi pilotés doivent se trouver dans la partie analogique ou numérique du microphone. Ainsi, pour les microphones Sennheiser et Neumann, seule la pré-atténuation s'applique dans le domaine analogique, afin de rendre la capsule moins sensible si celle-ci se trouve être saturée par des niveaux acoustiques trop importants. Les filtres coupe bas sont eux appliqués en numérique dans ces microphones, ce qui, comme nous le verrons par la suite, peut parfois poser problème.

Enfin, on note que l'on retrouve dans ces instructions la commande de synchronisation du mode 2. Si le microphone est synchronisé en mode 2, la norme demande à ce qu'une commande sur quatre soit une commande de synchronisation afin de prévenir des décalages d'horloge.

Les instructions étendues :

Les instructions étendues permettent d'exercer certaines fonctions directement dans le microphone, en se passant de table de mixage par exemple. On retrouve 31 nouvelles commandes :

- Contrôle de 2 lumières sur les microphones permettant par exemple de signaler le lancement de l'enregistrement à un musicien en studio.
- Intensité des deux lumières : 16 variations possibles.
- Générateur de signal test : 4 signaux configurables par le constructeur.
- Calibration du convertisseur du microphone.
- Reset des DSP internes aux microphones.
- Demande d'informations d'identification et d'indication de statut : *(voir partie transmission de données, informations envoyées par le bit U qui transmet les informations User).*
- Choix entre 8 possibilités de fréquence d'horloge : 44,1 kHz, 48 kHz, 88,2 kHz, 96 kHz, 176,4 kHz, 192 kHz, 352,8 kHz, et 384 kHz.
- Décodeur M/S pour les microphones stéréo.
- Largeur stéréo MS ou XY.
- Egalisateur : choix possible entre 255 courbes intégrées par le fabricant du microphone.
- Phase du signal : 0° ou 180°.
- Stéréo ou Mono. En mono, le même signal est transmis sur les deux canaux.
- Temps d'attaque du compresseur/ limiteur
- Ratio du compresseur/limiteur
- Threshold du compresseur/limiteur
- Fréquence de déclenchement du compresseur/limiter Side Chain : 4 paramètres possibles.

Pour l'instant, seule une partie des trente et une commandes disponibles est utilisée. Le reste est réservé d'une part pour des instructions définies spécifiquement par les constructeurs et d'autre part pour les futures évolutions de la norme.

4. Bilan sur les qualités intrinsèques aux microphones numériques :

Pour :

- Transmission par câble peu sensible aux perturbations électromagnétiques et pouvant se faire sur de grandes longueurs sans pertes.
- Qualité du signal fourni par le microphone indépendant de la chaîne sonore en aval.
- Réduction du nombre d'éléments dans la chaîne sonore.
- Prix réduit d'une installation en micro numérique vis à vis d'une installation traditionnelle de qualité équivalente.
- Convertisseurs optimisés pour la capsule qui lui est associée.
- Absence de souffle, rapport signal sur bruit optimum ne dépendant plus que de la capsule des microphones.
- Utilisation possible de câbles de module conventionnels jusqu'à 100 mètres.
- Nombreuses fonctions internes aux microphones réglables à distance.

Contre :

- Consommation en énergie importante.
- Câblage spécifique recommandé pour des liaisons de plus de 100 mètres.
- Microphones non compatibles avec une chaîne traditionnelle.
- Utilisation de plusieurs micros en mode 1 pouvant poser des problèmes.
- Certains contrôles internes au microphone dans la partie numérique alors qu'ils seraient plus efficaces en analogique.
- Retard induit par les microphones à prendre en considération.

Comment mettre en œuvre des microphones numériques dans le cadre de la prise de son à l'image ?

Les premiers microphones numériques ont été conçus pour une utilisation en studio. Aux vues de leurs qualités, certains décident cependant de les employer dans d'autres domaines.

« Quand le micro numérique commençait, j'ai décidé de l'utiliser. Je suis allé voir chez Neumann et ils m'ont dit : non mais nous on ne fait pas de sono, ça ne peut pas marcher, en plus on est dans le marché du studio, la sono ça ne nous intéresse pas. Donc je leur ai cassé les pieds jusqu'à ce qu'on avance. On a eu notre liaison tout numérique, on a mis quelques micros devant et là ils ont commencé à se dire, ah c'est peut-être pas si mal que ça, en fait, ça peut fonctionner, puis on a travaillé ensemble pour faire avancer les choses. »[1]

Comme Alain Roy l'a fait en sonorisation, l'évolution de la situation des microphones numériques en prise de son à l'image dépendra de la volonté des ingénieurs du son à les intégrer à leur configuration. Ceci poussera les constructeurs à fournir des outils de plus en plus adaptés. Car aujourd'hui bien que l'utilisation de microphones numériques en tournage soit tout-à-fait possible, certains problèmes se posent.

1. Où brancher ses microphones numériques ?

Utilisation d'un boîtier d'interface externe.

Comme vu précédemment, une liaison AES 42 n'est rien de plus qu'une liaison AES 3 à laquelle on ajoute une alimentation phantom et des envois d'ordres. On peut alors simplement ajouter une interface qui procure au microphone, au minimum l'énergie dont il a besoin et éventuellement donne la possibilité pour l'utilisateur de commander les différentes fonctions d'un microphone numérique.

On distingue dans un premier temps des boîtiers minimalistes, ayant pour rôle d'ajouter au signal AES 3, l'alimentation phantom DPP (digital phantom power). Certains boîtiers proposent également des sorties alternatives à l'AES 3, comme des sorties au format SPDIF, ou même des sorties analogiques. Mais dans ce cas, l'intérêt d'utiliser un microphone numérique mériterait d'être remis en question.

[1] Alain Roy, gérant de la société Espace Concept, Besançon, entretien du 7 mai 2015.

Schoeps Mini DA42. Sorties en AES 3 ou en analogique niveau ligne. Alimentation via connecteur Hirose, tension continue de 10 à 14 volts.

Schoeps PSD 2U. Sortie en AES 3 sur connecteur XLR 3 ou CINCH. Alimentation via connecteur Hirose, tension continue de 10 à 14 volts.

A gauche : Neumann Connection Kit AES.
A droite Neumann Connection Kit SPDIF.
Comme l'indique leurs noms, fournissent un signal AES pour l'un et un signal SPDIF pour l'autre.

L'alimentation se fait par le biais d'un adaptateur secteur. L'utilisation de ces deux systèmes sur une configuration de tournage semble donc compliquée.

Ces quatre solutions rendent possible l'utilisation d'un microphone numérique avec la majorité des enregistreurs disponibles sur le marché, toutefois, aucun paramètre interne au microphone n'est alors atteignable. Pour remédier à cela, Neumann propose une interface plus complète, la DMI 2 portable (vu en I. 1. Historique).

Configuration documentaire de Corentin Vigot :
Neumann DMI2, enregistreur Zaxcom Nomad et système HF Wysicom.

L'interface Neumann permet alors d'utiliser pleinement les possibilités offertes par les microphones numériques.

Les paramètres accessibles directement sur la DMI 2 sont alors les paramètres essentiels : le gain, la pré-atténuation, les filtres coupe bas et la possibilité de rappeler des presets. Pour des contrôles plus poussés, on est obligé de connecter l'interface à un ordinateur via un port usb.

« Au début on m'a proposé les micros numériques de la marque Neumann et pour les utiliser, les piloter, il fallait utiliser un boîtier. Donc on est en portable, on a des boîtiers HF récepteurs, il fallait encore un boîtier en plus, pour rentrer le micro, qui règle un niveau, qui rentre dans une mixette et tout… Déjà on est en overdose de câbles et de branchements, si c'est pour en rajouter à nouveau, ce n'est pas possible. »[1]

Sur des configurations lourdes, en roulante, comme celles de François De Morant, l'ajout d'un boîtier supplémentaire est trop contraignant. L'utilisation d'enregistreurs nativement compatibles est alors requise.

Enregistreurs intégrant partiellement l'AES 42.

On retrouve sur le marché plusieurs enregistreurs qui intègrent nativement une ou plusieurs entrées AES 42 ne fonctionnant qu'en mode 1 et ne permettant aucun dialogue avec le microphone. Pour compenser, tous offrent différents traitements applicables au signal numérique entrant dans leurs entrées AES. On retrouve généralement un trim numérique, une sélection de filtres coupe bas numériques. Parfois d'autres fonctions sont ajoutées, comme une inversion de phase ou l'ajustement d'un retard appliqué au signal.

De haut en bas, Sound Devices 688 et Sound Devices 788, comportant respectivement 2 et 4 entrées compatibles AES 42.

Les Sound Devices 644 et 633, non présentés ici, comportent eux aussi des entrées AES 42.

Pour toute la série 6, l'utilisation d'une entrée AES 42 condamne une entrée microphone.

Sonosax SX R4+. Comporte jusqu'à 4 entrées AES 42.

L'utilisation d'une entrée AES 42 condamne malheureusement une entrée microphone.

[1] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

AETA 4Minx : comporte 2 entrées AES 42.

De haut en bas : Zaxcom Nomad et Zaxcom Max, comportant respectivement une et deux entrées AES 42.

Comme nous le voyons, presque tous les enregistreurs disponibles sur le marché sont d'ores et déjà compatibles. Toutefois, l'absence de dialogue avec les microphones reste un réel problème. Par exemple, on ne pourra pas agir sur la pré-atténuation lors de l'enregistrement de sources sonores dont le niveau acoustique est très élevé. La capsule risque alors de saturer et le micro sera inutilisable.

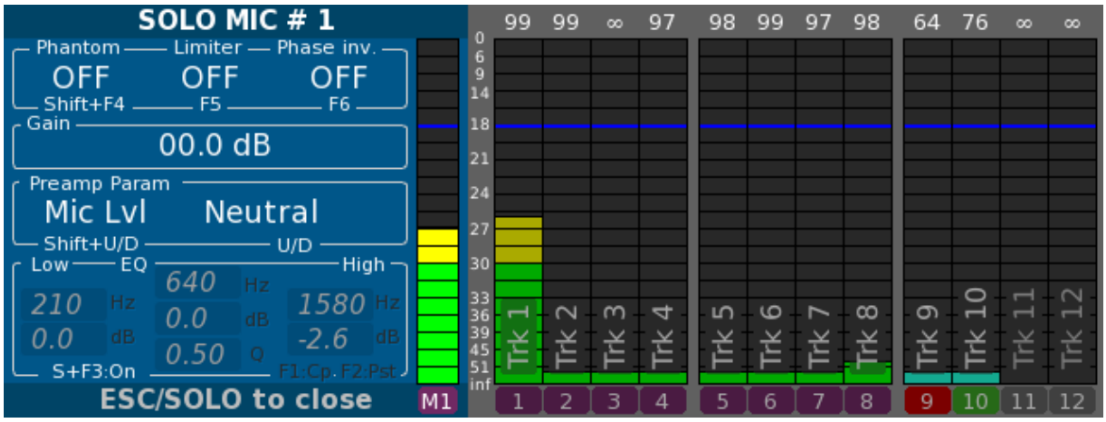
Le Cantar X3 : seul appareil intégrant complétement la norme AES 42.

Aaton Cantar X3 : premier enregistreur portable proposant deux entrées AES 42 fonctionnant en mode 2 et permettant le dialogue avec les microphones numériques.

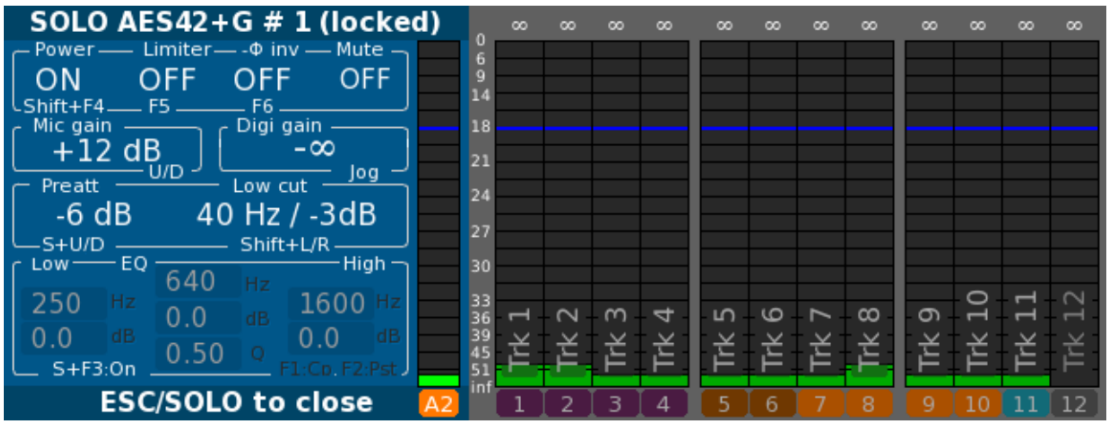
« Alors le positionnement de la machine c'est quand même toujours un positionnement assez haut de gamme, c'est censé être l'outil ultime. C'est vraiment l'aboutissement de l'outil de prise de son pour l'ingénieur du son. »[1]

C'est ainsi que Pascal Grillère, ingénieur chez Aaton définit le Cantar X3. Il est donc important pour Aaton de proposer un appareil le plus complet possible, répondant à toutes les demandes. C'est pourquoi l'AES 42 a été totalement intégré dans la machine. Le mode 2, les contrôles de DSP, tout est accessible dans une présentation similaire aux microphones traditionnels. Cette machine semble être la première à pouvoir exploiter pleinement le potentiel des microphones numériques.

[1] Pascal Grillère, ingénieur logiciel pour Aaton, Grenoble, entretien du 9 novembre 2015.



Réglages disponibles sur les entrées analogiques du Cantar X3. On retrouve l'activation de l'alimentation Phantom, du limiteur d'entrée, un inverseur de phase, le réglage du gain du préamplificateur, la sélection du niveau d'entrée, le réglage du filtre coupe bas et enfin un EQ paramétrique 3 bandes numérique.



Réglages disponibles sur les entrées AES 42 du Cantar X3. On retrouve l'activation de l'alimentation Phantom, du limiteur intégré au micro, un inverseur de phase, une fonction Mute, le réglage du gain interne au micro, le réglage d'un gain numérique ajouté par le Cantar, le réglage de la pré-atténuation, le réglage du filtre coupe bas interne au micro et enfin un EQ paramétrique 3 bandes numérique.

Les entrées analogiques et AES 42 du Cantar X3 proposent donc des fonctions similaires, présentées de façons semblables. Tout est donc fait pour rendre l'utilisation d'un microphone numérique la plus transparente possible.

« Le protocole est complétement supporté. On va pouvoir couvrir tout ce que le protocole autorise. En revanche, aujourd'hui, dans la version actuelle, l'interface ne donne pas accès à tous les paramètres du protocole AES 42. »[1]

Le cantar X3 sera donc en mesure d'utiliser absolument toutes les fonctions intégrées par les fabricants de microphones numériques. Tout en étant sans conteste l'enregistreur le plus adapté à l'utilisation des microphones numériques, il sera de plus en mesure de suivre leur évolution.

[1] Pascal Grillère, ingénieur logiciel pour Aaton, Grenoble, entretien du 9 novembre 2015.

2. La question de l'autonomie.

« Ce qui m'a un peu freiné, c'est sa consommation. Un micro numérique et notamment la série 8000, c'est extrêmement gourmand. »[1]

« J'ai fait un test en posant sur ma table un enregistreur, la DMI 2, deux micros dans la DMI 2, un micro en AES 42, et deux HF le tout alimenté par une NP 1. Résultat l'enregistreur s'est arrêté au bout de 4h30 d'enregistrement. Donc pas de problèmes particuliers de ce côté.»[2]

« Non je ne l'ai pas senti. Et puis de toute manière c'est plus vraiment un problème. On a des tas d'appareils pour compenser les défauts des constructeurs. J'ai des boîtiers d'alimentation que je viens brancher en plus, avec des batteries NP65 etc, qui ont une longévité… En général ce n'est plus vraiment le problème. »[3]

Les ingénieurs du son utilisant les microphones numériques sont donc bien partagés sur cette question de l'autonomie. Reprenons du début. Qu'est-ce qu'un micro numérique consomme réellement ?

Tableau comparatif de consommation entre microphones numériques et analogiques.	Consommation théorique maximum de l'AES 42	Consommation théorique maximum d'une alimentation phantom traditionnelle.	Consommation d'un Neumann KM 184 D (numérique)	Consommation d'un Neumann KM 184 A (analogique).
Tension (Volts)	10	48	10	48
Intensité (Mili Ampère)	300	10	150	3,5
Puissance (Watts)	3	0,48	1,5	0,168

x 6,25 x 9

On constate donc que les microphones numériques consomment en théorie 6,25 fois plus que les microphones traditionnels. En pratique, l'écart est encore plus important. La version numérique du Neumann Km 184 consomme ainsi 9 fois plus que sa version analogique. Sur un enregistreur, un microphone numérique demanderait donc autant d'énergie que huit microphones analogiques.

[1] Arnaud Julien, chef opérateur du son, entretien téléphonique du13 janvier 2016.

[2] Corentin Vigot, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

[3] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

« Quand on compare un micro numérique et un micro analogique, il faudrait comparer le coût en énergie une fois arrivé dans le monde digital. Parce que quand on branche son micro analogique, on regarde juste la consommation analogique bas niveau, mais on intègre pas le fait que derrière, nous on va utiliser de l'énergie pour faire de l'amplification, pour faire de la numérisation, alors qu'avec un microphone numérique, le signal arrive déjà sous une forme numérique. »[1]

Comme le suggère Pascal Grillère, en prenant le coût énergétique d'un microphone une fois son signal parvenu dans le monde numérique, le problème s'atténue, mais reste bien d'actualité. C'est pour cette raison que seulement deux entrées AES 42 ont été intégrées au Cantar X3.

« Ce que je veux dire c'est que ça va pas t'empêcher de tourner. Parce qu'évidemment, tu as tes batteries, tu peux les changer. Le problème c'est que tant que tu es dans une ville, que tu es dans une méthode de travail qui te permet tous les soirs de pouvoir recharger tes batteries ou même carrément de pouvoir être sur le jus, sur le plateau, c'est absolument pas un problème puisque tu as de l'énergie. Mais en revanche, si tu te trouves en plein désert, est ce que tu peux prendre 2 batteries qui font 6 kg chacune, je crois pas. »[2]

La forte consommation énergétique des microphones numériques est donc un paramètre important qui va complétement conditionner leur utilisation suivant les différents tournages. Dans des conditions extrêmes : rareté des sources d'alimentation, grand froid, il sera éventuellement plus prudent d'utiliser des microphones traditionnels. Toutefois, dans des situations plus conventionnelles, il suffira de prévoir un stock suffisant de batteries et penser à les changer plus régulièrement.

On ne trouvera donc plus, comme à l'époque du tout analogique, des enregistreurs ou des mixettes ayant une autonomie de plusieurs jours. Aujourd'hui, des microprocesseurs ou des écrans LCD toujours plus performants et énergivores sont installés dans tous les appareils utilisés en prise de son à l'image : enregistreurs, systèmes HF, microphones, retour vidéo, etc… La tendance ne va donc pas vers des autonomies de longue durée et les habitudes de travail devront alors s'y adapter.

---

[1] Pascal Grillère, ingénieur logiciel pour Aaton, Grenoble, entretien du 9 novembre 2015.

[2] Arnaud Julien, chef opérateur du son, entretien téléphonique du13 janvier 2016.

3. Un microphone numérique sur une perche, une histoire de suspension, d'infrabasse et de filtrage.

« Jusqu'à présent, le seul élément dans la chaîne du micro qui soit analogique c'est la pré-atténuation. […] Il faudrait pouvoir mettre un coupe bas avant la numérisation. Parce que, le principe des suspensions Cinela, c'est d'abaisser la fréquence de résonnance du micro et de ne plus être dans l'audible. Le problème, c'est que ces fréquences qui sont à 5Hz, 6Hz, dès qu'elles sont un peu fortes, elles ont tendance à faire bouger la capsule et forcément, perturber un peu le convertisseur. Donc si tu bouges sur ces fréquences là, si tu bouges beaucoup, tu commences à avoir un bruit de fond qui augmente sur certains mouvements de perche. En fait ce qu'il faudrait c'est juste de pouvoir les couper avant la conversion, pour que le convertisseur ne convertisse pas des signaux qui ne sont pas utiles du tout. En utilisant un coupe-bas qui aurait une pente à -18 dB par octaves à 40Hz, tu éviterais de transmettre au convertisseur un signal très puissant et inutile. »[1]

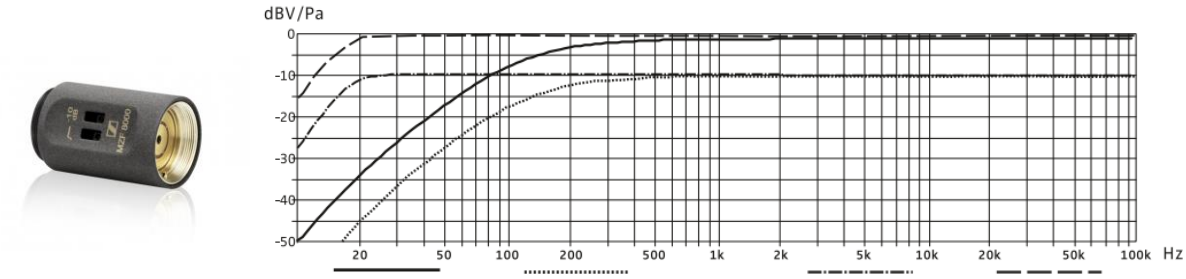
Bonnette Cinela Piano avec configuration MS numérique, utilisée par Corentin Vigot. Un KMR 81 D est associé à un KM D 120. Après décodage, l'association de ces microphones permet de créer une image stéréo.

Tout est dit, ou presque. Le fait de mettre un microphone sur une perche implique l'utilisation d'une suspension et par conséquent la création de bruits de manipulation indésirables dans les basses et infrabasses. Ces sons, énergétiquement très puissants, vont alors occuper une grande partie de la dynamique du convertisseur d'un microphone numérique, ce qui risque d'entraîner la création d'artéfacts sonores indésirables. De plus, dans le cadre d'enregistrement de dialogues, des fréquences si basses sont absolument sans intérêts. Il faut donc les supprimer avant la conversion. Cependant, dans tous les microphones numériques actuels, le filtre coupe bas est réalisé de façon numérique. C'est donc un très gros problème voir une hérésie.

[1] Corentin Vigot, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

« Il faut bien voir que quand on fait un filtrage en analogique sur les basses fréquences, si on le fait en analogique, c'est parce qu'il faut le faire en analogique. […] Donc attention, l'EQ digitale n'est pas la réponse à une captation qui nous arriverait en digital et qui serait mauvaise. En tout cas un ingénieur du son, à priori, je crois pas trop m'avancer en disant ça, mais ce n'est pas comme ça qu'il travaille. Nous, techniquement on peut le faire mais je ne pense pas que ce soit la bonne façon de travailler. »[1]

A l'heure actuelle, le seul moyen de contourner ce problème est l'ajout d'un filtre analogique entre la capsule et le corps du microphone. Ceci est possible uniquement avec la série MKH 8000 de chez Sennheiser, pour laquelle est disponible le filtre MZF 8000. Seul problème, ce filtre n'est pas contrôlable via les commandes envoyées au microphone et la fréquence de coupure, située à 160 Hz n'est pas adaptée, car positionnée trop haute. En utilisant ce filtre, on prend le risque d'enlever des informations intéressantes dans notre signal.



Module de filtrage MZF 8000 et sa courbe de réponse en fréquence. Ce module propose un filtre fixe de -3 dB à 160 Hz, un second filtre commutable de -3 dB à 160 Hz et enfin une atténuation commutable de -10 dB.

« Ça fait deux ans qu'on a acheté des bonnettes chez Cinela et en fait on est souvent en train de revenir vers lui en disant : on peut peut-être optimiser un petit peu en déplaçant le poids des micros, en rigidifiant un peu les suspensions. Peut-être que les fréquences de vibration sont plus dans l'audible, mais en tout cas elles perturbent moins les convertisseurs. Donc voilà, ça marche hyper bien mais on essuie les plâtres. »[2]

Dans la pratique, les microphones numériques restent tout de même utilisables sur perche. Toutefois, il faudra éventuellement utiliser des suspensions spécifiques et le perchman devra être d'autant plus vigilant et délicat. Espérons donc que dans les années qui viennent, des microphones numériques avec un filtre coupe bas analogique, réglable et pilotable à distance, seront proposés par les fabricants. Ce simple détail résoudrait bien des problèmes.

---

[1] Pascal Grillère, ingénieur logiciel pour Aaton, Grenoble, entretien du 9 novembre 2015.

[2] Corentin Vigot, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

4. La gestion de la dynamique.

« Le deuxième défaut, c'est que en étant un peu radical, on s'en fiche éperdument d'avoir 140 dB de dynamique pour enregistrer du texte. […] On peut dire qu'aujourd'hui, on est arrivé à peu près à avoir l'équivalence entre la dynamique proposée par un micro numérique et la dynamique naturelle de l'oreille. Tout le monde sait que l'oreille c'est entre 0 et 140 dB. C'est marrant, un micro numérique c'est un peu pareil, c'est 140 dB. Donc en toute logique, si on a fait un peu d'études acoustiques, on se rappelle quel est le niveau normal d'une voix. Et le niveau normal d'une voix c'est autour de 60 dB. Donc ça veut dire qu'il faudrait sous moduler de 80 dB notre signal, pour être dans ce qui correspond à l'oreille. On est bien d'accord ? Puisque si j'enregistre mes voix à 60 dB, ça veut dire que avec le même niveau et le même réglage, je peux enregistrer un avion à réaction. Je vais m'approcher du 140 et donc j'ai touché à rien et c'est normal. Donc si on ne veut toucher à rien avec un micro numérique, il faut par rapport aux habitudes que nous avons aujourd'hui, en toute logique, enregistrer entre 80 et 70 dB en dessous du full scale, le 0 qui serait l'équivalent du 140 dB de la dynamique. Donc là, évidemment c'est pas du tout dans les habitudes. Ça veut donc dire qu'il faut tout retravailler après, donc ça devient… Mais c'est ça la logique d'un micro numérique. D'autant plus que le cahier des charges, même avec les nouvelles technologies, c'est qu'on souhaite que la voix humaine se balade dans une dynamique, en gros au max de 35 dB. Donc on est sans arrêt dans : comment on va faire rentrer ces 140 dB dans 35 dB ? Donc évidemment c'est aussi en ça que consiste le travail d'ingénieur du son, c'est de réduire la dynamique naturelle pour qu'elle rentre dans le moule qui fait que ça va être dans des proportions qui vont être gardées à l'arrivée au moment du mixage avec quelques variations. »[1]

L'explication de François De Morant ne pourrait être plus claire. Utiliser des microphones numériques ne veut pas dire enregistrer toute la dynamique qu'ils proposent. Quels sont alors les outils disponibles pour faire rentrer les dialogues dans un « moule » ayant une dynamique d'environ 35 dB ?

La place du gain et du limiteur.

En analogique, les principaux outils qui permettront d'amener le signal à un niveau correct d'enregistrement sont le gain et le limiteur. Situés avant le convertisseur, le gain permet d'amplifier le signal, tandis que le limiteur agira comme une sécurité si le gain est trop élevé, afin de ne pas faire saturer le convertisseur.

On retrouve strictement la même chose avec les microphones numériques, au détail près que ces fonctions sont déplacées dans le monde digital. On peut alors les exercer directement dans le microphone ou dans l'enregistreur, sous condition qu'elles soient proposées par le matériel utilisé.

En effet, on retrouve généralement le gain numérique dans tous les microphones et enregistreurs numériques. Cependant ce gain n'est pas toujours suivi de limiteurs, ce qui n'est plus forcément pénalisant.

---

[1] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

« Quand tu penses qu'il y a un risque de saturation, tu te couvres un peu pour ne pas rater une prise. […] En numérique, comme ça te permet d'avoir une dynamique bien plus importante, ça te laisse d'une certaine manière beaucoup plus de marge. Si en plus tu te dis que comme on est en numérique, il n'y a plus vraiment de souffle, tu peux sous moduler, quasiment de 3 dB, 6 dB. Donc tu as ces 3 ou 6 dB de marge en plus de la réserve que t'apporte le numérique. Là, pour le coup, est ce qu'il y a vraiment un risque à ne pas avoir de limiteurs numériques ? »[1]

Se passer totalement de limiteurs peut donc être envisageable. D'autant plus que le numérique a encore une marge de progression. Si les futurs enregistreurs proposent l'utilisation d'une quantification supérieure à 24 bits, la dynamique disponible augmentera encore. Même sur des niveaux très importants, il sera donc compliqué d'arriver à une saturation numérique du signal.

Comment écouter une dynamique importante.

« Néanmoins la dynamique pose la question de non seulement comment l'enregistrer, mais aussi comment l'écouter? Parce que en toute logique, il faudrait régler ses niveaux de casque plus bas, parce que d'un seul coup si on se prend dans le casque 150 dB, on va être un petit peu abîmé au niveau des tympans. Donc on écoute au casque, dans une plage qui ne correspond pas. Ou on amplifie pour des sons faibles, ou on réduit pour des sons trop forts. On n'est pas dans une écoute naturelle. On essaie de faire rentrer une dynamique supportable pour des transducteurs collés aux tympans, sans abîmer les tympans, qui permettent de contrôler tout en ne s'esquintant pas les oreilles. Donc on est plus du tout dans avoir 140 dB de dynamique dans un casque, je vois pas tellement l'intérêt, à part prendre le risque de s'esquinter les oreilles avec un son inattendu, non prévenu, extrêmement puissant. »[2]

Il n'est donc pas possible d'écouter convenablement, avec un casque un signal sortant d'un microphone numérique ayant 140 dB de dynamique. Avec un réglage de volume de casque faible, on entendra convenablement les sons de niveaux forts, mais certains sons de niveau faible seront imperceptibles. Tandis qu'avec un réglage de volume de casque élevé, on entendra les détails dans les faibles niveaux tout en prenant le risque de s'abîmer les oreilles quand il faudra écouter des sons ayant un niveau important.

Il sera donc nécessaire de réduire la dynamique offerte par les microphones numériques, au moins pour juger de la qualité du son enregistré.

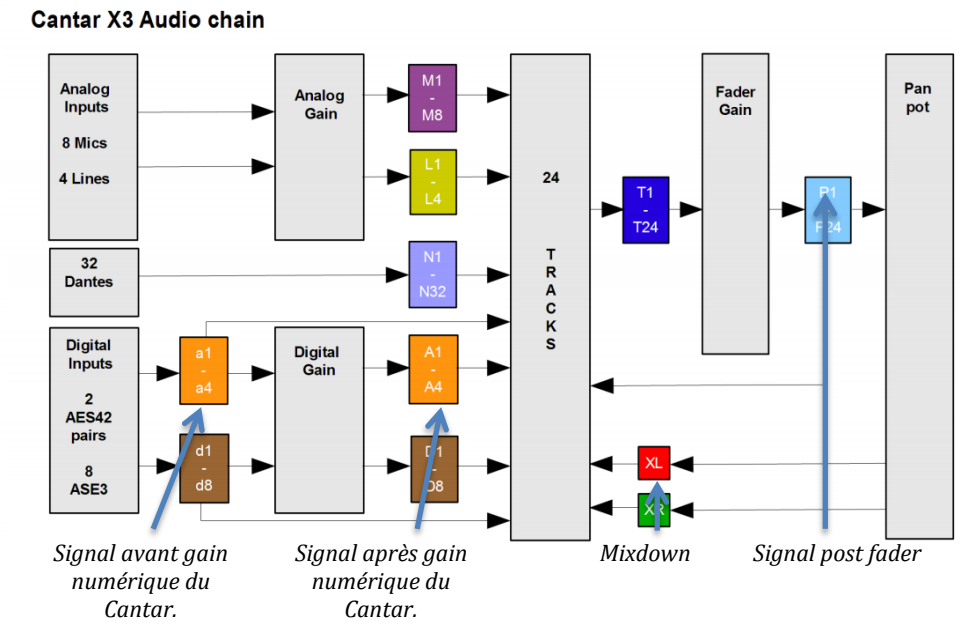
---

[1] Arnaud Julien, chef opérateur du son, entretien téléphonique du 13 janvier 2016.

[2] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

Enregistrer en pré ou post fader et/ou en pré ou post gain ?

« Il y a d'autres particularités, notamment le fait qu'on ait deux occurrences du signal. Une première occurrence du signal digital est enregistrée après le gain digital et je suis capable d'aller chercher une occurrence avant le gain digital et de créer une deuxième piste. Ce qui me permet de garder à la limite une version dont les niveaux seront plus remis dans les niveaux du tournage et puis garder une version je dirais épurée type labo qui m'assure que quoi qu'il arrive, j'aurai une très bonne dynamique etc. »[1]



Comme le montre le schéma ci dessus et l'explique Pascal Grillère, il est possible avec le Cantar d'enregistrer deux fois le signal entrant dans une entrée numérique. Une fois tel que la source nous le fournit et une seconde fois après application du gain digital appliqué par le Cantar. On retrouve également le signal dans le mixdown si on l'intègre au mixage réalisé sur le plateau. On peut même aller plus loin en enregistrant le signal en post fader.

Les possibilités offertes par le Cantar sont très complètes, mais il faudra faire un choix en fonction des souhaits de la post-production et du temps de travail dont ils disposent. On pourrait par exemple fournir un mix down, ainsi qu'un enregistrement des signaux entrant sur les entrées numériques en post gain et pré fader et en sécurité ces mêmes signaux en pré gain et pré fader. A noter que dans ce cas, il semble très peu intéressant d'utiliser les gains internes aux microphones numériques. Il est en effet de notre intérêt de conserver toute la dynamique offerte par les microphones numériques et de fournir au montage un signal de secours qui sera exploitable pouvant être totalement retravaillé en cas d'erreur de mix ou de réglage de gain.

Ces possibilités d'enregistrement ne sont offertes que par le Cantar X3. Pour les autres enregistreurs, on retrouve un fonctionnement plus conventionnel avec l'enregistrement d'un mixdown et d'un signal en pré ou post fader.

---

[1] Pascal Grillère, ingénieur logiciel pour Aaton, Grenoble, entretien du 9 novembre 2015.

5. Une perche HF avec des microphones numériques ?

Régulièrement, il est nécessaire en tournage d'utiliser une transmission sans fil sur la perche, car l'utilisation d'un câble n'est pas possible. Ceci se fait sans problème avec un microphone traditionnel couplé à un système HF. Pour ce qui est des microphones numériques, un seul appareil permet cela, il s'agit du Zaxcom TRX742 dans sa version AES 42.

Zaxcom TRX742 en version AES 42.

Cet émetteur sans fil au format plug-on (qui se branche directement au microphone par une prise XLR), permet d'alimenter un microphone numérique et de transmettre son signal jusqu'à un récepteur compatible. Toutefois, l'utilisation du mode 2 tout comme la communication avec le microphone est impossible.

Réaliser une perche HF avec un microphone numérique semble donc compliqué et peu intéressant. En effet, il faut disposer de cet émetteur spécial et d'un récepteur Zaxcom, une marque assez peu répandue en France. De plus, avec la perte de dialogue entre l'enregistreur et le microphone, on perd une grande partie de l'intérêt des microphones numériques. Le gain par rapport à une perche HF réalisée avec un microphone analogique semble donc bien limité.

Tant que les constructeurs ne proposeront pas un système sans fil permettant un dialogue complet avec les microphones numériques, cet élément constituera un frein important à leur adoption.

6. *Bilan sur les qualités et les défauts des micros numériques à l'exploitation :*

Pour :

- Nombreux enregistreurs compatibles nativement.
- Systèmes d'interface disponibles pour les enregistreurs non compatibles.
- Gestion de la dynamique semblable aux microphones analogiques.
- Possibilité de fournir un enregistrement pré-gain.
- Très bon comportement des convertisseurs dans les basses.
- Transmission par câble insensible aux perturbations électromagnétiques et pouvant se faire sur de grandes longueurs sans pertes.
- Qualité du signal fourni par le microphone indépendant de la qualité des préamplis et convertisseurs de l'enregistreur.
- Utilisation possible de câbles de module conventionnels jusqu'à 100 mètres.

Contre :

- Consommation en énergie très importante.
- Seul le Cantar X3 et la Neuman DMI 2 portable permettent le mode 2 et dialogue avec le microphone.
- Coupe bas situé après le convertisseur pouvant rendre une utilisation sur perche délicate.
- Ecoute de la dynamique totale proposée impossible avec un casque.
- Réalisation d'une perche HF compliquée et rendant impossible le dialogue avec le microphone.

Vers de nouvelles méthodes de travail ?

Les microphones numériques apportent donc leur lot d'avantages et d'inconvénients. Il sera de la responsabilité des ingénieurs du son de juger si leur utilisation est pertinente. Qu'apporte réellement une prise de son réalisée avec des microphones numériques ? Un confort de travail, un apport supplémentaire de qualité sonore qui servirait le film ? Ce sont ces questions qui sont réellement importantes.

1. *Impact de l'utilisation des microphones numériques sur un plateau de tournage :*

Pour le perchman :

Avec un microphone traditionnel, le perchman doit s'assurer que son câble de modulation ne touche pas une montée de lampe de projecteur, car cela induirait l'ajout d'un buzz au signal véhiculé par le câble.

Comme vu précédemment, avec un microphone numérique, la liaison entre le microphone et l'enregistreur est beaucoup moins sensible aux perturbations électromagnétiques. Le perchman aura donc moins à se soucier des buzz éventuels dus aux installations de lumières ou autres. Le gain en confort de travail sera donc appréciable.

En contrepartie, tant que des filtres coupe bas analogiques ne seront pas positionnés avant le convertisseur dans les microphones numériques, les bruits de perche et de manipulation trop importants risquent de perturber le fonctionnement du convertisseur. Le perchman devra donc être d'autant plus vigilant pour éviter tout problème.

Pour la gestion de l'environnement sonore :

Comme le travail de prise de son se fait avec des microphones extrêmement sensibles, tous les sons non désirés sont captés. Il faut alors dans la mesure du possible éliminer chaque son perturbateur. Ce travail primordial est réalisé par toute l'équipe de prise de son, en posant des moquettes, pour atténuer le son des pas, en éteignant frigos, climatisations, ordinateurs, etc… Ainsi, on peut recueillir uniquement les sons utiles.

« On fait la prise de son et je dis : mais c'est pas possible il faut changer, j'entends la texture de la moquette ! Alors qu'avant elle y est aussi. Mais avant je n'avais jamais fait attention à ça. Là d'un seul coup ça m'a gêné, parce que je pouvais déterminer qu'on était sur une moquette. »[1]

[1] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

La précision des microphones numériques est telle que certains artifices utilisés, comme l'utilisation de moquette pour cacher les sons de pas, deviennent alors perceptibles. Il faudra donc être d'autant plus vigilant et précis dans la manière de traiter l'environnement dans lequel est réalisée la prise de son.

Pour les acteurs :

« En ce moment on est piégé avec les acteurs qui chuchotent ou qui ne projettent plus du tout leur voix. C'est le niveau entre l'acteur et son environnement qui va être problématique. Je veux dire, on est dans un monde qui est bruyant et si l'acteur ne porte pas sa voix, la différence de niveau entre sa voix et l'environnement est assez faible et c'est là que ça devient problématique. »[1]

Comme les microphones numériques ont un souffle très faible, on peut se permettre d'appliquer des gains importants. On pourrait alors penser que cela nous permettrait de remonter des voix très faibles. Toutefois comme l'explique Damien Guillaume, cela ne permettra en aucun cas d'isoler la voix d'un acteur se situant dans un environnement sonore bruyant. Pour enregistrer avec les microphones numériques, des voix de faibles niveaux non portées, il faudra donc travailler dans un environnement très calme, comme on le ferait avec des microphones traditionnels.

Pour le reste de l'équipe de tournage :

« J'aurais tendance à dire que cette qualité que t'apporte le micro numérique, finalement il faut savoir l'utiliser à bon escient. Parce que c'est très bien de pouvoir entendre des choses très très précises, par contre ce n'est pas forcément nécessaire. […] Comme tu le sais, sur les plateaux, il y a toujours des ballasts, il y a toujours le traveling qui va craquer etc etc. Ça existe et c'est vrai qu'avec un micro analogique on entend moins tout ça. D'un autre côté, des systèmes de nettoyage sonore se développent de plus en plus, comme les izotopes RX, version 5 maintenant. Donc à partir du moment où il y a des remèdes à ces problèmes de pollution sonore soudainement perçues précisément avec les micros numériques, je dirais que rien ne fait en sorte de freiner l'arrivée de ces microphones sur les plateaux. »[2]

Peut-on alors exiger qu'une équipe de tournage soit encore plus silencieuse qu'en temps normal sous prétexte qu'on utilise des microphones numériques ? Il faudra sans doute avoir des arguments solides pour le faire accepter. Sauf exception, les microphones numériques apporteront peu de changements pour les autres corps de métiers du tournage. En revanche, l'équipe de post-production aura peut-être un travail plus important au niveau du nettoyage des directs.

---

[1] Damien Guillaume, monteur son, entretien téléphonique 4 février 2016.

[2] Arnaud Julien, chef opérateur du son, entretien téléphonique du13 janvier 2016.

2. Comment sont accueillis les microphones numériques en post-production ?

Différences perçues entre des microphones traditionnels et numériques.

« Je n'ai pas eu de retours en disant c'est le jour et la nuit. […] En fait, peut-être qu'ils se sont dits des choses en post-prod, mais ils ne les font pas remonter jusqu'à moi, donc pas de changement radical. »[1]

« Le mixeur a mixé le film. Je lui demande ce qu'il pense du film, du matériel. […] Je lui ai dit est-ce que tu as remarqué quelque chose de particulier ? Lui : non, non, rien du tout. Je lui ai dit : écoute, le film a été fait avec des micros numériques. Ah bon ! Donc ça confirme un peu mon raisonnement, c'est que c'est un outils qui permet de travailler au mieux, mais qu'à l'arrivée on ne sait pas que c'est fait avec un micro numérique. La meilleure preuve étant qu'un type expérimenté avec une oreille, on va dire plus développée que la majorité des individus, n'a pas trouvé un seul instant que la texture du son avait des qualités inattendues par rapport à ce qu'il avait l'habitude d'entendre. »[2]

Visiblement, la qualité sonore supplémentaire que sont censés apporter les microphones numériques n'est absolument pas perçue par les équipes de post-production. On peut tout de même trouver un intérêt à leur utilisation sur certains sons comme les ambiances.

« Effectivement, on peut vite ramener du souffle sur des ambiances qui sont très calmes, avec très peu de choses et un tout petit élément sonore qu'on aimerait enregistrer. Et c'est vrai qu'on peut vite monter les gains et avoir un peu de souffle. […] Les fonds d'air de pièce par exemple, c'est pas d'un intérêt… Puisque la plupart du temps, en effet, il y a pas mal de souffle. Donc peut être qu'avec les micros numériques on aura des fonds plus silencieux et intéressants. »[3]

« *Pour le moment ce n'est pas encore un argument de vente auprès des productions et des réalisateurs. La seule différence c'est sur tout ce qui est justement petites ambiances. Quand tu as un réal qui te dit : j'aimerais faire des toutes petites ambiances très détaillées, etc… Je lui mets des micros numériques et il va être très content. Généralement ça marche comme ça. »*[4]

La différence vis-à-vis des microphones traditionnels se trouvera donc dans l'enregistrement d'ambiances ténues. L'utilisation des microphones numériques permettra en effet d'avoir un son plus détaillé tout en ayant moins de souffle. Pour des enregistrements de dialogues ou de sources sonores plus puissantes, la différence de qualité sera peu perceptible.

---

[1] Corentin Vigot, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

[2] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

[3] Damien Guillaume, monteur son, entretien téléphonique 4 février 2016.

[4] Corentin Vigot, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

Quelle matière livrer à la post-production ?

« On est dans une autre logique. Est ce qu'on veut un son qui vous plaît à l'oreille ou est-ce qu'on veut un outil qui restitue de manière la plus efficace et fidèle possible pour pouvoir la retravailler à la convenance après. Il me semble qu'un professionnel doit plutôt pouvoir proposer un matériel d'une qualité telle, qu'on peut en faire tout ce qu'on veut après. C'est à dire, vous voulez réduire les transitoires, vous voulez que ça ressemble à du son analogique, vous voulez faire un son de téléphone. On va l'enregistrer bien, puis on le re-fabrique après. Parce que c'est toujours la théorie de qui peut le plus peut le moins, l'inverse évidemment n'étant pas vrai. Donc voilà, pour moi le micro numérique va dans cette logique là. Mais c'est juste pour être retravaillé après. Ça veut dire qu'il y a une logique de travail de toute la chaîne sonore à développer. »[1]

Les microphones numériques permettent l'enregistrement d'un signal non travaillé, restituant toute la dynamique proposée par une capsule. Un peu comme le format RAW[2] en photo ou en vidéo. Ceci permettrait alors en post-production de travailler finement ce signal afin de lui donner la couleur, la dynamique ou encore le timbre désiré afin de l'insérer au mieux dans une production. Il faudra tout de même s 'assurer que monteurs son et mixeurs disposent du temps nécessaire à ce travail.

« Effectivement, nous, ce qu'on aimerait bien en montage parole ou en post-prod, c'est de laisser faire l'ingénieur du son, qu'il fasse les niveaux, qu'il travaille correctement, qu'on soit content de ça et qu'on puisse avancer. […] Ça nous fait perdre du temps de repartir sur une prise du son qui n'est pas du tout modulée. En plus s'il y a beaucoup de dynamique, il va falloir prendre des décisions, alors soit nous, soit le mixeur mais ça va prendre du temps. […] Voilà, il y a une gamme de possibles entre donner des choses complétement brutes et donner des trucs où l'ingénieur son a trop eu la bougeotte et du coup, nous on est obligé de donner des effets inverses à ce qu'il a fait en prise de son. »[3]

Comme vu précédemment, l'association de microphones numériques avec un Cantar X3 donne accès à toute cette gamme de possibles entre l'absence de modulation et la sur-modulation dont nous parle Damien Guillaume. Il s'agit alors de déterminer comment travailler à la prise de son pour faire gagner du temps à la post-production, tout en se faisant plaisir sur le mixage et en gardant des sécurités en cas d'erreurs. Pour un téléfilm de 90 minutes, la post-production son dure environ 1 mois par exemple. Le temps de montage des directs est alors de deux semaines. Il est impensable dans ces délais de traiter deux ou trois pistes pour chaque microphone utilisé à la prise. En long métrage, le temps alloué au montage des directs est en moyenne de six semaines, mais varie fortement d'un film à l'autre. Dans ce cas, le monteur son serait d'avantage en mesure d'exploiter les possibilités offertes par les microphones numériques. Il sera donc impératif d'adapter ses méthodes de travail selon les projets.

---

[1] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

[2] Format de fichier pour les images numériques caractérisé par le fait de n'avoir subit que peu de traitements informatiques.

[3] Damien Guillaume, monteur son, entretien téléphonique 4 février 2016.

« Avec des micros numériques, j'ai des ISO ou des pré-faders et puis je couche un mix mono ou stéréo et j'essaie pour le mix de le moduler vraiment comme tu modules un mix analogique normal. »[1]

« Moi je considère que ce niveau là, qui est le niveau pré fader, il faut qu'il soit à un bon niveau. Donc évidemment il t'empêche d'avoir des mauvaises surprises, si ça chuchote et que ça crie dans la seconde, mais il est hors de question que j'enregistre ce niveau par sécurité, 10 dB en dessous du niveau qui me semblerait correct. »[2]

Si l'on résume, voici les choix à disposition des ingénieurs du son. A eux ensuite d'échanger avec les équipes de post-production pour déterminer une méthode de travail :

- Livrer le signal brut venant d'un microphone numérique, avec toute la dynamique que celui-ci propose semble peu intéressant, mais peut servir de sécurité.

- Livrer un signal post gain et pré fader, amené à un niveau correct d'enregistrement semble être le meilleur compromis, pour fournir à la post-production des éclatés sur lesquels ils pourront intervenir rapidement et efficacement.

- Livrer un signal post gain et post fader, c'est risquer de moduler ce signal d'une manière qui ne convienne pas à la post-production ce qui peut induire une perte de temps au montage des directs.

- Livrer un mix down de qualité fera toujours gagner du temps au montage son et au mixage.

Globalement la tendance tend donc à livrer des éléments en pré fader, ce qui ne plaît pas forcément à tous les ingénieurs du son. Toutefois, comme nous le montre Franck Hervouet, d'autres éléments resteront un moyen d'expression à la prise de son.

« Alors, il y a effectivement le rôle de l'ingénieur du son, c'est intéressant pour lui de mixer, mais ce qui est pour moi aussi super important c'est le placement du micro. Donc un premier mixage à proposer. Ça il n'y a que l'ingénieur du son et le perchman qui peuvent faire ce genre de choses. »[3]

Un microphone, qu'il soit numérique ou analogique devra en effet être positionné suivant une intention de prise de son définie par l'ingénieur du son et son équipe. Certains choix comme celui-là continueront donc à se faire au tournage, indépendamment de la technologie utilisée.

---

[1] Corentin Vigot, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

[2] Arnaud Julien, chef opérateur du son, entretien téléphonique du13 janvier 2016.

[3] Franck Hervouet, responsable d'exploitation pour la société Tapages & Nocturnes, Paris, entretien du 7 octobre 2015.

3. Un choix supplémentaire plutôt qu'une révolution.

« Justement, se pose la question de savoir, est-ce que c'est une révolution ? Est-ce que ça va changer fondamentalement tout ? Non, c'est pas une révolution, si ça avait été une révolution, il y a longtemps que ça aurait du avoir lieux. Ça existe depuis 15 ans… Par contre, c'est une lente évolution, et ça s'inscrit dans une lente évolution des outils techniques, du traitement de l'audio quel qu'il soit. »[1]

Les microphones numériques ne vont donc pas supplanter les microphones traditionnels. Pour quelles raisons alors les ingénieurs du son trouveront-ils un intérêt à les utiliser et à les préférer à des microphones traditionnels ?

Une retranscription plus fidèle de la réalité.

« Tu as le geste de reproduction sonore, c'est à dire je suis à un endroit donné, avec une source sonore, j'essaye de la capter dans son environnement, pour la restituer, l'archiver, etc, tel qu'elle est. Et après, il y a un autre geste, qui est la production sonore. C'est cette source là qui m'intéresse, pour être insérée dans tel contexte sonore, une musique, un arrangement, un mixage ciné, etc. Et je sais que moi, dans cette perspective là, il va falloir que je la traite de telle manière pour l'incorporer à l'intérieur. Et donc il va falloir que je génère des défauts, mais qui vont devenir des qualités au moment du mélange ou de l'adjonction d'autres choses. Donc effectivement, les micros numériques sont absolument des micros de reproduction sonore. On va à l'endroit où est la source, et on prend la source telle qu'elle est. »[2]

Du fait de l'absence de préamplificateur de traitements analogiques, très peu d'harmoniques sont ajoutés au signal fourni par la capsule des microphones numériques. Il n'y a donc que cette dernière qui influence la couleur finale du son. En prenant un microphone numérique ayant une capsule neutre, on peut donc estimer que nous aurons une reproduction très fidèle de la réalité.

« J'aime bien pouvoir retransmettre ce qui se passe en réalité. […] Je trouve que c'est important d'avoir une neutralité quand tu es sur du documentaire, pour avoir la retranscription la plus sincère de ce qui se passe réellement. »[3]

Comme l'explique Corentin Vigot, cette démarche est très intéressante dans la prise de son en documentaire. Les microphones numériques permettront de retranscrire de manière fidèle une réalité aux spectateurs. Dans ce cas, le choix de ces microphones contribue donc pleinement à la construction du film

---

[1] Axel Brisard, ingénieur application pour Sennheiser France, Montreuil, entretien du 25 mai 2015.

[2] Axel Brisard, ingénieur application pour Sennheiser France, Montreuil, entretien du 25 mai 2015.

[3] Corentin Vigot, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

« Je suis un fervent défenseur de ces micros dans le sens où ça me permet de me rapprocher de la voix du comédien, de ne pas la dénaturer, de respecter, de faire en sorte que j'ai plus de dynamique, parce que j'aime bien ça aussi. »[1]

En fiction, on est au contraire du documentaire d'avantage dans la création d'un univers. Suivant ce dernier, il pourra alors être intéressant d'avoir une reproduction fidèle des voix ou au contraire leur donner une couleur particulière dès l'enregistrement pour insérer les personnages directement dans le film.

S'adapter à des milieux variés.

« J'ai eu un premier documentaire, le sujet c'était les punks à Pékin. Donc partir 3 semaines, parcourir la scène Punk à Pékin. […] Je me suis dit, je pars dans un endroit où on va aller dans des bars miteux où le son va être hyper fort et il faut que je puisse vraiment mettre des atténuateurs partout pour pas avoir un son qui soit sale et en même temps pouvoir faire des ambiances dans Pékin où tu es dans des rues avec des gens qui sont en train de marcher, des gamins qui jouent au loin, donc pouvoir faire des ambiances qui soient assez fines et assez précises. A ce moment là j'ai investi dans une DMI 2, et un KMR 81 D et un couple de KM 143 D. »[2]

Comme le montre l'expérience de Corentin Vigot, en plus de permettre l'enregistrement d'ambiances détaillées, la pré-atténuation intégrée aux microphones numériques, allant de -6 dB à -18 dB, permet d'abaisser suffisamment la sensibilité de leurs capsules pour enregistrer des sources sonores d'une puissance importante. On peut donc trouver dans les microphones numériques une polyvalence d'utilisation plus importante qu'avec des microphones traditionnels.

Toutefois, un milieu n'est pas que sonore et pour certains tournages le choix du matériel peut être conditionné par les conditions météorologiques. Ainsi certains microphones sont peu adaptés aux grands froids, aux grandes chaleurs ou encore à un niveau d'humidité important. Pour le moment, aucun des professionnels rencontrés pour ce mémoire n'a été en mesure de tester les microphones numériques dans ces conditions extrêmes. Seules les caractéristiques techniques des constructeurs nous apportent quelques éléments de réponse. Par exemple, la plage de température de fonctionnement d'un corps numérique MZD 8000 est comprise entre -10° et +60°. Il faudra ensuite les confirmer par des tests sur le terrain.

---

[1] Arnaud Julien, chef opérateur du son, entretien téléphonique du13 janvier 2016.

[2] Corentin Vigot, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

Un confort de travail supplémentaire.

« Ça permet tout simplement d'avoir un travail qui soit plus simple au moment du tournage, parce que tu as moins d'attention à avoir avec ce type de micro car il encaisse plus et il est le reflet de la réalité. Donc le fait d'avoir moins d'attention ça peut être un avantage pour certaines personnes. »[1]

D'une part, les microphones numériques apportent un confort de travail par leur qualité sonore. Un ingénieur du son aura, avec ces microphones, moins à se soucier des éventuels problèmes de saturation numérique, des problèmes de souffle, de buzz, etc… Ce qui lui permettra alors de se concentrer sur d'autres éléments.

D'autre part, le fait de pouvoir commander des fonctions du microphone depuis l'enregistreur est un véritable luxe. L'ingénieur du son peut alors écouter directement les changements qu'il applique (pré-atténuation, coupe bas, etc…), sans demander au perchman de venir ajouter un module de filtrage entre la capsule et le corps du microphone par exemple. Pour que cela devienne réellement intéressant, il faudrait tout de même que certaines fonctions pilotables à distance, comme le coupe bas, soient réalisées avant le convertisseur des microphones numériques.

Une question de goût tout simplement.

« D'un point de vue purement théorique et d'un point audio, moi je pense que si tu utilises des excellents micros statiques et des faibles longueurs de câble analogique de très bonne qualité, des préamplis et des convertisseurs qui sont à 10-20 mètres de tes sources et qui sont des préamplis type Lavo, Studer, SSL, de haut niveau, ça revient au même. Mais t'as pas le même rendu audio. T'as pas le même rendu dans le bas, t'as une rondeur en analogique et t'as forcément des distorsions harmoniques que tu n'as pas avec les micros numériques. […] Si tu demandes : est-ce que c'est mieux ? C'est moins bien ? Tu vas toujours te tromper, parce que c'est subjectif. C'est : qu'est-ce que tu as trouvé de mieux, quel est l'aspect technique que tu as trouvé le mieux ? Quel est l'aspect esthétique que tu as trouvé le mieux ? Quel est l'aspect esthétique que tu as trouvé le moins bien ? Quel est l'aspect technique que tu n'as pas trouvé mieux ? etc…»

Avec une chaîne audio de haute qualité, les différences entre microphones numériques et analogiques relèvent du détail et le choix sur la qualité sonore va donc se faire de façon subjective, sur des aspects esthétiques et techniques. Si il s'oriente vers des microphones numériques, un ingénieur du son devra ensuite choisir lesquels. En effet, même si le choix est restreint, les différents microphones numériques n'ont pas le même son. La capsule, le convertisseur et l'électronique changent. Ainsi un Schoeps Super CMIT aura un son différent d'un Neumann KMR 81 D ou d'un Sennheiser MKH 8060 numérique. Tout comme en analogique, un ingénieur du son pourra donc choisir ses microphones en fonction de ses goûts personnels à l'écoute.

---

[1] Arnaud Julien, chef opérateur du son, entretien téléphonique du13 janvier 2016.

Globalement, tous les professionnels rencontrés ont été séduits par les qualités sonores des microphones numériques, mais ils reconnaissent que l'impact de leur utilisation sur la bande son du film sera minime.

« C'est toujours la même chose, je défie quiconque en salle de dire que la prise de son de ce film a été faite avec telle marque. »[1]

« Parce que le spectateur lambda, il n'y verra rien à mon avis, il n'entendra pas la différence. »[2]

Actuellement, les microphones numériques n'ont pas les qualités nécessaires pour s'imposer comme un choix évident. Le rendu sonore proposé est extrêmement apprécié, mais certains sont rebutés par des problèmes d'ergonomie, de consommation ou de conception. Quels éléments attendre alors pour que les microphones numériques se développent, que pourraient-ils apporter de plus ?

[1] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

[2] Arnaud Julien, chef opérateur du son, entretien téléphonique du13 janvier 2016.

4. Quelles évolutions pour les microphones numériques ?

Coupe bas pré-convertisseur et directivité variable :

Contrôler à distance des fonctions internes aux microphones est un des arguments principaux des microphones numériques. Toutefois, cela a très peu d'intérêts si ces paramètres sont situés après la conversion numérique. En effet, qu'un calcul numérique soit appliqué au signal par le processeur de DSP du microphone ou par celui de l'enregistreur ne change absolument rien. On peut toutefois considérer que le fait d'avoir des contrôles numériques dans le microphone nous assure de retrouver ces contrôles quelque soit l'enregistreur utilisé, en admettant que celui-ci puisse contrôler le microphone.

Comme expliqué dans le II. 3. le coupe bas serait beaucoup plus efficace et pertinent s'il était réalisé en analogique. On pourrait alors éviter toute apparition d'artéfacts liés à la surcharge du convertisseur par des signaux inaudibles situés dans les infrabasses.

« Sur des gros micros de chez Neumann, on peut même envisager de changer de directivité sans bouger de sa console. Alors évidemment, là, pour du tournage c'est extrêmement intéressant. Parce que on pourrait se dire : tiens là j'ai un hypercardioïde, ben non je trouve que ce serait mieux avec un cardioïde, on dit pas à l'assistant ben tiens ramène la perche, enlève le micro, met moi un cardio je voudrais écouter, on modifie un paramètre sur l'enregistreur et on écoute un cardio. Alors là évidemment c'est vraiment un luxe inespéré. »[1]

Evidemment, si un microphone de tournage offrant la possibilité de changer de directivité à distance est développé, l'argument de vente serait très fort. Le gain de temps sur le plateau serait considérable pour le perchman et l'ingénieur du son pourrait choisir beaucoup plus précisément et facilement la directivité la mieux adaptée.

De plus, comme la liaison AES 42 est une liaison stéréo, on pourrait éventuellement enregistrer les signaux des deux capsules des microphones séparément pour ensuite en post-production, jouer sur la directivité du microphone de perche.

Cette fonction serait une véritable révolution, mais elle est actuellement disponible uniquement sur le Neumann D-01, un microphone large membrane de studio, inutilisable sur perche et donc en tournage.

[1] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

Vers des enregistreurs entièrement numériques moins coûteux ?

La qualité du son délivrée par un microphone numérique est indépendante de tout élément extérieur. Hors l'un des arguments de vente des fabricants d'enregistreurs est la qualité de leurs préamplificateurs et de leurs convertisseurs. Ces éléments, souvent coûteux, participent au prix final des appareils.

« Je ne devrais pas dire ça, mais les appareils low cost, en général, leur point faible c'est la qualité de leurs préamplis. Dans ce cas on les préamplis n'ont pas d'importance, parce qu'on attaque en numérique. Et là, par contre, mélanger des signaux numériques, tout le monde sait le faire, de manière peu onéreuse. Donc moi je pense qu'il y a un avenir lié au fait que : ok, on ne peut pas se payer une machine à 20000 euros, on va s'en payer une très peu chère, mais pour compenser les défauts de cette machine là, notamment la qualité de ses préamplis, on va investir dans les micros numériques. »[1]

« C'est un peu ce qu'on cherche nous en ce moment. C'est de se dire, si on fait un enregistreur avec, 12 entrées AES, 24 pistes d'enregistrement, on est les rois du monde. Parce que tu mets 4 HF numériques, tu mets une DMI 2 portable, et bien c'est parfait. Donc tu ne mets pas de préamplis dedans, mais il faut quand même du routing. A mon avis, ça, ça va arriver. »[2]

Si les défauts actuels des microphones numériques sont corrigés, l'arrivée d'un enregistreur comportant uniquement des entrées numériques dont des entrées AES 42 est donc envisageable. Cet appareil serait alors très intéressant. Il faudra tout de même qu'il propose une ergonomie adaptée à la prise de son à l'image et un prix suffisamment attractif pour convaincre les ingénieurs du son de se passer complétement de sources analogiques. Bien que très intéressante, cette idée ne semble toutefois pas être d'actualité.

« *Aujourd'hui, l'abandon de l'analogique dans les enregistreurs professionnels, on en est très très loin. Je veux dire quand on voit la variété des micros analogiques, enfin je veux dire les dizaines de micros, voir les centaines, il y en a quand même pléthores. Ce choix là, cette diversité, cette richesse, elle n'est pas prête d'être remplacée par les micros numériques. »*[3]

Un tel enregistreur n'arrivera donc pas de suite sur le marché, mais tout tend vers cette direction. Des entrées AES 42 apparaissent sur tous les nouveaux enregistreurs commercialisés, les systèmes HF deviennent entièrement numériques et fournissent un signal AES/EBU, etc… Après une évolution du matériel et des habitudes, qui prendra sans doute un certain temps, il n'y a donc aucune raison pour que cela n'arrive pas.

---

[1] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

[2] Corentin Vigot, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

[3] Pascal Grillère, ingénieur logiciel pour Aaton, Grenoble, entretien du 9 novembre 2015.

Enregistrer avec des automations, plutôt qu'appliquer des traitements destructifs.

Cette idée, plus personnelle, est née suite à diverses discussions avec d'autres étudiants. Si on n'utilise pas les traitements DSP d'un microphone numérique, on peut considérer que le signal qu'il nous fournit est une version numérique du signal analogique en sortie de capsule qui n'aurait subi aucune modification. Comme en photo ou en vidéo où le signal RAW est la version numérique sans modification du signal en sortie de capteur.

Pourquoi alors appliquer des traitements ayant un effet définitif sur ce signal ? Pourquoi ne pas appliquer comme le ferait un D.I.T.[1] des traitements enregistrés sous formes de métadonnées qui sont alors modifiables un à un en post-production ?

« Je pense que ça peut être intéressant, parce que on écoute ce qu'a fait l'ingénieur du son et si d'un coup il y a un élément qui ne nous plaît pas, hop on pourrait le modifier. C'est un peu ce qui arrive entre le montage son et le mixage. C'est-à-dire au montage son, on fait des volumes, on peut faire des choses en automation, il y en a qui peuvent même faire des EQ en automation. Et effectivement, si le mixeur, d'un seul coup, ça ne lui plaît pas trop, il reprend une donnée de l'automation et tout peut aller assez vite si ils se sont mis d'accord. »[2]

Plutôt que de repartir d'un signal pré fader ou même pré gain, le monteur son pourrait alors revenir sur le ou les paramètres qui lui posent problème. Ceci demanderait évidemment un important travail entre fabricants de microphones numériques, fabricants d'enregistreurs et les éditeurs de stations audionumériques (pro-tools, Nuendo), afin de proposer un workflow[3] fonctionnel et fiable.

Un tel système ne semble donc pas prêt à voir le jour, toutefois l'idée est intéressante et serait un argument de plus en faveur des microphones numériques. Cela permettrait aux ingénieurs du son de s'exprimer pleinement tout en laissant la possibilité à l'équipe de post-production de corriger des erreurs ou des choix non adaptés aux intentions de montage son ou de mixage.

---

[1] DIT : Digital Imaging Technician. Technicien de l'équipe caméra responsable de la gestion de la colorimétrie et des données sur le plateau de tournage.

[2] Damien Guillaume, monteur son, entretien téléphonique 4 février 2016.

[3] Workflow : représentation d'une suite de tâches ou opérations effectuées par une personne, un groupe de personnes, un organisme, etc.

Conclusion.

« *Je me rappelle de cette histoire donnée par un écrivain Italien de renom qui s'appelle Roberto Echo, qui a dit cette chose toute simple qu'on peut tout-à-fait appliquer à nos métiers. Le traitement de texte a modifié l'écriture littéraire. Parce que grâce au traitement de texte on peut déplacer des blocs de texte, donc on fait attention à sa construction narrative pour pouvoir débloquer des blocs de texte, etc... Et bien on pourrait dire que les micros numériques, les enregistreurs numériques, le multipiste, ont modifié la bande sonore des films, parce que justement, il y a plus de choses qu'on entend, qu'on peut découper, qu'on peut enlever, etc…* »[1]

L'influence des technologies, et en particulier des microphones numériques, sur la fabrication de la bande son d'un film est-elle si importante en réalité ? Aux vues des éléments exposés dans ce mémoire, il semble qu'elle en ait le potentiel mais que, pour le moment, quelques défauts limitent encore son impact et la pleine exploitation des possibilités offertes par cette technologie.

En effet, effectuer une prise de son avec des microphones numériques semble de moins en moins problématique car des outils de plus en plus adaptés font leur apparition. Enregistreurs compatibles AES42 nativement, possibilité d'exploiter les micros en mode 2 (Cantar X3, DMI), Batterie Li-Po ultra longue durée, outils de gestion de la dynamique disponibles sur la plupart des enregistreurs actuels, etc...

Bien sûr quelques problèmes persistent, comme l'impossibilité d'utiliser une liaison HF avec une perche, ou encore la gestion délicate des infrabasses sans coupe bas pré convertisseur. Mais nuls doutes que les constructeurs devraient à court terme, proposer des solutions techniques à ces problèmes.

Non, la véritable question est plutôt celle de l'intérêt d'un micro numérique par rapport à un micro traditionnel dans les conditions pratiques, c'est à dire sur le terrain, avec les contraintes spécifiques de la prise de son à l'image.

Le gain le plus important semble se situer au niveau du confort d'utilisation. Moins de problèmes de passages de câble pour le perchman, possibilité de contrôler les paramètres du microphone depuis l'enregistreur pour l'ingénieur du son et assurance d'avoir un signal propre, sans souffle, buzz ou saturation. L'équipe de tournage peut alors mieux se concentrer sur d'autres points, comme le placement des microphones ou le traitement du décor.

[1] François De Morant, chef opérateur du son, Paris, entretien du 6 octobre 2015.

Au niveau de la qualité sonore, l'écart entre microphones numériques et traditionnels est plus faible. On retrouve tout de même un gain dans les détails et surtout dans la dynamique restituée. Le choix se fera donc de manière subjective, en fonction du film pour lequel est réalisée la prise de son. De part leur rendu relativement neutre, les microphones numériques sont par exemple très intéressants lorsqu'une grande fidélité à la source originale est recherchée par le chef-opérateur du son, dans le cas d'un film documentaire par exemple. Le faible niveau de souffle permet également d'enregistrer des ambiances ténues de manière détaillée ce qui n'est pas toujours possible en analogique.

Enfin, le gros avantage des microphones numériques est de retrouver cette qualité sonore quelque soit l'enregistreur utilisé. Le signal enregistré ne dépend plus d'un préamplificateur ou d'un convertisseur externe au microphone. On peut donc imaginer dans un futur proche réaliser des enregistrements de très grande qualité sans pour autant avoir un enregistreur haut de gamme. Encore faut-il que les constructeurs développent des produits plus économiques embarquant la technologie AES42. Pour cela, il va d'abord falloir faire évoluer les mentalités dans le milieu professionnel.

En effet, l'utilisation de microphones numériques ne changera pas radicalement la qualité finale de la bande sonore d'un film. Personne, dans une salle de cinéma, n'est en mesure d'entendre une différence entre un film enregistré avec des microphones numériques et un autre avec des microphones traditionnels. Toutefois, il est possible que leur utilisation entraîne des changements dans les habitudes de travail instaurées depuis l'arrivée des enregistreurs multipistes au début des années 2000.

Le simple fait de pouvoir fournir à la post-production un signal pré gain va entraîner une discussion afin de définir l'utilité d'une telle pratique. Est-ce vraiment nécessaire d'ajouter cette sécurité, a-t-on le temps, en montage parole, de repartir d'un signal absolument non modulé ? Il faudra sans doute, avant de définir un standard, trouver des réponses à ces questions, au cas par cas, en fonction des films et des différentes équipes de tournage et de post-production.

Plus qu'une véritable avancée technologique qualitative c'est bien une évolution des méthodes de post-production et une approche différente de la prise de son qui sont en jeux lorsqu'on choisit de passer au tout numérique.

Par exemple, la marque Schoeps a annoncé un nouveau corps de microphone numérique compatible avec les capsules de la série Colette, intégrant un traitement DSP permettant de diminuer les sons hors axe. Il faudra alors déterminer si l'on applique ce traitement à la prise ou si on laisse la post-production filtrer les pollutions sonores plus précisément en régie de montage ou en auditorium de mixage.

Tout reste donc à inventer et le développement de cette technologie passera obligatoirement par un dialogue entre équipes de tournage, équipes de post-production et constructeurs. Compte tenu de la volonté de faire avancer les choses et de la passion que j'ai rencontré chez chaque professionnel interviewé pour ce mémoire, je suis persuadé que d'ici quelques années, quand chacun aura partagé ses besoins et ses attentes, les microphones numériques arriveront à maturité et seront utilisés plus massivement.

Cette transition se déroulera de manière progressive et les microphones traditionnels ne vont pas disparaître au profit des microphones numériques du jour au lendemain. Comme c'est déjà le cas dans de nombreux enregistreurs, les deux technologies seront disponibles, ce qui permettra aux ingénieurs du son de tirer les avantages de chacune d'elle afin de travailler de manière efficace et cohérente par rapport aux projets auxquels ils participent. Car n'oublions pas, qu'avant d'être une course à l'armement technologique, le choix du matériel mis en œuvre par l'équipe son doit avant tout contribuer intelligemment à l'élaboration d'un film. Plus qu'une révolution technologique en soit, c'est l'utilisation réfléchie qu'en feront les chef-opérateurs du son dans les années à venir qui pourra définitivement assurer une pérennité à cette nouvelle technologie très prometteuse.

Bibliographie :

- BECKER-FOS Claudio, FLOCK Stephan, JAHNE Helmut, LANGEN Christian WERWEIN Martin et WITTEK Helmut : *White Paper : Digital Microphones and AES42*, dossier sur les microphones numériques, réalisé par des constructeurs de matériel : SCHOEPS, DirectOut, StageTec et LAWO. 11 mai 2010, 32 pages.

- BERTUCAT Antoine : *Les microphones numériques,* dossier de fin d'études, Ecole supérieure des métiers de l'image, du son et du web (EMC), réalisé en 2004, 31 pages.

- WILLETT John : *Digital Microphones – AES42 and all that*. Document issu de la 26ème conférence de l'AES au Royaume-Uni à Surrey, les 27 et 28 juin 2011, 9 pages.

- SCHNEIDER Martin : *Digital Microphones For High Resolution Audio.* Document issu de la 31éme conférence internationale de l'AES, à Londres, du 25 au 27 juin 2007, 6 pages.

- PEUS Stephan et KEM Otmar : *The Digitaly Interfaced Microphone,* Dossier présenté à la 110eme convention AES d'Amsterdam par la société Neumann, mai 2001, 11 pages.

Netographie :

- http://www.afsi.eu/compte-rendu-activite/les-micros-num%C3%A9riques-0

  LE VACON Olivier : Les micros numériques, compte-rendu de l'atelier sur les microphones numériques organisé par L'AFSI (Association Française de Son à l'image), 22 octobre 2012.

- http://www.mediakwest.com/tournage/son/item/les-microphones-numeriques-sennheiser-en-tournage.html

  STEFANI Benoit : Les microphones numériques Sennheiser en tournage, *Mediakwest*, interview de François De Morant, chef opérateur du son, 23 janvier 2013.

- https://www.neumann.com/?id=current_microphones&lang=fr

  Site du constructeur Neumann, regroupant les fiches techniques et mode d'emploi de leurs microphones numériques.

- http://fr-fr.sennheiser.com/mzd-8000

  Page du site du constructeur Sennheiser dédiée au module numérique MZD 8000, regroupant les informations techniques et le mode d'emploi de ce dernier.

- http://digital.schoeps.de/fr/products/categories/main

  Page du site du constructeur Schoeps dédiée à leurs solutions de microphones numériques, regroupant informations techniques et modes d'emploi.

Filmographie :

- *La Mante-Religieuse*, Natalis Saracco, 2014.

  François De Morant, le chef opérateur du son de ce film a réalisé les prises de son de ce dernier uniquement avec des microphones numériques Sennheiser.

- *Beijing Calling,* Olivier Richard, 2014.

  Corentin Vigot, le chef opérateur du son de ce film a réalisé les prises de son de ce film uniquement avec des microphones numériques.

Prise de contacts :

Alain Roy : dirigeant de la société Espace Concept, entreprise spécialisée dans la sonorisation de concerts. Il pratique cette activité avec des systèmes tout numérique depuis plus de dix ans, en combinant microphones numériques, tables de mixage numériques et réseaux audio numériques[1].

Axel Brisard : ingénieur application pour Sennheiser France, spécialisé dans les microphones numériques, il est chargé de leur promotion en France. Co-directeur de ce mémoire, il a grandement contribué à son développement.

François De Morant : chef opérateur du son et président de l'AFSI2, M. De Morant a été le premier en France à réaliser la prise de son d'un film uniquement avec des microphones numériques. Le son direct de La Mante-Religieuse réalisé par Natalie Saracco, puis de quelques épisodes de la série Soda, a ainsi été enregistré avec les microphones numériques Sennheiser de la série MKH 8000. Il a aujourd'hui cessé de les utiliser car bien qu'étant ravi de la qualité sonore obtenue avec ces microphones, il était toutefois déçu de l'ergonomie et de l'efficacité des outils disponibles à l'époque pour les utiliser.

Corentin Vigot : chef opérateur du son, M.Vigot a réalisé les prises de son de plusieurs documentaires uniquement avec des microphones numériques. Pour lui, pas de doute sur les qualités de ces microphones et il en utilise dès qu'il en a l'occasion.

Arnaud Julien : chef opérateur du son, M Julien a été l'un des premiers a tester le couple Cantar X3 /série Sennheiser MKH 8000 avec module numérique MZD 8000.

Pascal Grillère : ingénieur logiciel pour Aaton, M. Grillère est responsable de toute la partie software du nouveau Cantar X3. Il m'a présenté cette nouvelle machine et la façon dont il a intégré la norme AES42 dans cette dernière. Avec le Cantar X3, arrive enfin le premier enregistreur capable de contrôler entièrement un microphone numérique.

---

[1] Système permettant la transmission de données audio en temps réel entre plusieurs machines connectées sur un réseau informatique.

[2] Association Française du Son à l'Image.

Franck Hervouet : responsable d'exploitation dans la société de location Tapages & Nocturnes, M. Hervouet s'efforce de proposer de nouveaux produits en adéquation avec les besoins de ses clients. Bien que, les microphones numériques, au catalogue de Tapages depuis environ 10 ans ne rencontrent pas un franc succès auprès des chefs opérateurs du son, cela a permis à quelques curieux dont François De Morant de découvrir les microphones numériques.

Damien Guillaume : monteur son ayant une grande expérience en montage parole.

Visite au salon SATIS 2016 :

Salon de l'audiovisuel où étaient présentés de nombreux produits dont certains liés aux microphones numériques : enregistreurs compatibles AES 42, systèmes HF numériques et microphones numériques. Ce salon a été l'occasion de rencontrer les personnes suivantes :

Michel Pierre : dirigeant de la société Areitec, avec qui j'ai échangé à propos des microphones numériques, il m'a informé que la marque Schoeps allait étendre sa gamme de microphones numériques d'ici 12 à 18 mois, avec une version numérique de la série Colette.

Philippe Chenevez : dirigeant de la société Cinela, M. Chenevez est pour beaucoup le créateur des meilleures suspensions et bonnettes de microphones au monde. Ses produits sont directement concernés par l'absence de filtre coupe bas analogique dans les microphones numériques.

Cyril Chaigne : directeur technique de la société VDB audio, il présentait les nouveaux HF numériques de la marque Audio Limited.

Résumé :

Après quelques essais à la fin des années 90, la technologie des microphones numériques se développe réellement à partir de 2001 et la mise en place d'une norme régissant leur fonctionnement : la norme AES 42.

Suite à des débuts difficiles en tournage, presque tous les outils nécessaires à leur utilisation en prise de son à l'image semblent disponibles actuellement, mais qu'apportent-ils réellement par rapport à des microphones traditionnels ?

Les ingénieurs du son devront déterminer, en collaboration avec les équipes de post-production, en quoi l'utilisation de cette technologie peut apporter une plus-value à la bande sonore d'un film.

Mots-Clés : microphones numériques, prise de son, qualité sonore, dynamique, AES 42, ergonomie, goûts, pertinence.

Abstract :

After some tries at the end of the nineties, digital microphones technology really start in 2001 and the establishment of a standard regulating how they work : the AES 42 standard.

The firsts steps were hard for those microphones on the production sound recording world. But today, all the necessary tools seem to be available to use them on this area. But what are the advantages compared to traditional microphones?

Production sound mixers have then to determine, with the collaboration of the post-production teams, why this technology can increase the quality of film's sound tracks.

Key Words: digital microphones, production sound recording, sound quality, dynamic range, AES 42, ergonomics, tastes, relevance.