

**BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL
OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET
EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS**

**PHYSIQUE ET TECHNIQUE
DES ÉQUIPEMENTS ET SUPPORTS - U3**

SESSION 2024

—————
Durée : 6 heures
Coefficient : 4
—————

Matériel autorisé

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

Le candidat doit gérer son temps en fonction des recommandations ci-dessous :
- traiter la partie 1 relative à la technologie des équipements et supports pendant une durée de 3 heures ;
- traiter la partie 2 relative à la physique pendant une durée de 3 heures.
Les parties 1 et 2 seront rendues sur des copies séparées et ramassées à la fin de l'épreuve de 6 heures.

Documents techniques : DT 1 (page 20) à DT 16 (page 33).

Document réponse à rendre avec la copie :

DR 1 page 34

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 34 pages, numérotées de 1/34 à 34/34.**

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL - OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS		Session 2024
PHYSIQUE ET TECHNIQUE DES ÉQUIPEMENTS ET SUPPORTS - U3	24MVPTSE	Page 1 sur 34

SOMMAIRE

Documents techniques DT :

DT 1	Synoptique simplifié de production	page 20
DT 2	Kahuna 9600 1/2	page 21
DT 3	Kahuna 9600 2/2	page 22
DT 4	Retard des signaux	page 23
DT 5	Serveur Dalet Brio	page 24
DT 6	Fichier Extract Orad	page 25
DT 7	HDVG Orad 1/2	page 26
DT 8	HDVG Orad 2/2	page 27
DT 9	Extrait du dispositif connecté à Cerebrum.....	page 28
DT 10	Spécifications Techniques de Cerebrum.....	page 29
DT 11	Exemples de Protocoles pris en charge par Cerebrum	page 30
DT 12	Configuration de la GPI Box	page 31
DT 13	Fichiers Log 1 et Log 2 analysés et remontés par Cerebrum	page 31
DT 14	Caractéristiques de l'objectif Fujinon HA14x4.5BERD-S.....	page 32
DT 15	Diagramme de réponse en fréquence suivant l'axe de diffusion Enceinte amplifiée GENELEC 8030.....	page 32
DT 16	Comparaison d'efficacité spectrale Nolvetsat.....	page 33

Documents à rendre avec la copie :

DR 1	Comparaison de deux protocoles	page 34
------	--------------------------------------	---------

PRÉSENTATION DU THÈME D'ÉTUDE

Dans le cadre des émissions en directs dédiées au football comme « Europa League », RMC Sport réalise une production en réalité augmentée (RA) comprenant des intervenants et des murs d'images intégrés dans un décor virtuel dynamique. Les images des événements et des rencontres sportives ainsi que des reportages sur les clubs et les joueurs sont diffusées sur des écrans réels et/ou sur des écrans virtuels intégrés numériquement à l'image.



Les intervenants et certains éléments du décor sont filmés en direct en multi caméra sur un plateau de 200 m², devant un fond d'incrustation et/ou des murs d'écrans. Les différents flux sont combinés avec les images de synthèse, les images sont redimensionnées et des multi-incrustations sont réalisées en temps réel.



Données techniques de la production

Le format de diffusion de l'émission est le 1080/50i.
Le format pivot utilisé au sein de la chaîne est l'AVC Intra 50 1440 x 1080.
Pour les publicités, on a retenu le XDCAM HD422 1920 x 1080.
Les fichiers Proxys sont en 4Mb/s SD 720 x 576 H264 25i.

Configuration générale de la production

Le schéma synoptique de la régie vidéo figure en **DT 1**.

Le plateau d'une surface de 200 mètres carré est éclairé par un ensemble de projecteurs de technologies LED.

Les prises de vues sont effectuées par 8 caméras Sony HDC-4300 ou P43 installées sur des têtes robotisées Ross VR600 et une grue TechnoCrane T22.
Afin de réaliser les incrustations sur fond vert, les signaux vidéos des caméras sont transmis aux incrustateurs Ultimatte.

Une solution Orad HDVG pilotée par Orad Maestro permet de fournir au mélangeur les flux intégrant la réalité Augmentée (RA) et le décor virtuel, ainsi que les flux destinés aux murs d'images.

Lors d'une soirée d'Europa League, 12 matchs ont lieu simultanément. La réalisation de l'émission consiste en un multiplex permettant de suivre simultanément deux matchs en direct, de diffuser des sujets (reportages ou documentaires) ou des extraits de match via deux serveurs de diffusion Spectrum X et de revoir des images ralenties à l'aide d'un serveur LSM.

Quatre flux vidéos + audios multiplexés sont réceptionnés et enregistrés sur un serveur Dalet Brio pour chaque match.

Tous les habillages tels que Synthés, Ticker, bandeau d'informations et Logo sont mis en œuvre via une solution Viz Trio.

La commutation des sources et les trucages en direct font appel à un mélangeur Kahuna 9600.

La gestion et le pilotage de certains équipements est confiée à une solution informatique EVS Cerebrum.

L'aiguillage de tous les flux est confié à une grille décentralisée Riedel Mediornet.

Les sources extérieures sont acheminées via des moyens divers, tels que des liaisons 4G/5G avec des Aviwest, des transmissions satellite avec des IRD ainsi que de la fibre optique.

Le mixage audio en direct des sources est réalisé avec une console Studer V associé à une Stage Box et une grille audio.

Les microphones utilisés sur le plateau sont des Senneheiser MKE40 associés à des émetteurs Shure ULXD1 et des récepteurs récepteur Shure LXD4Q.

La transmission de certains flux audio est confiée à une solution Aeta Scoop 5S.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL - OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS		Session 2024
PHYSIQUE ET TECHNIQUE DES ÉQUIPEMENTS ET SUPPORTS - U3	24MVPTESE	Page 4 sur 34

1. RÉALISATION DE L'ÉMISSION

Le mélangeur vidéo Kahuna 9600 reçoit des liaisons HD-SDI et est équipé de 4 M/E.

Problématique : identifier et vérifier l'efficacité des solutions mises en œuvre pour réaliser l'émission et assurer la continuité de l'antenne quelques soient les causes possibles de dysfonctionnement.

Les questions font référence aux documents techniques **DT 1, DT 2, DT 3 et DT 4.**

1.1. Étude des caractéristiques du mélangeur

- 1.1.1. **Vérifier** dans la documentation que le mélangeur répond aux exigences de production concernant le format image et la cadence image.
- 1.1.2. **Relever** le débit brut de la liaison HD-SDI. **Calculer** le débit vidéo net de la liaison.
- 1.1.3. Le synoptique simplifié de production laisse apparaître une liaison HD-SDI entre le mélangeur et la console son. **Justifier** l'intérêt de cette liaison dans le cas de la lecture d'un clip depuis le mélangeur.
- 1.1.4. Le mélangeur vidéo possède deux types de Keyer. **Relever** les informations relatives à ces Keyer. **Préciser** quels Keyer seront utilisés lors de l'incrustation des Synthés, Ticker, Bandeaux d'informations et Logos.

1.2. Étude des solutions techniques et réglages d'exploitation

- 1.2.1. La régie finale dispose d'une boucle de secours que la régie de production peut néanmoins déclencher manuellement. **Définir** succinctement son rôle.
- 1.2.2. À l'aide du synoptique de Production, **relever** et **identifier** les équipements contribuant à assurer la continuité de l'antenne en cas de panne grave sur le mélangeur.
- 1.2.3. La génération du décor virtuel induit un délai non négligeable de plusieurs images selon les équipements employés. **Préciser** la cause de ce retard. **Relever** la valeur du retard à appliquer vis-à-vis du système Orad HDVG. **Déterminer**, en nombre d'images, la plage maximale de retard applicable sur le signal vidéo, via la grille Riedel.
- 1.2.4. Dans certains cas particuliers, il est nécessaire d'effectuer une correction de délai de l'ordre de quelques pixels. **Relever** la valeur maximale de correction au pixel près. **Calculer** en microsecondes la plage maximale de correction.
- 1.2.5. La réalisation des incrustations en chrominance est effectuée à l'aide d'Ultimatte, en lieu et place des incrustations réalisables avec le Kahuna 9600. **Citer** au moins un avantage d'utiliser un équipement dédié.

2. ENREGISTREMENT ET SÉCURISATION DES FLUX DES MATCHS

Les flux en provenance de chaque stade sont transmis via différents moyens (fibre, IRD, ...) jusqu'à la chaîne. Pour une soirée d'Europa League comprenant douze matchs, la chaîne réceptionne et enregistre quatre flux par matchs.

Problématique : vérifier que les solutions de stockage utilisées lors de la réception des flux en provenance des stades permettent d'enregistrer et de sécuriser l'intégralité des médias.

Les questions font référence aux documents techniques **DT 5**.

2.1. Étude des caractéristiques des serveurs Dalet Brio

- 2.1.1. **Vérifier** que les serveurs Dalet Brio prennent bien en charge les codecs utilisés par la chaîne.
- 2.1.2. Les serveurs peuvent générer des fichiers proxys au fur et à mesure de l'acquisition des flux extérieurs. **Définir** leur rôle et **relever** les caractéristiques des proxys. **Déterminer** s'il est nécessaire de les mettre en œuvre dans la configuration d'exploitation.
- 2.1.3. **Relever** les tailles des disques proposés par le constructeur. **Préciser** l'intérêt d'utiliser des disques de taille moyenne, en cas de défaillance d'un des disques contenant des médias.
- 2.1.4. On rappelle que chaque match dure 90 minutes, que les prolongations durent 30 minutes et que la séance de tir au but n'excédera pas 20 minutes. **Calculer** l'espace de stockage occupé par les médias vidéo de tous les matchs, sans tenir compte ni des modes de redondances proposés, ni des fichiers proxys.
- 2.1.5. **Expliquer** le principe de la redondance utilisée pour le stockage des médias. **Justifier** son intérêt.
- 2.1.6. On suppose que la chaîne a choisi une configuration avec des disques de 146 Go et que le mode de redondance consomme environ vingt pour cent des ressources de l'espace de stockage. **Calculer** la durée de stockage maximale pour un serveur, dans le cas où on enregistre des médias ayant un débit vidéo de 50 Mb/s. On considère qu'il n'y a pas de disques « Hot Spare ». **Vérifier** que votre résultat est cohérent avec la durée annoncée par le constructeur.
- 2.1.7. D'autres types d'informations sont enregistrées dans les disques des serveurs destinés aux médias. **Citer** deux autres types d'informations.
- 2.1.8. Le constructeur précise que les serveurs fonctionnent en mode FiFo. **Rappeler** succinctement le principe de ce mode.

3. ÉTUDE DU SYSTÈME ORAD HDVG POUR LA RA ET L'ENVIRONNEMENT VIRTUEL

La gestion des écrans et murs d'images virtuels ainsi que du décor en RA s'appuient sur une solution Orad HDVG Wall. Les serveurs Engine possèdent des caractéristiques technologiques différentes permettant de définir deux domaines d'utilisation avec le moteur de rendu.

Domaine 0 : Render Engine, utilisé par le mur d'images.

Domaine 1 : Unreal Engine, utilisé pour la RA.

Le positionnement des caméras se fait par rapport à des points physiques (X, Y et Z), afin de définir leur position dans l'espace et de tenir compte de leurs déplacements qui sont réalisés par des têtes robotisées Ross VR600.

Une grue TechnoCrane T22 permet de réaliser des mouvements spécifiques.

Le pilotage des serveurs est effectué par le logiciel Maestro.

Problématique : vérifier que les ressources systèmes permettent de répondre aux exigences de réalisation et de truage.

Les questions font référence aux documents techniques **DT 6, DT 7, DT 8.**

3.1. Étude des caractéristiques des serveurs Engine

3.1.1. À partir du fichier Extract **DT 6**, relever les caractéristiques techniques suivantes : quantité de RAM, type de processeur, type d'OS et de carte graphique.

Rappeler succinctement le rôle de ces différents éléments.

En déduire le modèle de serveur Engine HDVG analysé.

3.1.2. **Relever** les principales différences entre les deux configurations. **Déterminer** laquelle est la plus puissante.

3.1.3. **Donner** un avantage d'utiliser le même client Maestro TX pour les Domaines 0 et 1, en supposant qu'une prise de vues sur le plateau comprend à la fois le décor virtuel, la RA et le mur d'images.

3.1.4. **Citer** deux informations complémentaires à la position (appelées points physiques) des têtes, dont a besoin le système afin de réaliser un rendu du décor virtuel ou de la RA en fonction du champ cadré par une caméra.

3.1.5. Orad recommande de définir au minimum 8 points physiques lors de l'utilisation d'un Mur d'images et de sélectionner la valeur maximum de points lors de l'utilisation d'une grue. **Justifier** l'intérêt de disposer davantage de points lors de l'utilisation de la grue.

3.1.6. Les têtes Ross VR600 transmettent leurs informations de positionnement sous forme de Meta-Données en mode Unicast ou Multicast. **Rappeler** succinctement le principe des modes Unicast et Multicast.

3.1.7. Les informations de positionnement des têtes Ross VR600 sont véhiculées via une trame UDP. **Rappeler** la signification de UDP **Préciser** la raison pour laquelle on utilise un protocole UDP à la place d'un TCP/IP.

3.1.8. La grue Technocrane T22 ne dispose pas de port Ethernet mais d'un port RS-232. **Relever** dans la documentation du serveur Engine, le nom du port à utiliser pour réceptionner les informations de positionnement. **Déterminer** le nombre de grues T22 que l'on peut ainsi gérer sur un serveur Engine.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL - OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS		Session 2024
PHYSIQUE ET TECHNIQUE DES ÉQUIPEMENTS ET SUPPORTS - U3	24MVPTESE	Page 7 sur 34

3.1.9. Pour la RA, Orad propose de faire fonctionner les serveurs Engine, soit en associant un serveur de rendu à chaque caméra, soit en travaillant avec deux serveurs connectés alternativement.

Donner les avantages et les inconvénients de ces deux solutions.

Préciser laquelle est la plus adaptée à la situation de production. **Justifier**.

3.1.10. La solution VDI40 d'Orad permet d'insérer des MetaDonnées dans la liaison HD-SDI permettant d'identifier chaque caméra (Cam1, Cam2, ...) afin que lors d'une commutation les flux d'habillage soient également commutés.

Déterminer le nombre de VDI40 à prévoir pour l'émission. **Préciser** dans quelle partie du signal vidéo les MétaDonnées sont insérées.

4. ÉTUDE DU SYSTÈME CEREBRUM CONNECTÉ AUX ÉQUIPEMENTS

La quasi-totalité des équipements de la chaîne est interconnectée avec une solution informatique Cerebrum qui assure le pilotage de la plupart des équipements et la remontée d'informations via des fichiers Log.

Une partie du dispositif utilisé par la chaîne est représentée sur le **DT 9**.

Problématique : vérifier que Cerebrum permet de superviser les fonctions des équipements.

Les questions font référence aux documents techniques **DT 9, DT 10, DT 11, DT 12 et DT 13**.

4.1. Étude des spécifications du système

4.1.1. Relever les deux types de liaison qu'utilise Cerebrum pour piloter et éventuellement communiquer avec les équipements. **Préciser** succinctement les possibilités ou les limitations de ces deux liaisons.

4.1.2. Expliquer l'intérêt d'utiliser Cerebrum pour assurer le pilotage des équipements.

4.1.3. Déterminer le rôle de la GPIO Box située au centre du dispositif dont un exemple de configuration est donné en DT12.

4.1.4. À partir des fichiers Log 1 et Log 2 fournis en DT 12 et DT 13, expliquer succinctement un événement, de chaque fichier Log remontés par Cerebrum.

4.2. Étude de la configuration réseau utilisée par Cerebrum

4.2.1. La gestion des équipements de la chaîne par Cerebrum a conduit à la création de VLAN différents par famille d'équipements.

Justifier ce choix, et **préciser** l'intérêt d'utiliser des VLAN plutôt que des LAN.

4.2.2. Les flux utilisant la transmission satellite sont décodés par des décodeurs (IRD). La gestion de ces-derniers est assurée au moyen d'un VLAN. La chaîne met en œuvre 60 IRD.

L'adresse du premier IRD est 192.168.10.1/26.

Calculer le masque de sous-réseau, l'adresse réseau, l'adresse de diffusion, la dernière adresse des IRD.

4.2.3. La chaîne souhaite installer 35 IRD supplémentaire. **Calculer** le masque de sous-réseau le plus restrictif à mettre en œuvre. **Justifier**.

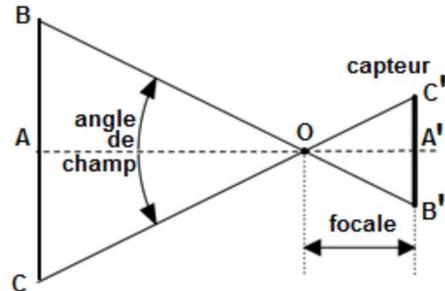
BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL - OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS		Session 2024
PHYSIQUE ET TECHNIQUE DES ÉQUIPEMENTS ET SUPPORTS - U3	24MVPTESE	Page 8 sur 34

PARTIE 2 - PHYSIQUE

FORMULAIRE

Optique géométrique

Angle de champ : $\alpha = 2 \times \tan^{-1} \left(\frac{B'C'}{2 \times f'} \right)$



Acoustique en champ libre

Pression acoustique efficace de référence : $P_{réf} = 1.10^{-12} \text{ W}$

Intensité acoustique de référence : $I_{réf} = 1.10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

Intensité acoustique : $I = \frac{P_a}{4\pi r^3}$

Niveau de pression : $L = 20 \cdot \log \frac{P}{P_{réf}} = 10 \cdot \log \frac{I}{I_{réf}}$

$$L_2 = L_1 + 20 \cdot \log \frac{d_1}{d_2}$$

Ligne de transmission

Célérité de la lumière : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Vélocité d'une impulsion dans un câble : $V(\%) = \frac{c_{\text{câble}}}{c_{\text{vide}}}$

Coefficient de réflexion : $\rho = \frac{u_r}{u_i} = \frac{Z_r - Z_c}{Z_r + Z_c}$

Débit utile en transmission satellite : $D_u = D_b \cdot \eta_c \cdot RC$

Efficacité spectrale : $\eta = \frac{D_u}{B_p}$

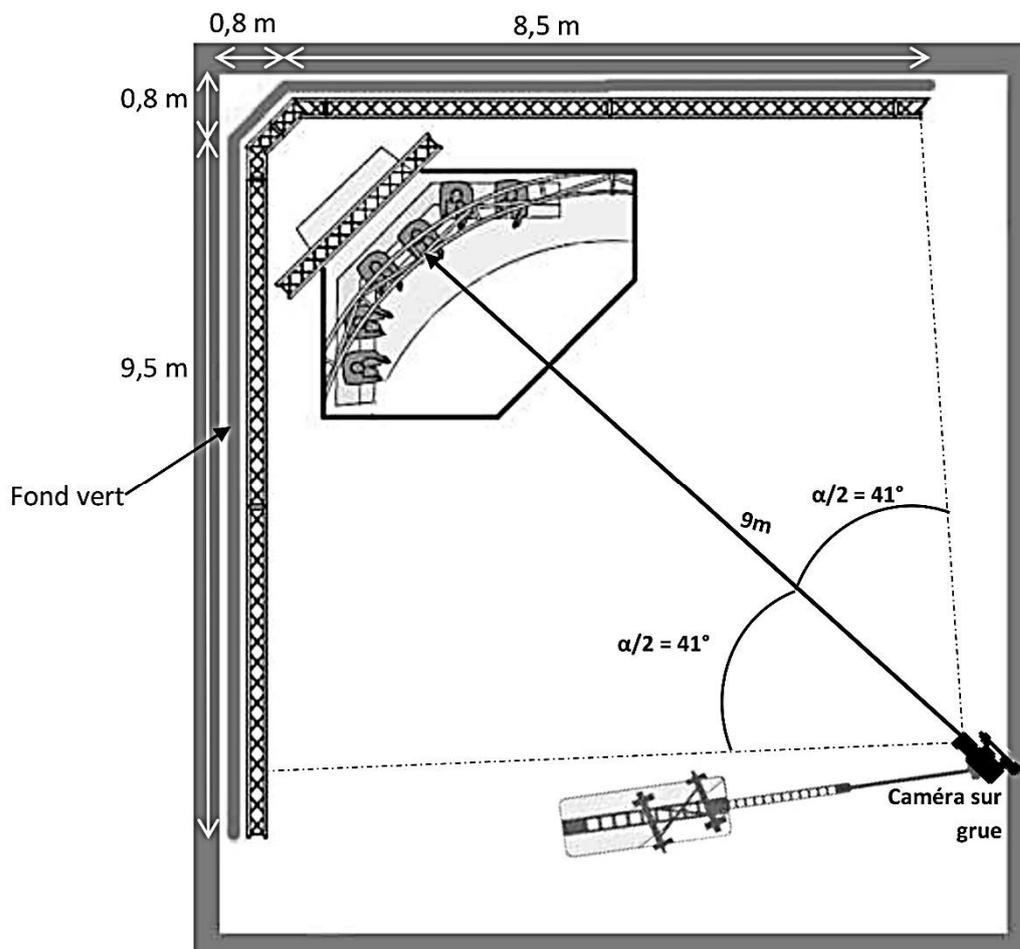
1. ÉTUDE DE L'OBJECTIF DE LA CAMÉRA SUR GRUE

Problématique : la technicienne vérifie que l'objectif Fujinon HA14x4.5BERD-S permet de réaliser le plan large demandé par le réalisateur qui souhaite que les images de réalité augmentée soient incrustées.

Plan caméra sur grue :



Schéma d'implantation de la caméra sur grue :

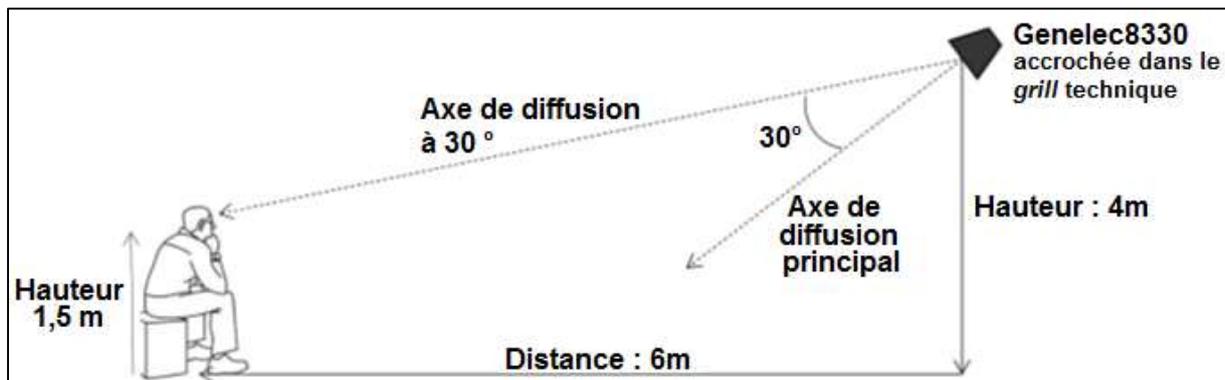


On assimile l'objectif au modèle simplifié d'une lentille convergente mince utilisée dans les conditions de Gauss. On suppose que la position du capteur se situe approximativement dans le plan focal image de l'objectif. Le système étudié (plan filmé - objectif - capteur) est un système centré. La taille de l'image du plan sur le capteur 2/3" est de 9,6 mm de large sur 5,4 mm de haut.

- 1.1. **Relever sur le DT 14** les focales extrêmes f'_{min1} et f'_{max1} de l'objectif sans multiplicateur de focale.
- 1.2. **Relever** les focales extrêmes f'_{min2} et f'_{max2} de l'objectif avec multiplicateur de focale.
- 1.3. Avec la focale $f'_{min1} = 4,5$ mm, **calculer** la largeur L du plan réalisé par la caméra sur grue. On rappelle que la caméra est située à 9 m du sujet filmé.
- 1.4. **Montrer que** la valeur de l'angle de champ horizontal α_h est voisine de 93° et **comparer** cette valeur à celle donnée dans le **DT 14**.
- 1.5. **Expliquer** pourquoi le fond vert n'occupe pas tout l'arrière-plan image dans cette condition de prise de vue.
- 1.6. **Calculer** la focale f_v qui permettra au réalisateur d'obtenir le fond vert sur tout l'arrière-plan image. **Conclure**.

2. SONORISATION DU PLATEAU

Problématique : le technicien règle le niveau de tension en dBu que doit délivrer l'enceinte Genelec 8330 fixée sur le Grill du studio pour que le niveau sonore soit de 90 dB pour les invités installés sur les fauteuils.



L'enceinte amplifiée GENELEC 8330 délivre $100 \text{ dB}_{\text{SPL}}$ à 1 m pour un niveau de signal d'entrée de -6 dBu. On étudie l'émission d'un son de fréquence $f = 2$ kHz.

- 2.1. **Calculer** la distance d entre la source et l'oreille de l'auditeur.
- 2.2. **Déterminer** à partir du **DT 15** pour la fréquence $f = 2$ kHz l'atténuation A en dB due à l'angle de 30° entre l'axe principal et l'axe de diffusion en direction de l'auditeur.
- 2.3. **Calculer** le niveau sonore L_1 à 1 m de l'enceinte selon l'axe de diffusion à 30° lorsque le niveau d'entrée de l'enceinte est de -6 dBu.
- 2.4. **Déterminer** le niveau sonore du champ direct L_d délivré par cette enceinte au niveau de l'oreille de l'auditeur.

L'enceinte 8330 sert pour la diffusion sur le plateau des jingles et virgules sonores.

- 2.5. Calculer** le niveau de tension d'entrée L_e en dBu que le technicien doit appliquer pour que le niveau sonore soit de 90 dBspl à l'emplacement de l'auditeur.

3. TRANSMISSION VIDÉO ENTRE LE PLATEAU ET LE NODAL

Problématique : la technicienne doit choisir un support de transmission pour transmettre des informations du plateau au nodal.

La distance entre les sites est de 300 m. Le débit nécessaire est de 1 Gbps.

Les supports de transmission à la disposition de la technicienne sont :

- un câble à paires torsadées de catégorie 6 A,
- une fibre multimode 1 310 nm.

Le câble à paires torsadées possède 4 paires. La rapidité de modulation de chaque paire torsadée est de $R = 125$ MBd (Méga symbole par seconde).

Les symboles transmis à chaque cycle d'horloge sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Symbole	11	10	01	00
Niveau du signal de ligne	-2A	-A	+A	+2A
A	0,5 V			

L'atténuation du câble à paires torsadées est de 19 dB pour 100 m.

La fibre optique multimode de longueur d'onde 1310 nm transmet un débit binaire total D_{TF} de 1,25 Gbps.

Le codage des données utilisé dans la transmission est le codage 8B/10B qui consiste à transmettre 10 bits au total pour chaque paquet de 8 bits de données utiles.

L'atténuation de la fibre est de 1,6 dB par km.

3.1. Étude du câble à paires torsadées

- 3.1.1. Déterminer** le nombre n de bits transmis par symbole.
- 3.1.2. En déduire** le débit binaire D_p transmis par une paire torsadée.
- 3.1.3. Déterminer** le débit utile D_{UC} du câble constitué des 4 paires torsadées qui transportent simultanément les données.
- 3.1.4. Calculer** l'atténuation A_c dans le câble à paire torsadée.

3.2. Étude de la fibre optique

- 3.2.1. Calculer** le débit utile D_{UF} de la fibre.
- 3.2.2. Calculer** l'atténuation A_F de la fibre.

- 3.3. Utiliser** les questions 3.1 et 3.2 pour déterminer le support de transmission que la technicienne doit choisir.

4. TEST DE LA TRANSMISSION ENTRE L'ANTENNE ET LE DÉMODULATEUR

Lors du plateau, un direct est organisé pour recueillir les impressions d'un joueur. Les informations numériques issues de la transmission par satellite sont réceptionnées par une antenne parabolique et transmises à un démodulateur Novelsat NS2000.

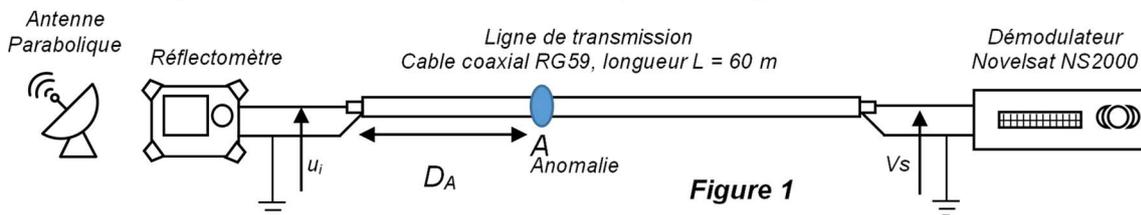
Problématique : après des travaux d'entretien, une anomalie sur la ligne de transmission entre l'antenne parabolique de réception et le démodulateur est constatée. Le technicien est chargé de localiser et déterminer la nature de l'anomalie.

Afin de tester le câble le technicien utilise un réflectomètre.

Une impulsion électrique u_i est émise à une extrémité du câble par le réflectomètre (voir figure ci-dessous).

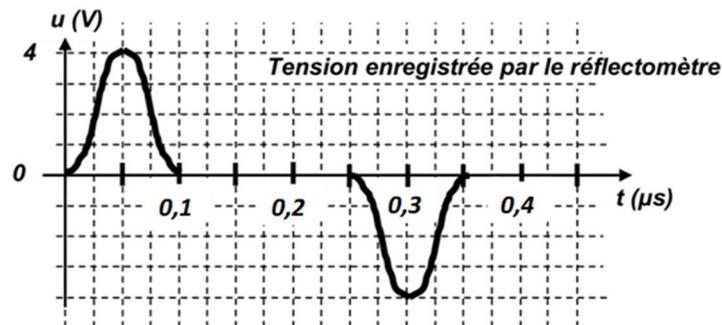
S'il existe une discontinuité en un point A du câble situé à une distance D_A , l'onde incidente u_i se décompose en une onde transmise u_t et une onde réfléchie u_r .

La célérité C_c de l'onde réfléchie est la même que celle de l'onde incidente. Elle revient à l'extrémité d'injection au bout d'une durée t_A et après avoir parcouru la distance $2D_A$.



On suppose que la ligne est sans perte.

Le résultat simplifié de la mesure réalisée par le réflectomètre est donné ci-dessous.

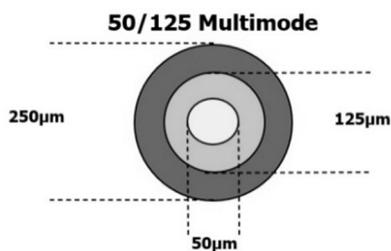
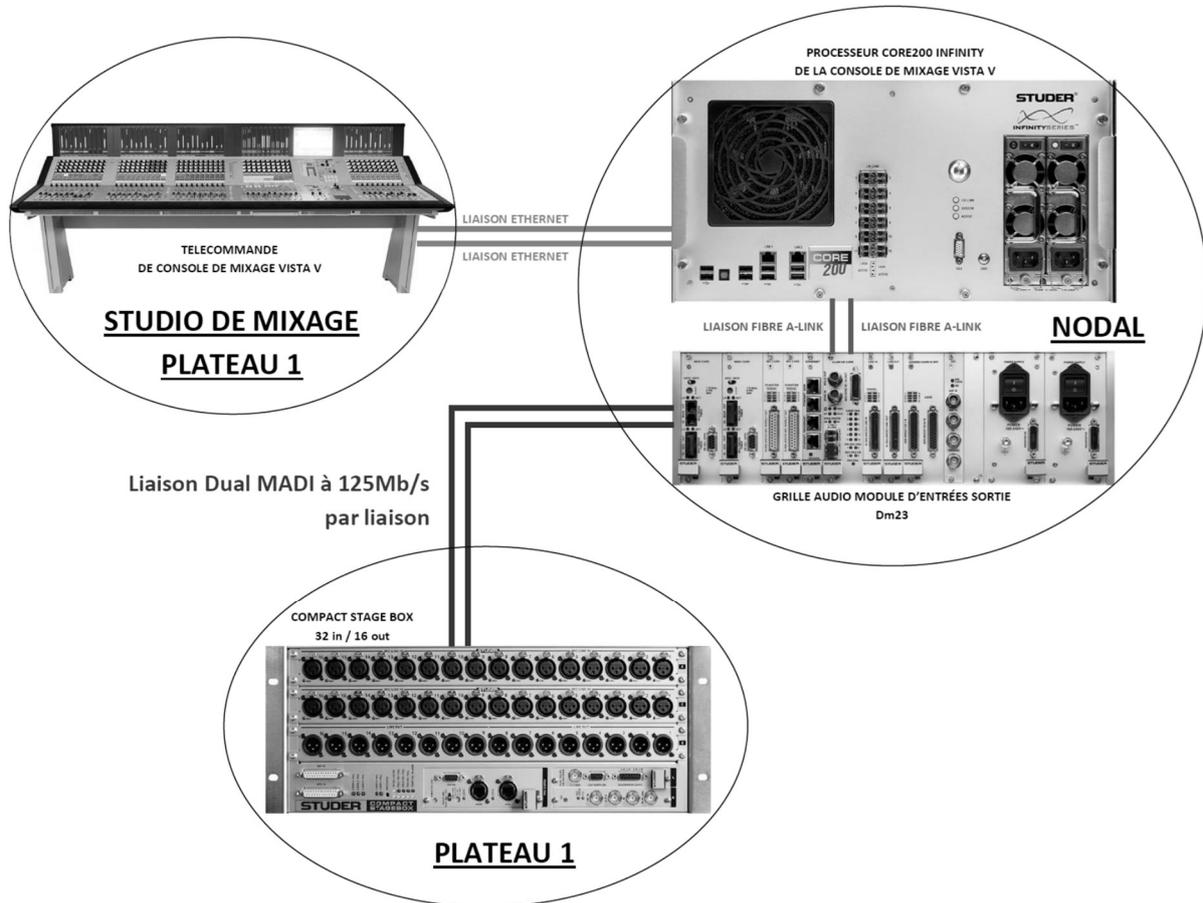


Le câble coaxial qui relie l'antenne et le démodulateur a une impédance caractéristique $Z_c = 75 \Omega$ et une célérité $V(\%) = 80 \%$.

- 4.1. **Déterminer** la célérité de l'onde dans le câble coaxial, C_c .
- 4.2. **Identifier** à partir du diagramme ci-dessus l'impulsion incidente u_i et l'impulsion réfléchie u_r .
- 4.3. **Relever** les valeurs crêtes des tensions U_{ci} et U_{cr} des impulsions incidente et réfléchie.
En déduire le coefficient de réflexion ρ ainsi que le type d'anomalie du câble coaxial.
- 4.4. **Relever** l'intervalle de temps Δt entre l'émission de l'impulsion incidente et la réception de l'impulsion réfléchie. **En déduire** la distance D_A à laquelle se trouve l'anomalie.

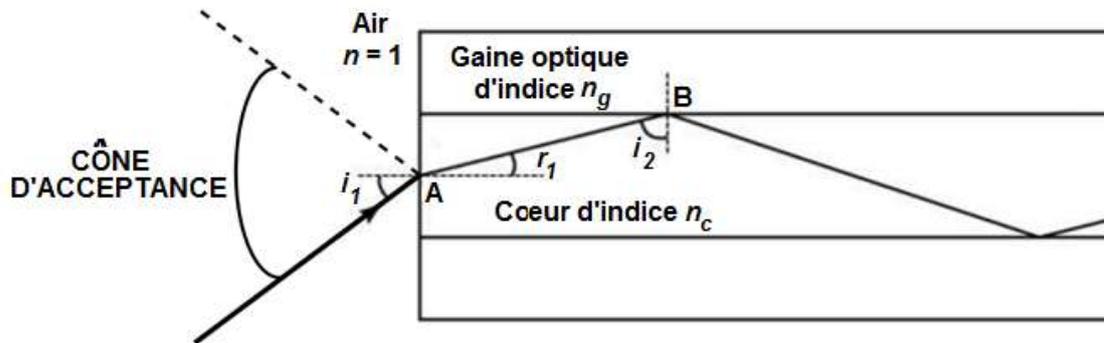
5. LIAISON FIBRE OPTIQUE

Problématique : le technicien souhaite justifier le choix d'une fibre optique multimode 50/125 μ pour relier la carte MADI du rack audionumérique Dm23 présente dans le nodal des studios Altice et le Stagebox présent sur le plateau n°1, tous deux distants d'une longueur de fibre optique de 500 m. La transmission doit répondre à la norme MADI dont le débit est de 125 Mbit/s.



La liaison fibre optique MADI entre le rack audionumérique Dm23 et le Compact Stagebox a un débit de 125 Mb/s. Cette fibre optique est une fibre multimode dont le cœur fait 50 μ m de diamètre et la gaine optique 125 μ m. Elle est alimentée par un signal MADI transportant 64 canaux AES émis par un laser de longueur d'onde $\lambda = 1\ 300\text{ nm}$.

En représentant une coupe verticale sur la longueur de la fibre, le schéma suivant est obtenu, sur lequel un des deux rayons extrêmes délimitant le cône d'acceptance de la fibre a été tracé.

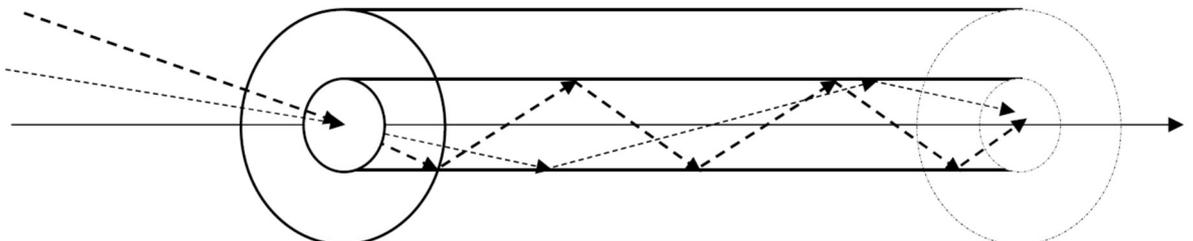


Le cône d'acceptance correspond à la zone dans laquelle tout rayon incident traversera la fibre.

Le constructeur donne pour cette fibre son ouverture numérique $ON = 0,2$ et l'indice du cœur $n_c = 1,477$. On donne la relation $ON = \sqrt{(n_c^2 - n_g^2)} = \sin(i_1)$

5.1. Montrer que l'indice n_g de la gaine optique vaut $n_g = 1,463$.

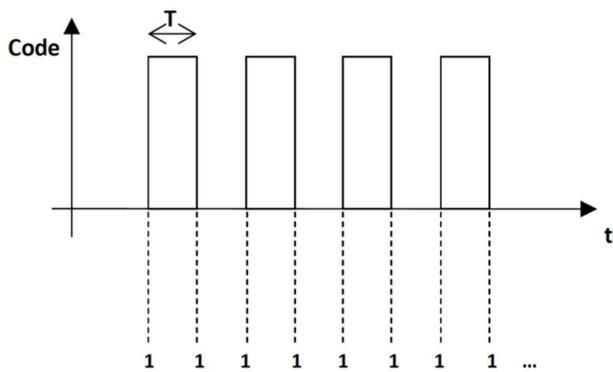
Les rayons peuvent se propager dans une fibre de longueur L selon plusieurs modes qui correspondent chacun à un angle d'incidence i_1 différent. On appelle ce phénomène la **dispersion intermodale**. Le schéma ci-dessous met en évidence le trajet d'un rayon selon 3 modes, le plus court étant le rayon représenté en trait plein.



5.2. Pour une longueur L de fibre, exprimer le temps t_0 de trajet de la lumière le plus court dans le cœur de la fibre, en fonction de L , c et n_c . On rappelle que c est la vitesse de la lumière dans le vide.

On donne l'expression du temps t_m de trajet de la lumière le plus long dans le cœur de la fibre : $t_m = t_0 \cdot \frac{n_c}{n_g}$

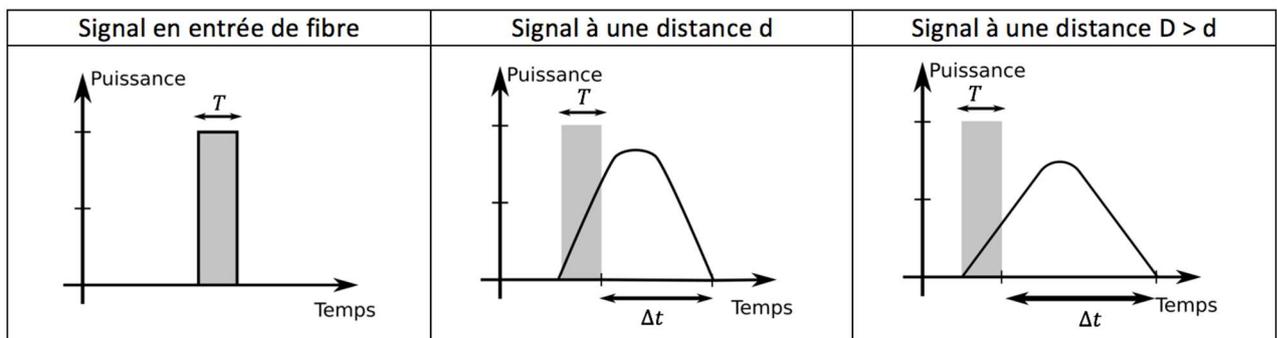
5.3. Calculer t_m et t_0 pour une longueur de fibre optique $L = 40$ m.



Le signal numérique MAD1 transporté est codé en NRZi. "1" binaire est alors codé par un changement d'état du signal. Dans le cas le plus défavorable de la transmission, la dispersion intermodale entraîne un étalement du signal qui peut générer de fausses informations binaires, c'est-à-dire une suite de 1 binaire.

Ce cas correspond à suite d'impulsions lumineuses de durée T (durée d'un bit).

Les schémas ci-dessous illustrent ce phénomène d'étalement, la courbe en trait plein représente le signal reçu, le rectangle grisé représente l'impulsion qui aurait dû être idéalement reçue en bout de fibre :



La condition pour décoder correctement le signal en bout de fibre est :

$$\Delta t \leq 0,25 \times T \quad \text{avec} \quad \Delta t = t_m - t_0$$

5.4. Calculer Δt .

5.5. Pour le signal MAD1 de débit 125 Mbits/s, **calculer** la durée d'une impulsion T . **Justifier** le choix de cette fibre optique.

6. MODULATION NUMÉRIQUE

La transmission et la réception des données numériques sont effectuées à l'aide du modulateur Novelsat NS1000 et du démodulateur Novelsat 2000.

Problématique : la technicienne de transmission satellite est chargée de choisir un protocole de transmission et la modulation numérique associée la moins coûteuse pour un débit utile d'environ 60 Mbps.

Les questions font référence au document technique **DT 16**.

On utilisera le document réponse **DR 1 à rendre avec la copie**.

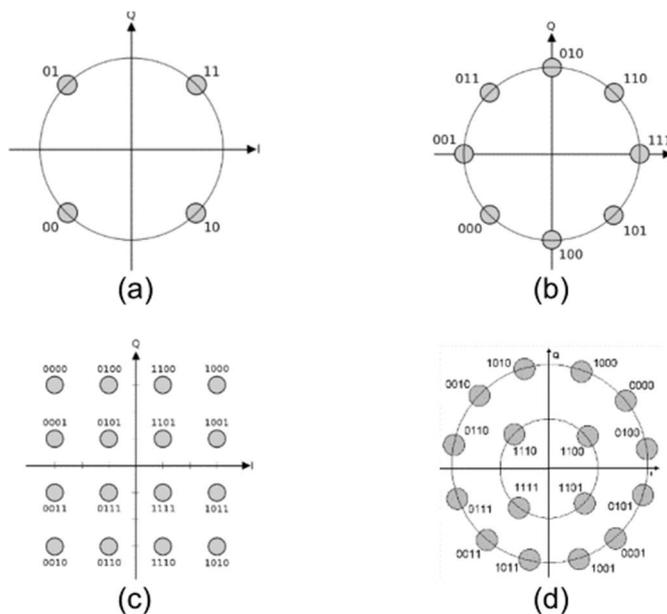
La technicienne fait le choix de comparer la transmission des données par le standard DVB S2-X et le nouveau protocole de transmission NS4 de la société Novelsat.

Les conditions de transmission font que le rapport signal sur bruit (SNR ou CNR) est de 6,5 dB.

La transmission est testée avec :

- 1 : une modulation 8-PSK avec un code rate $RC = 26/45$ pour le protocole DVB S2-X
- 2 : une modulation 16-APSK avec un code rate $RC = 8/15$ pour le protocole NS4.

On donne ci-dessous une série de diagramme de constellation de modulations.



La réponse, à chacune des questions 6.1 à 6.10, devra être reportée sur le tableau du document réponse **DR 1 à rendre avec la copie**.

- 6.1. **Affecter** la lettre du diagramme correspondant aux modulations testées.
- 6.2. **Déterminer** le nombre de symboles M_1 et M_2 qui correspondent respectivement aux modulations 1 et 2.
- 6.3. **En déduire** le nombre de bit par symbole n_1 et n_2 pour chacune des deux modulations testées.

Comparaison des débits bruts D_{b1} et D_{b2} de chacune des modulations

- Le débit utile D_u a une valeur 60 Mbps pour les deux modulations.
- Le rendement du codeur η_c a une valeur de 0,965 pour les deux modulations.
- Le code rate RC a une valeur de 26/45 pour la modulation 1 et 8/15 pour la modulation 2.

6.4. Calculer en Mbps les débits binaires bruts D_{b1} et D_{b2} de chacune des modulations.

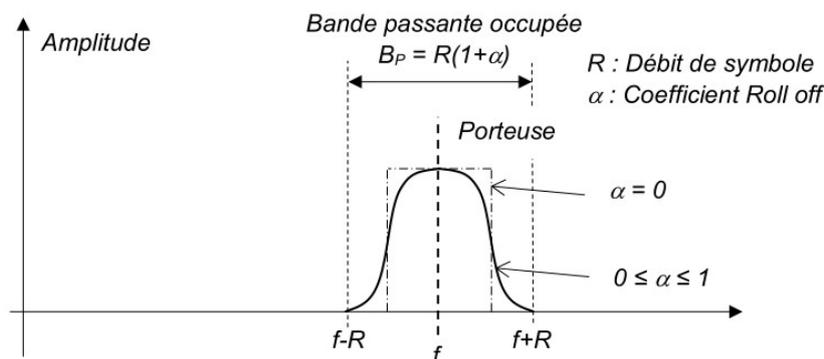
6.5. Montrer que les débits de symboles R_1 et R_2 (rapidité de modulation) valent pour chacune des modulations $R_1 = 35,8 \text{ Msym.s}^{-1}$ et $R_2 = 29,1 \text{ Msym.s}^{-1}$

Comparaison de la largeur de bande B_p occupée par chaque modulation

Pour éliminer l'influence des fréquences parasites et les interférences entre symbole (IES), il est mis en place un filtre de Nyquist dans la chaîne de transmission. Ce filtre SRRC a une influence sur la bande passante du canal utilisé, il est caractérisé par un coefficient de raidissement α (Roll-Off).

α est de 5 % pour le protocole DVB S2X et 2 % pour le protocole NS4.

On donne ci-dessous l'allure du spectre d'un signal modulé filtré par un filtre de Nyquist.



6.6. Calculer les bandes passantes $BP1$ et $BP2$ occupées par chacune des modulations.

6.7. Déterminer quelle est la transmission numérique la plus économique sachant que le coût annuel d'un MHz de bande passante est de 30 000 euros.

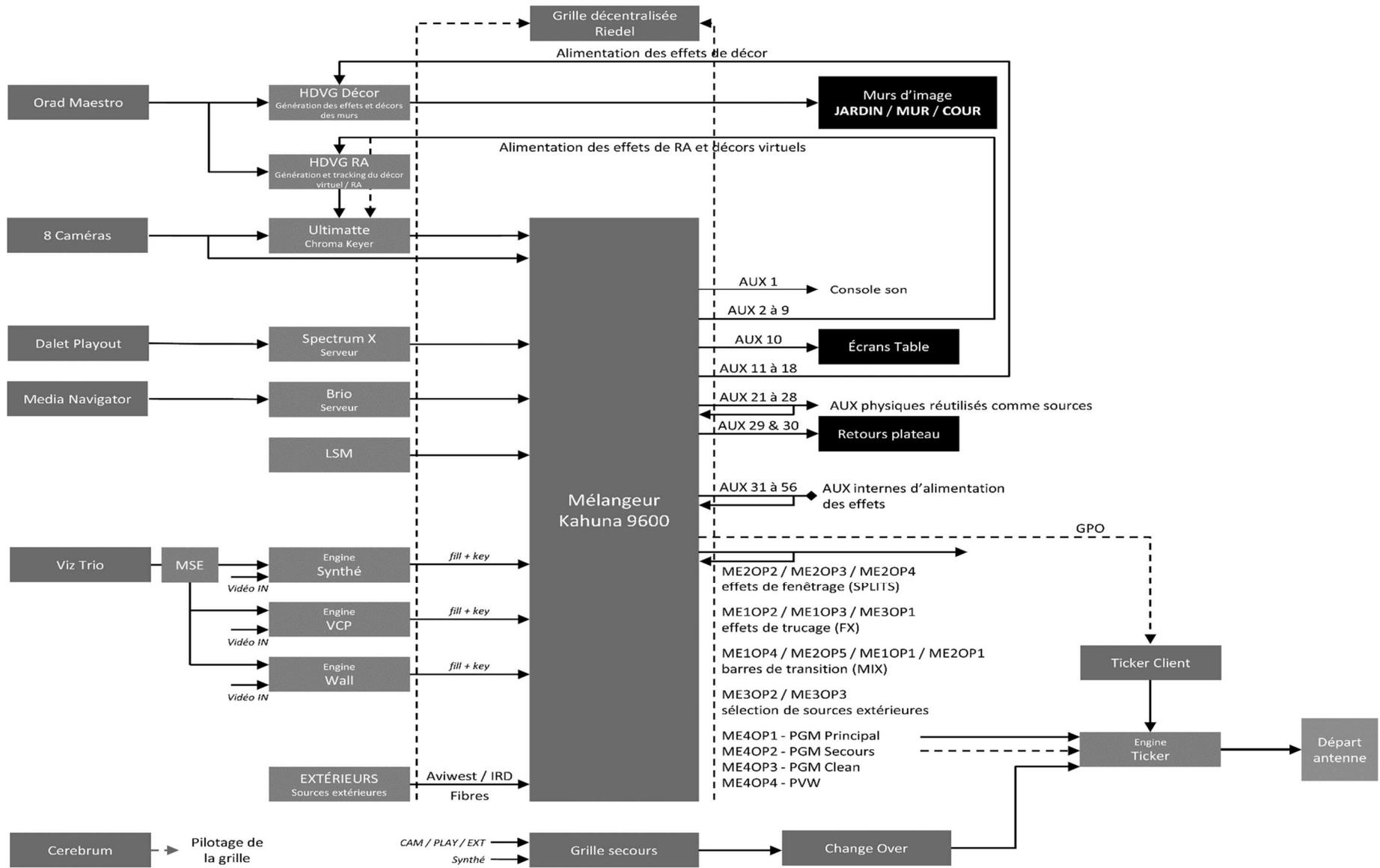
Comparaison de l'efficacité spectrale des deux modulations

On utilisera la courbe, du document technique **DT 16**, fournie par Novelsat. On rappelle que les protocoles utilisés sont adaptatifs, c'est pourquoi les courbes présentent des paliers correspondant au changement de modulations et de code rate.

On travaillera avec les mêmes conditions que précédemment, pour un rapport signal sur bruit de 6,5 dB.

- 6.8. Relever** respectivement sur la documentation technique **DT 16** la valeur de l'efficacité spectrale η_1 et η_2 pour chacune des modulations 1 et 2, lorsque le rapport signal sur bruit est de 6,5 dB.
- 6.9. Retrouver** par le calcul les valeurs obtenues de η_1 et η_2 de la question précédente.
- 6.10. Comparer** les deux protocoles en calculant l'écart en pourcentage $\Delta\eta$ des efficacités spectrales des deux modulations en prenant comme référence la modulation APSK.
- 6.11.** Au vu de vos résultats, **expliquer** pour quelle modulation le choix de la technicienne va se porter.

DT 1 – Synoptique simplifié de production



Kahuna 9600 and Kahuna 6400 data sheet

A Quantel Company

Main Features

Powered by Snell innovation, Kahuna 9600 has a feature set that has never been possible until now and offers a completely scalable path to all functionality and format requirements.

For sporting events, light entertainment shows, news production and presentations, either in the studio control room, mobile vehicle or flyaways, the Kahuna 9600 possesses the flexibility, adaptability and creativity to differentiate your program output.

- Up to 6 full M/Es
- Make M/E™ for creating up to 24 M/Es for main or aux outputs
- Every M/E has 8 keyers per M/E regardless of format
 - 4 superkeyers with linear, luminance, chroma key
 - 8 Resize engines with 2.5D DVE manipulation
 - 4 eKeys with linear, luminance and chroma key
- Up to 120 inputs (12 inputs as standard, upgrade in groups of 12)
- Up to 64 fully assignable outputs (8 outputs as standard, upgrade in groups of 8)
- FormatFusion3™ available on all inputs and outputs
- 3D DVE suite of effects with flexible combiners
- Large internal clipstore with 20 outputs supporting 8 minutes of uncompressed HD video
- RGB color correction available on all inputs and outputs
- Programmable outputs
- Large external integration capacity with 3rd party equipment such as servers, routers, multi-viewers, audio mixers, robotic cameras and graphics devices
- Supports fibre inputs and outputs
- Controlled with Maverik or the MLC panel family
- K-Watch and K-Mirror application software also available

Supports
4K

Kahuna 9600 Production Switcher



The most powerful switcher in the new Kahuna range, the Kahuna 9600 is an enterprise class switcher offering an unmatched feature set to meet the needs of the highest calibre of productions.

Suited for larger scale 4K and 1080p environments, Kahuna 9600 supports the most complex productions including multiple studio operations. Along with the advanced 3D DVE the Kahuna 9600 features new 2.5D resize engines, giving more power at the M/E level. The Kahuna 9600 provides up to 24 M/Es, 48 keyers and 72 key layers which can be shared across multiple studios.

Specifications

TV Standards
2.97Gbps Video Standards (1080p)
2.97 Gbps Video Standards (1080p)
1080p 59.94Hz SMPTE-424M
1080p 59.94Hz SMPTE-425M/Level A
1080p 59.94Hz SMPTE-425M/Level B
1080p 50Hz SMPTE-424M
1080p 50Hz SMPTE-425M/Level A
1080p 50Hz SMPTE-425M/Level B
1.485Gbps Video Standards (HD)
1080i 60Hz SMPTE-274M(4), -292M(D)
1080i 59.94Hz SMPTE-274M(5), -292M(E)
1080i 50Hz SMPTE-274M(6), -292M(F)
1035i 60Hz SMPTE-260M, -292M(A)
1035i 59.94Hz SMPTE-260M, -292M(B)
1080p 30Hz sF
1080p 29.97Hz sF
1080p 25Hz sF
1080p 24Hz sF
1080p 23.976Hz sF
1080p 30Hz SMPTE-274M(7) -292M(G)
1080p 29.97Hz SMPTE-274M(8) -292M(H)
1080p 25Hz SMPTE-274M(9) -292M(I)
1080p 24Hz SMPTE-274M(10) -292M(J)
1080p 23.976Hz SMPTE-274M(11) -292M(K)
720p 60Hz SMPTE-296M(1), -292M(L)
720p 59.94Hz SMPTE-296M(2), -292M(M)
720p 50Hz SMPTE-296M(2), -292M(M)
270Mbps Video Standards (SD)
576i 16:9
576i 4:3
480i 16:9
480i 4:3
Reference
Analog genlock High definition tri-level syncs signal or SD TV B and B.

Mainframe	
Video Signal Inputs	
Up to 120, HD/SD-SDI	Grouped in 12 off SD/HD/1080p (270Mbps / 1.485Gbps / 2.97Gbps).
Serial digital interface	As REC601/ SMPTE-292M / SMPTE424M via BNC connectors. Genlock reference 4 off Analog Sync (loop A and B through).
Video Signal Outputs	
Up to 64 HD/SD-SDI	Grouped in 16 off , programmable via BNC connectors.
2 Independent Sync O/P	With adjustable Phase off set per Ref Fin (4 in total).
Control Interfaces	
120 Tally/GPO Outputs	Isolated contact closures via 25 way D Type (12 per Input Fin).
96 GPI TTL-level I/P	Via 25-way D-type connectors (2 x 48) per Ref Fin.
120 GPO Tally/GPO O/P	Isolated contact closures via 25 way D Type (12 per Input Fin).
16 10/100/1000 baseT RJ45 Ethernet connectors	With additional XLR security fixings (2 x 8) per Net Fin.
12 RS422 control ports	(2 x 6) per RTR card.
2 x USB	
Power	
Kahuna mainframe	Auto sensing 100-250 VAC Power supply 50/60 Hz nominal. Two fully independent hot swappable PSU modules, with separate mains power feeds via 2 x 16A IEC-C20 socket. Dual Redundant requires two more fully independent PSU modules; with separate mains power feeds via 2 x 16A IEC socket.
Kahuna 9600 mainframe	3KW Maximum with all power consumption options fitted.
Temp range	41 to 104 °F, 5 to 40° C non condensing operating.
Mainframe Mechanics	
Height	11 rack unit .
Depth	488mm, 19.21".
	647mm, 25.57".
	18 Input / Output and Control Slots.
	10 x 12 Input Fin Slots.
	4 x 16 Output Fin Slots.
	2 x Control Fin Slots .
	Front fitting processing PCBs & PSUs.

DT 3 – Kahuna 9600 (2/2)

The creative power of Kahuna, including 2.5D and 3D DVEs, chromakey and key layer capabilities ensures you have all the tools to create the very best live TV.

The unbeatable power of a Kahuna M/E — Each Kahuna 9600 and Kahuna 6400 M/E has 12 key layers. These are divided into SuperKeyers and eKeys — 4 of each.

The four full SuperKeyers perform linear, luma and chromakeying and all come with their own 2.5D resize engine. The four eKeys are downstream of the SuperKeyers and have been designed to bring even more graphics to an M/E.

SuperKeyers

- Lin/luma/chroma key border generator
- 2x mask generators
- 2.5D resize engine (2 per SuperKeyer)
- Dual Tile mode

eKeys

- (DSK) lin/luma/chroma key

Pre Configured Mainframes with 2 Channels of 3D 3VE

Number of Full M/Es	2	3	4	5
Order Code	9664100	9664110	9664120	9664130

All Include:

- 48 Inputs
- 24 Outputs
- RGB Input and output color correction
- Programmable outputs
- External control
- Redundant mainframe power supplies

Pre Configured Mainframes

Number of Full M/Es	2	3	4	5
Order Code	9664150	9664160	9664170	9664180

Base Mainframes

Number of Full M/Es	1	2	3	4	5	6
Order Code	9664200	9664210	9664220	9664230	9664240	9664250

All Include:

- 12 Inputs
- 8 Outputs

Mainframe Options

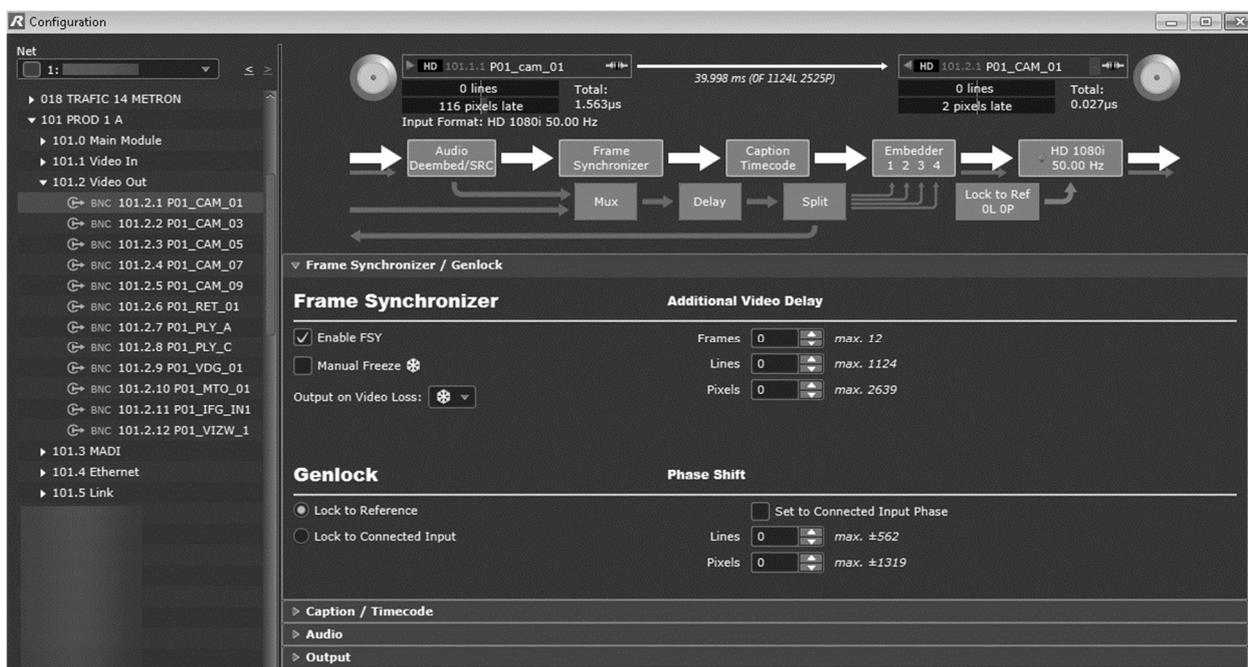
Inputs	Order Code	Outputs	Order Code	M/Es of FormatFusion3 (all inputs)	Order Code	Outputs FormatFusion3	Order Code
24 Inputs	9664500	16 Outputs	9664400	6	9669602	8	9669718
36 Inputs	9664501	24 Outputs	9664401	5	9669582	16	9669728
48 Inputs	9664502	32 Outputs	9664402	4	9669562	24	9669738
60 Inputs	9664503	40 Outputs	9664403	3	9669542	32	9669748
72 Inputs	9664504	48 Outputs	9664404	2	9669522	40	9669758
84 Inputs	9664505	56 Outputs	9664405	1	9669502	48	9669768
96 Inputs	9664506	64 Outputs	9664406			56	9669778
108 Inputs	9664507					64	9669788
120 Inputs	9664508						

Other Options	Order Code	Other Options Cont.	Order Code
Upgrade DVE to 3 Channels	9664595A	10 output clipstore - 32Gb	9668810
Upgrade DVE to 4 Channels	9664596A	20 output clipstore - 64Gb	9668840
Input color correction	9668855	Cliptrax	9668850
External control protocols	9668890	MLC Control panel redundant PSU	9648401
Camera interface	9668891	MLC GUI PSU	9648703
Programmable outputs	9668859	Application Software	
Output color correction	9668856	K-Watch	9648697
Audio mixer interface	9668892	K-Mirror	9648698
News production interface	9668893		

DT 4 – Retard des signaux



Relevé des délais de traitement engendrés par la RA



Fenêtre des réglages des délais introduits via la grille Riedel

DT 5 – Serveur Dalet Brio

Dalet BRiO configurations

BRiO units can come in any of the following configurations:

Channel Configurations

- Video Input / Output
 - 1 in / 2 out multi-rate HD / SD SDI
 - 2 in / 4 out multi-rate HD / SD SDI (or 2 video+key)
 - 4 in / 4 out multi-rate HD / SD SDI (or 2 video+key)
- Input only
 - 4 multi-rate HD / SD SDI video inputs only
- Output only
 - 4 multi-rate HD / SD SDI video outputs only

All channels are usable simultaneously.
All channels support "Ingest Once Write Many".

Onboard storage Configurations

- Based on 12 usable drives (+/- 10%):
- 146 GB Drives will provide 33 hours @ 100Mb/s, 66 hours @ 50Mb/s
 - 300 GB Drives will provide 68 hours @ 100Mb/s, 136 hours @ 50Mb/s
 - 600 GB Drives will provide 136 hours @ 100Mb/s, 272 hours @ 50Mb/s
 - 1.2 TB Drives will provide 272 hours @ 100Mb/s, 544 hours @ 50Mb/s

Additional on board storage can be defined per request.

Codec / Wrapper Support

SD File Format:

- MPEG-2@ML 4:2:0 I-Frame 2-15 Mb/s
- MPEG-2@ML 4:2:2 Long GOP 10-50 Mb/s
- D10 IMX 30-40-50
- DV25, DV50
- DVCpro25, DVCPro50

Proxy File Format:

- Proxy MPEG-2 iFrame
- Proxy MP4 H264
- Windows Media 9

Graphics File Format:

- TGA, BMP, JPG, TGA sequence

HD File Format:

- MPEG-2@HL 4:2:0 I-Frame 5-80 Mb/s
- MPEG-2@HL 4:2:2 Long GOP 5-300 Mb/s
- HDV
- DVCProHD
- XDCAM HD 4:2:0 (18-25-35 Mb/s)
- XDCAM HD 4:2:2 (50 Mb/s)
- XDCAM EX payout
- Apple ProRes® 422LT-422-422HQ
- Avid DNxHD® 120/145 Mb/s
- Avid DNxHD® 185/220 Mb/s 8-bit and 10-bit
- H264/AVC – Main-High Profiles 4:2:2
- AVC-Intra – Class 50/100

General Specifications

Video specifications

SD SDI: SMPTE 259M, ITU-R601, 525/625 line component, 10-bit
HD-SDI: SMPTE 292M, 10-bit
75 Ohms BNC
ITU-R BT.601 (data and electrical)

Dynamic conversions

Up/Down conversion: PAL ↔ 1080i50, PAL ↔ 720p50,
NTSC ↔ 1080i59.95, NTSC ↔ 720p59.95
Cross conversion: 720p50 ↔ 1080i50,
720p59.94 ↔ 1080i59.94
Aspect ratio conversion: AFD and WSS support for
aspect ratio conversion (per channel)

Special modes

Instant Replay and slow motion
Video + key
3D Mode

Multicam video playback

Any supported format can be played seamlessly
back-to-back

Audio

Record and play up to 16 tracks

Embedded audio tracks

16 tracks embedded per channel SDI (8AES-EBU)
Supports SDI embedded audio compliant with SMPTE
272M (SD) and SMPTE 299M (HD)

Discrete AES/EBU audio tracks

Up to 16 tracks per channel (8 AES-EBU)

Audio specifications

Input: 48 kHz, 16-bit, 20-bit or 24-bits digital
audio PCM

Audio clock genlocked to video reference in accordance

with SMPTE 272M and AES11-1997
Compressed audio types: Dolby-E pass-through

Audio playback

Any video clip with supported audio format can be
played seamlessly back-to-back

Reference Genlock

Analog blackburst reference (tri-level or bi-level), SDI
input as reference or free running mode.
External termination with LOOP connector
Sub-pixel adjustment at 0.9 ns/step with respect to
genlock in SD
Sub-pixel adjustment at 0.7 ns/step with respect to
genlock in HD
Flywheel on genlock
Connector: BNC, 75 Ohms with loop through

Timecode

LTC SMPTE 12M for external "house" timecode
Connector: Mini-XLR
LTC and VITC reader/writer per channel
HANC timecode support

Dimensions (without additional storage shelves)

Width: 45.13 cm (17.77 in.) – including rails
Height: 2 RU 8.9 cm (3.5 in.)
Depth: 83.82 cm (33.0 in.)
Weight: 28 kg (60 lbs) maximum

Power requirements

Dual redundant Power supply, 750W hot-swap
50-60 Hz, 100-240 VAC

Environmental characteristics

Operating temperature : +10°C to +35°C
Non-operating temperature(not in use):
-40°C to +70°C

Redundancy

Dual hot swappable power supplies
RAID1 for system drives
RAID50 for data drives
Hot spare drives
Dual/Quad network attachment
Dual FC attachment

Monitoring

SNMP monitoring
API monitoring

Ports

Four 100/1000Base-T Ethernet ports
Two USB 2.0 front, two USB 2.0 rear
Two PS/2 rear
One RS-232 serial port (additional ports with
optional board)
One 15-pin SVGA

File transfer protocols

CIFS
FTP
FC

Control

Harris VDCP (REQ, some optional commands)
VDCP over IP (REQ, some optional commands)
Sony BVW75 API

Monitoring

Customizable text overlay per channel (channel
name, file name, time code, play speed,...)
VGA Preview for each channel

Wrappers

MXF Op1a, MXF Op Atom, GXF, MOV, AVI, MPG, MP4

DT 6 – Fichier Extract Orad

02/10/2020

AVID - ORAD System Inventory - SupportTool Version 1.03 10.14.151.131



Created 2020-10-02 10:38:59 CEST with Version 1.03

Hostname	-ORD-MUR31
OS version	Linux NXTV-ORD-MUR31 2.6.34-dvg64-numa #90 SMP Mon Jan 26 08:56:18 IST 2015 x86_64 x86_64 x86_64 GNU/Linux
AuthoID	M163fad5141df3
Licenses	
Control Data	//production- .101/ORAD_]
IP Address Bond0	addr: Mask:
Gateway	NO GATEWAY
CPU	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2620 v3 @ 2.40GHz
Memory	31GB
HDD	/dev/sdb: 500.1 GB /dev/sdc: 500.1 GB /dev/sdd: 500.1 GB /dev/sde: 500.1 GB /dev/sdf: 500.1 GB /dev/sda: 500.1 GB
GFX Board	Model: GeForce GTX 970
Format	HD SD DUAL
LibDVG	811 patch 39
DvgCE	4.34.1-6
VideoLayer	2.23.09-0013 2.23.11-0002 2.23.13.10-gcd1a74f
RE-Libs	7.2.5.0 7.3.0.0 2018.6.0.0
RE Version	7.2.0.7876 7.3.0.8208 7.3.0.8305 2018.6.1.8525

Disk utilization :

Filesystem	Size	Used	Avail	Use%	Mounted on
/dev/md6	9.2G	3.0G	6.3G	32%	/
proc	0	0	0	-	/proc
sysfs	0	0	0	-	/sys
devpts	0	0	0	-	/dev/pts
/dev/md1	71M	26M	45M	37%	/boot
tmpfs	16G	292M	16G	2%	/dev/shm
/dev/md8	87G	5.7G	81G	7%	/data
/dev/md10	932G	200M	932G	1%	/Clips
none	0	0	0	-	/proc/sys/fs/binfmt_misc
sunrpc	0	0	0	-	/var/lib/nfs/rpc_pipefs
//sunsto-1-up/ORAD-PROD	499G	250G	250G	51%	/Control_Data

Uptime :

10:39:35 up 1 day, 14:31, 0 users, load average: 0.42, 0.16, 0.04

Resources :

```
top - 10:39:35 up 1 day, 14:31, 0 users, load average: 0.42, 0.16, 0.04
Tasks: 8 total, 0 running, 8 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
Cpu(s): 1.8%us, 0.6%sy, 0.0%ni, 97.6%id, 0.0%wa, 0.0%hi, 0.0%si, 0.0%st
Mem: 32760576k total, 5879224k used, 26881352k free, 166120k buffers
Swap: 9775420k total, 0k used, 9775420k free, 2954480k cached
```

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL - OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS		Session 2024
PHYSIQUE ET TECHNIQUE DES ÉQUIPEMENTS ET SUPPORTS - U3	24MVPTESE	Page 25 sur 34

DT 7 – HDVG Orad (1/2)

Maestro | Virtual Set—Where ideas become reality

HDVG REAL-TIME GRAPHICS RENDERING PLATFORMS



	HDVG4	HDVG+
Motherboard	Intel Haswell platform	Intel Ivy bridge platform
Graphics card	1 or 2 NVIDIA GTX 970	NVIDIA GTX 1060
CPU	Intel 2 x 2.4 GHz 6-Core	Intel 3.2 GHz Quad Core Xeon
Operating system	64-bit CentOS Linux with kernel 2.6	64-bit CentOS Linux with kernel 2.6
Memory	32 GB DDR4	16 GB DDR3
Internal storage	500 GB system disk (RAID 1 optional) Hard disks for clips storage 2 x 1 TB (option)	500 GB system disk (RAID 1 optional) Hard disks for clips storage 2 x 500 GB (option)
Ethernet	2 x 1000 BASE-T (RJ45)	2 x 1000 BASE-T (RJ45)
Ports	2 Serial, 2 USB (front), 2 USB (rear)	2 Serial, 2 USB (front)
Control interfaces	2 x Serial, 4 x USB, 2 x Ethernet (1Gbit), HDMI	2 x Serial, 2 x USB, 2 x Ethernet (1Gbit), HDMI
Supported video standards	3G: SMPTE 424M (including UHD using Quad-Link 3G-SDI) HD: SMPTE 260, SMPTE 295, SMPTE 274, SMPTE 296 SD: SMPTE 259 ITU-R BT.601	HD: SMPTE 260, SMPTE 295, SMPTE 274, SMPTE 296 SD: SMPTE 259 ITU-R BT.601
Video in (mixer)	Up to 4	Up to 2
Video in (insertion)	Up to 14 3G, up to 16 HD/SD SDI inputs	Up to 8 HD/SD SDI inputs
Video output	Up to 8 3G, 16 HD/SD SDI outputs (video key compositing configurable), HDMI for monitoring, Dual Channel (option)	Up to 4 SDI outputs (video key compositing configurable), internal linear keyer and chroma keyer, Dual Channel (option)
Video references	Bi / Tri level Sync	Bi / Tri level Sync
Audio	Embedded audio support; 20-bit/48 kHz in SD; 24-bit/48 kHz in HD	Embedded audio support; 20-bit/48 kHz in SD; 24-bit/48 kHz in HD
Clip options	Video to texture mapping of AVI, QuickTime, DV, DVC25 and MPEG files (optional)	Video to texture mapping of AVI, QuickTime, DV, DVC25, and MPEG files (optional)
Video bypass	Up to 2 mechanical bypasses (optional), Watchdog on each DSK	Up to 2 mechanical bypasses (optional), Watchdog on each DSK
Dimensions/weight	Height: 7.1 in (180 mm), Width: 17.4 in (443 mm), Depth: 24.8 in (631 mm), Weight: 55.1 lbs (25 kg) approx.	Height: 5.1 in (130 mm), Width: 17.4 in (443 mm), Depth: 24.8 in (631 mm), Weight: 48.5 lbs (22 kg) approx.
Power supply	Redundant Power Supply: 100-240V; Frequency: 47-63 Hz / 2 x 750W (max)	Redundant Power Supply: 100-240V; Frequency: 47-63 Hz / 2 x 460W (max)
Power consumption	Direct power from 180W PoE+ power budget and 4 GbE SFP ports	Direct power from 180W PoE+ power budget and 4 GbE SFP ports
Environmental specs	Non-operating temperature (storage): 5°F–140°F (10°C–60°C) at sea level Operating temperature: 50°F–95°F (10°C–35°C) at sea level	Non-operating temperature (storage): 5°F–140°F (10°C–60°C) at sea level Operating temperature: 50°F–95°F (10°C–35°C) at sea level

DT 8 – HDVG Orad (2/2)

VDI-40 HD/SD video data inserter	
Video connections	4 SDI channel signals with or without embedded audio 4 BNC (HD or SD NTSC/PAL)
Supported video standards	HD: 1035i 60Hz SMPTE 260 30I, 1035i 59.94Hz SMPTE 260 29I, 1080i 50Hz SMPTE 295 25I, 1080i 60Hz SMPTE 274 30I, 1080i 59.94Hz SMPTE 274 29I, 1080i 50Hz SMPTE 274 25I, 1080p 30Hz SMPTE 274 30P, 1080p 29.97Hz SMPTE 274 29P, 1080p 25Hz SMPTE 274 25P, 1080p 24Hz SMPTE 274 24P, 1080p 23.97Hz SMPTE 274 23P, 720p 60Hz SMPTE 296 60P, 720p 59.94Hz SMPTE 296 59P, 720p 50Hz SMPTE 296 50P, 720p 30Hz SMPTE 296 30P, 720p 29.97Hz SMPTE 296 29P, 720p 25Hz SMPTE 296 25P, 720p 24Hz SMPTE 296 24P, 720p 23.97Hz SMPTE 296 23P SD: PAL/NTSC ITU-R BT.601
Dimensions/weight	1U rack-mount; Height: 1.7 in (44 mm); Width: 17.3 in (440 mm); Depth: 7.9 in (200 mm); Weight 4 lbs (1.8 kg) approx.
Power consumption	Voltage: 90–260V; Frequency: 50–60 Hz, 70W (max)
Environmental specs	Non-operating temperature (storage): 5°F–140°F (10°C–60°C) at sea level Operating temperature: 50°F–95°F (10°C–35°C) at sea level
Xync 2.0 infrared camera	
Camera lens	2/3" 8mm F/1.4
Data interfaces	Reference input: Genlock; video signal; Ethernet port
Dimensions/weight	Height: 1.4 in (36 mm); Width: 4.6 in (117 mm); Depth: 3.6 in (91 mm); Weight: 1.1 lbs (.5 kg) approx
ASB-9 audio sensor box	
Supported video standards (Genlock)	Bi-level (PAL and NTSC), Tri-level (50 Hz and 60 Hz)
Data interfaces	Target/Power—power in (TrackingSet) or power + target communication (Xync 2.0) Lens Z/F—to read Z/F encoders Camera P/T—to read P/T encoders Lens D/A—to read analog or digital lens RS232/422—tracking data out (in TrackingSet) or communication with MU in the infrared camera REF—Genlock in Data Audio—data audio out (in TrackingSet) Ethernet port Reset—restarts ASB encoders data reading
LED status	Xync 2.0: Red—power is connected; Green—camera is locked and recognized; Red flashes—camera is not locked and not recognized by the system Genlock: Green—valid Genlock is connected; Red—no valid Genlock is connected
Dimensions/weight	Height: 4.4 in (113 mm); Width: 6.3 in (161 mm); Depth: 5.1 in (130 mm); Weight: 1.8 lbs (.8 kg) approx.
Power consumption	Voltage: 12V DC ±10%, 15W max (with infrared camera target and encoders)
Star camera target	
Dimensions/weight	Height: 15.7 in (400 mm)—from camera base; Width: 23.6 in (600 mm); Depth: 23.6 in (600 mm); Weight: 3.5 lbs (1.6 kg) approx. (without adaptors)
Power consumption	Direct power when working with ASB-9; 12V DC PSU (110V/220V compatible)
Environmental specs	Operating temperature : 50°F–95°F (10°C–35°C) at sea level

Please note that all specifications are subject to change without notice.

Corporate Headquarters
800 949 AVID (2843)

Asian Headquarters
+ 65 6476 7666

European Headquarters
+ 44 1753 655999

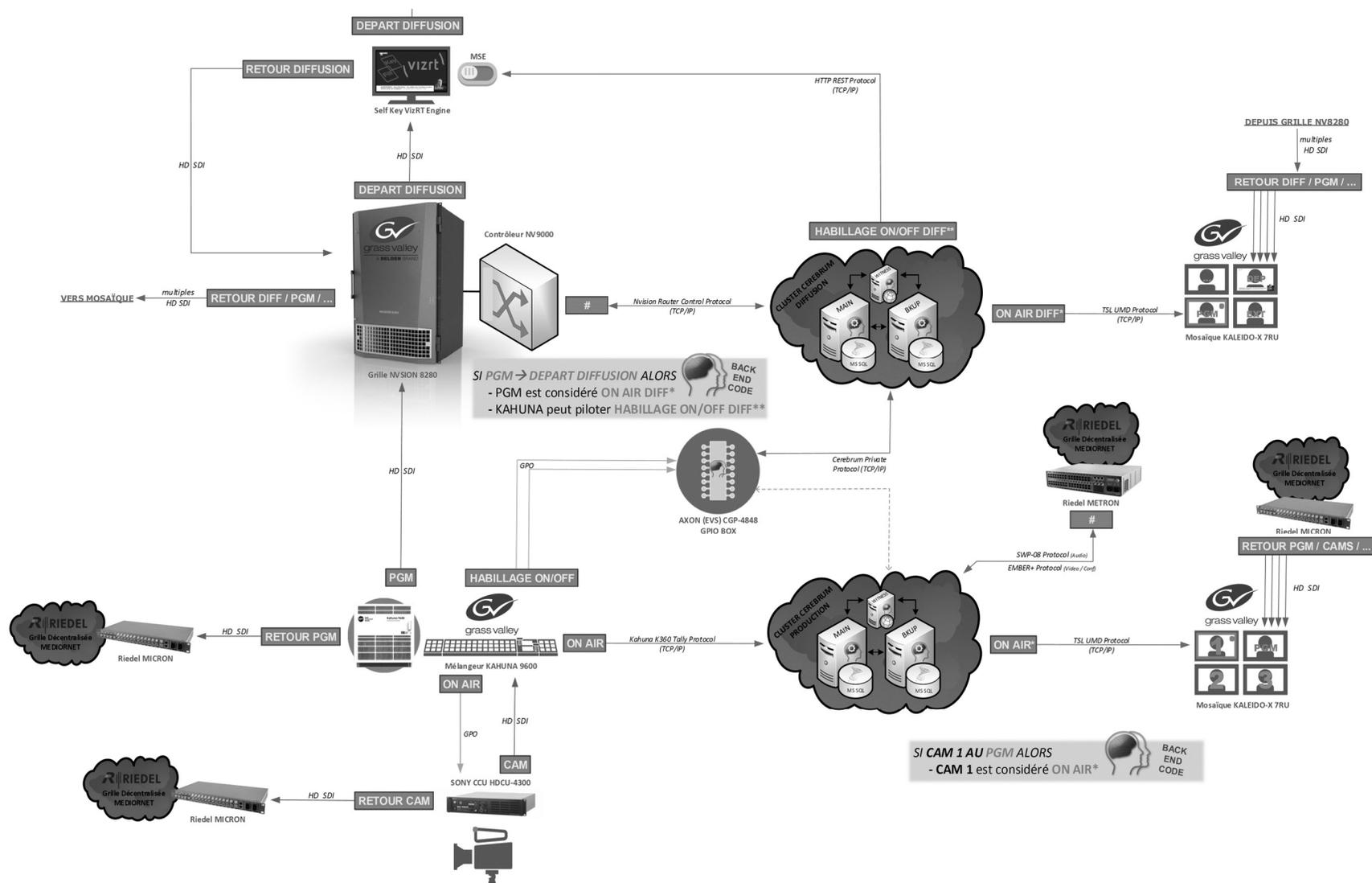
© 2017 Avid Technology, Inc. All rights reserved. Product features, specifications, system requirements and availability are subject to change without notice. Avid, the Avid logo, Maestro, and MediaCentral are either registered trademarks or trademarks of Avid Technology, Inc. or its subsidiaries in the United States and/or other countries. All other trademarks contained herein are the property of their respective owners.

MVSDS0917

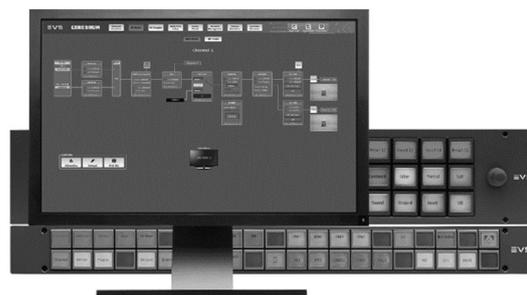
FOR MORE INFORMATION, VISIT
avid.com/Maestro-Virtual-Set

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL - OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS	Session 2024
PHYSIQUE ET TECHNIQUE DES ÉQUIPEMENTS ET SUPPORTS - U3	24MVPTESE Page 27 sur 34

DT 9 – Extrait du dispositif connecté à Cerebrum



PRODUCT SHEET



BROADCAST CONTROL & MONITORING SYSTEM

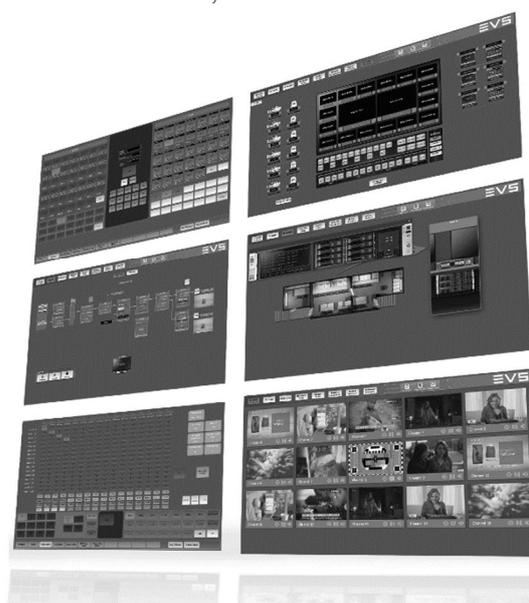
As a complete Broadcast Control System (BCS), Cerebrum gives you control over your most critical broadcast operations. Accessible via one application, the system's powerful and highly customizable interfaces allow you to control, configure and monitor any broadcast environment the way you want. Cerebrum is designed to be robust in both small to large infrastructures and adapted for SDI and IP, offering you a scalable solution that is ready for today's and tomorrow's operations.

CORE BENEFITS

- 1 | **EVERYTHING IS CUSTOMIZABLE**
Users are free to modify the interfaces' default templates or design their own for a highly customizable experience, both on a live system as well as offline at home using snapshots of the system.
- 2 | **DESIGNED FOR MISSION CRITICAL LIVE EVENTS**
Built on a database system, Cerebrum can handle many operational commands in milliseconds. It lets you access all of the configuration information from one place, making it especially advantageous for larger systems with many devices and clients.
- 3 | **ADAPTABLE TO ANY SCENARIO**
Cerebrum is designed to be robust in both simple and very complex scenarios and is adapted for SDI and IP environments. Its use also goes beyond the broadcasting industry, allowing you to control motorized monitor stands, the lighting equipment in a truck or MCR, window shutters and other domotica.
- 4 | **AGNOSTIC LICENSING MODEL**
You don't buy device specific drivers or licenses. Instead you buy a number of device points which you can use for any device, using any of the more than 180 included protocols.
- 5 | **LOWER COST OF OWNERSHIP**
Competitively priced options, comprehensive functionality and user-friendliness combine to reduce the need for manual intervention. Cerebrum offers you potentially dramatic savings.
- 6 | **FOR TODAY'S AND TOMORROW'S OPERATION**
Besides configuring and controlling conventional SDI environments, Cerebrum is fully capable of managing IP infrastructures using for instance NMOS IS-04 and IS-05. With the integration of EVS Score Master IP Flow Orchestrator it even becomes your infrastructure's SDN.

KEY FEATURES

- / Compatible with almost any broadcast device
- / Fully customizable user interfaces
- / Agnostic licensing model
- / Control and monitor multiple workflows with a single system
- / Easy Router, Tally, UMD, Mnemonics, Categories and Tie-line configuration
- / IP device routing via NMOS IS-04/05, SDP and various native protocols
- / Service managers allow a distributed architecture
- / Customize interfaces and configure workflows offline using system snapshots
- / Wide range of customizable hardware LCD-button panels
- / Low system requirements, allowing small computers to run the clients



DT 11 – Exemples de protocoles pris en charge par Cerebrum

ROUTER CONTROL PROTOCOLS

Manufacturer	Protocol	Products	Mnemonic upload	Ethernet	Serial
Grass Valley	Jupiter ASCII	Jupiter controller	No	No	Yes
Grass Valley	Native	SMS7000, Encore, Prelude, Concerto	Yes	Yes	Yes
Grass Valley	GV Triton	Grass Valley Triton	No	No	Yes
Grass Valley	NVision NV9000	NVision NV9000 Controllers	Yes	Yes	No
Grass Valley	NVision Router Control Protocol	NVision 5128, 7512, 8144, 8256, 8500 Routers	No	Yes	No
Grass Valley	NVision Router Control Protocol-C	NVision Compact Router	No	Yes	No
Grass Valley	Pro-Bel SW-P-02	Pyxis, Cygnus	No	Yes	Yes
Grass Valley	Pro-Bel SW-P-08	Aurora, Sirius, Vega, Orbit	Yes	Yes	Yes

GENERIC DEVICE PROTOCOLS

Manufacturer	Protocol	Points	Products	Description	Ethernet	Serial
Grass Valley	ACOS	5	Kayak	Tally	Yes	Yes
Grass Valley	Advanced Media Protocol (AMP)	5	K2 Servers	Server Control	Yes	No
Grass Valley	DD35-Net	5	Kayak	Control and Tally	Yes	No
Grass Valley	GVG-100	5	Grass Valley Switchers	Editor protocol	No	Yes
Grass Valley	GV Serial Tally	5	Kalypso, Zodiac	Serial Tally	No	Yes
Grass Valley	GV Editor	5	Kalypso, Zodiac	Control	No	Yes
Grass Valley (Miranda)	iControl Gateway Services	5	Densite modular	Device control and limited monitoring	Yes	No
Grass Valley (Miranda)	Kaleido	2	Kaleido M/V's	UMD, Tally and Layout	Yes	No
Grass Valley	Kayenne Contribution Tally	5	Kayenne	Serial Tally	No	Yes
Grass Valley	K-Frame CPL	5	K-Frame	IP IO Control, EMEM, MACRO, Keyers	Yes	No
Grass Valley	K-Frame Ethernet Tally	5	K Frame	Tally only	Yes	No
Grass Valley	LDK Gateway	5	LDK Gateway camera network	Camera control RCP routing and Tally	Yes	No
Grass Valley	M-2100 Automation	5	M-2100	Control	No	Yes
Grass Valley	M-2100 Tally	5	M-2100	Tally	No	Yes
Grass Valley	MPK	5	GV UMDs (RP1/2/3) - not panels!	UMD and Tally	No	Yes
Grass Valley (Miranda)	NVision hardware panel protocol	5 per panel	NV9640, 9640A, 9641A, 9642 9654	Hardware Panel control	Yes	No
Grass Valley (Miranda)	Oxtel Automation Protocol	5	Imagestore i7500, LDK-3901, DSK-3901	Device control	Yes	No
Riedel	RRCS	10	Artist	Control	Yes	No
Riedel	Ember+	5	MediorNet	Control and routing	Yes	No
Riedel	Connect Trio Command	5	Connect Trio	ISDN Control	Yes	No
Snell	Kahuna K360 Tally Protocol / TSL V3.1	5	Snell Kahuna switcher	Combined Tally, UMD	Yes	No
Snell	Kahuna K360 Macro	1	Snell Kahuna switcher	Macro recall	Yes	No
Snell	RollCall	2 or 10	IQ, Sirius Hybrid routers, Kudos	Generic Snell protocol	Yes	No
Sony	9-pin	5	Blackmagic Hyperdeck, Sony BVS3000, etc	VTR transport control	No	Yes
Sony	MVS X Serial Tally	5	MVS-7000X/8000X	Serial Tally	No	Yes
Sony	MVS Serial Tally	5	MVS-8000,DVS-9000 (DCU)	Serial Tally	No	Yes
Sony	XVS Serial Tally	5	XVS-6000/7000	Switcher Tally, Bus control, Panel mnemonics	Yes	Yes
Sony	MVS RS-422A	5	MVS-8000,DVS-9000 (Gen.)	Serial Tally	No	Yes
Sony	VISCA	5	BRC H700, Z700	PTZ Camera control	No	Yes (multi-drop)
Sony	PVM-2541 Interface E	1	BVM/PVM Monitors	Monitor Power	Yes	No
TSL/Axon	TallyLink-V3 (Tx/Rx) TSL UMD V3.1	2	Cerebrum, third party control systems	Bi directional exchange of UMD/Tally	Yes	Yes
TSL/Axon	TallyLink-V5 (Tx/Rx) TSL UMD V5	2	Cerebrum, third party control systems	Bi directional exchange of UMD/Tally	Yes	No
TSL/Axon	GPIOLink (Tx/Rx) TSL UMD V5	1	Cerebrum, third party control systems	Bi-directional exchange of Tally only	Yes	No

DT 12 – Configuration de la GPI Box

Identity
Device: CGP-4848

IP Address: 10.14.156.22
Device Name: NXTV-CBM-GP101

Edit
Details

Device Details
User Name:
Location:

Channel:
Service:

Generic

Control **GPI Status** Monitoring Classic View

<p style="margin: 0;">Inputs 1-16</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 1 - 01N-RAD <input type="radio"/> 2 - 05N-RAD <input type="radio"/> 3 - 06N-RAD <input type="radio"/> 4 - 02N-TKR OFF <input type="radio"/> 5 - 02N-TKR ON <input type="radio"/> 6 - 02N-TKR NEWS <input type="radio"/> 7 - 02N-TKR NEWS <input type="radio"/> 8 - 02N-TKR WE <input type="radio"/> 9 - 02N-TKR WE <input type="radio"/> 10 - 02N-N-1 <input type="radio"/> 11 - 02N-N-1 STOP <input type="radio"/> 12 - 03N-TKR OFF <input type="radio"/> 13 - 03N-TKR ON <input type="radio"/> 14 - 03N-OFF 1 <input type="radio"/> 15 - 03N-ON 1 <input type="radio"/> 16 - 03N-OFF 2 	<p style="margin: 0;">Inputs 17-32</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 17 - 03N-ON <input type="radio"/> 18 - 03N-N-1 <input type="radio"/> 19 - 03N-N-1 STOP <input type="radio"/> 20 - 04N-TKR OFF <input type="radio"/> 21 - 04N-TKR ON <input type="radio"/> 22 - 04N-OFF 1 <input type="radio"/> 23 - 04N-ON 1 <input type="radio"/> 24 - 04N-OFF 2 <input type="radio"/> 25 - 04N-NEXT <input type="radio"/> 26 - 04N-N-1 <input type="radio"/> 27 - 04N-N-1 STOP <input type="radio"/> 28 - 04N-NEXT <input type="radio"/> 29 <input type="radio"/> 30 <input type="radio"/> 31 - 01N-NEXT <input type="radio"/> 32 - 05N-NEXT 	<p style="margin: 0;">Inputs 33-48</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 33 - 06N-NEXT <input type="radio"/> 34 - PLAY TALLY <input type="radio"/> 35 - PLAY TALLY <input type="radio"/> 36 <input type="radio"/> 37 <input type="radio"/> 38 <input type="radio"/> 39 <input type="radio"/> 40 <input type="radio"/> 41 <input type="radio"/> 42 <input type="radio"/> 43 <input type="radio"/> 44 <input type="radio"/> 45 <input type="radio"/> 46 <input type="radio"/> 47 <input type="radio"/> 48 	<p style="margin: 0;">Outputs 1-16</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 1 - 01N-NEXT (de <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 - 06N-NEXT (to <input type="radio"/> 7 - 13N-NEXT <input type="radio"/> 8 - 07N-NEXT <input type="radio"/> 9 - 08N-NEX <input type="radio"/> 10 - 09N-NEXT <input type="radio"/> 11 - 10N-NEXT <input type="radio"/> 12 - 11N-NEXT <input type="radio"/> 13 - 12N-NEXT <input type="radio"/> 14 - 02N-NEXT <input type="radio"/> 15 - 03N-NEXT <input type="radio"/> 16 - 04N-NEXT (to 	<p style="margin: 0;">Outputs 17-32</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 17 - 01N-TICKER <input type="radio"/> 18 - 01N-TICKER <input type="radio"/> 19 - 01N-LOGO <input type="radio"/> 20 - 01N-LOGO <input type="radio"/> 21 - 02N-TICKER <input type="radio"/> 22 - 02N-TICKER <input type="radio"/> 23 - 02N-TICKER <input type="radio"/> 24 - 02N-TICKER <input type="radio"/> 25 - 02N-TICKER <input type="radio"/> 26 - 02N-TICKER <input type="radio"/> 27 - 02N-LOGO <input type="radio"/> 28 - 02N-LOGO <input type="radio"/> 29 - 03N-TICKER <input type="radio"/> 30 - 03N-TICKER <input type="radio"/> 31 - 03N-OFF 1 <input type="radio"/> 32 - 03N-ON 1 	<p style="margin: 0;">Outputs 33-48</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 33 - 03N-OFF 2 <input type="radio"/> 34 - 03N-ON <input type="radio"/> 35 - 03N-LOGO <input type="radio"/> 36 - 03N-LOGO <input type="radio"/> 37 - 04N-TICKER <input type="radio"/> 38 - 04N-TICKER <input type="radio"/> 39 - 04N-OFF 1 <input type="radio"/> 40 - 04N-ON 1 <input type="radio"/> 41 - 04N-OFF 2 <input type="radio"/> 42 - 04N-ON 2 <input type="radio"/> 43 - 04N-LOGO <input type="radio"/> 44 - 04N-LOGO <input type="radio"/> 45 - 05N-TICKER <input type="radio"/> 46 - 05N-TICKER <input type="radio"/> 47 - 05N-LOGO <input type="radio"/> 48 - 05N-LOGO
---	--	--	---	---	---

DT 13 – Fichiers Log 1 et Log 2 analysés et remontés par Cerebrum

Log 1

174414579	17:43:07:01 05/10/2020	GPO.28 - 02N-LOGO DIRECT ON (from PRODs): Off
174414580	17:43:07:03 05/10/2020	GPI.12 - 03N-TKR OFF: Off
174414581	17:43:07:03 05/10/2020	GPO.29 - 03N-TICKER OFF (from PBS, or PROD): Off
174414694	17:43:51:04 05/10/2020	GPO.27 - 02N-LOGO DIRECT OFF (from PRODs): Off

Log 2

174345352	12:20:17:01 05/10/2020	Generic Device: NXTV-MEL-MFP04	Route: S:P04_IFG_F->D:ME2KeyFill4 (L:Switcher1)
174345353	12:20:17:01 05/10/2020	Generic Device: NXTV-MEL-MFP04	Route: S:P04_IFG_K->D:ME2KeyKey4 (L:Switcher1)

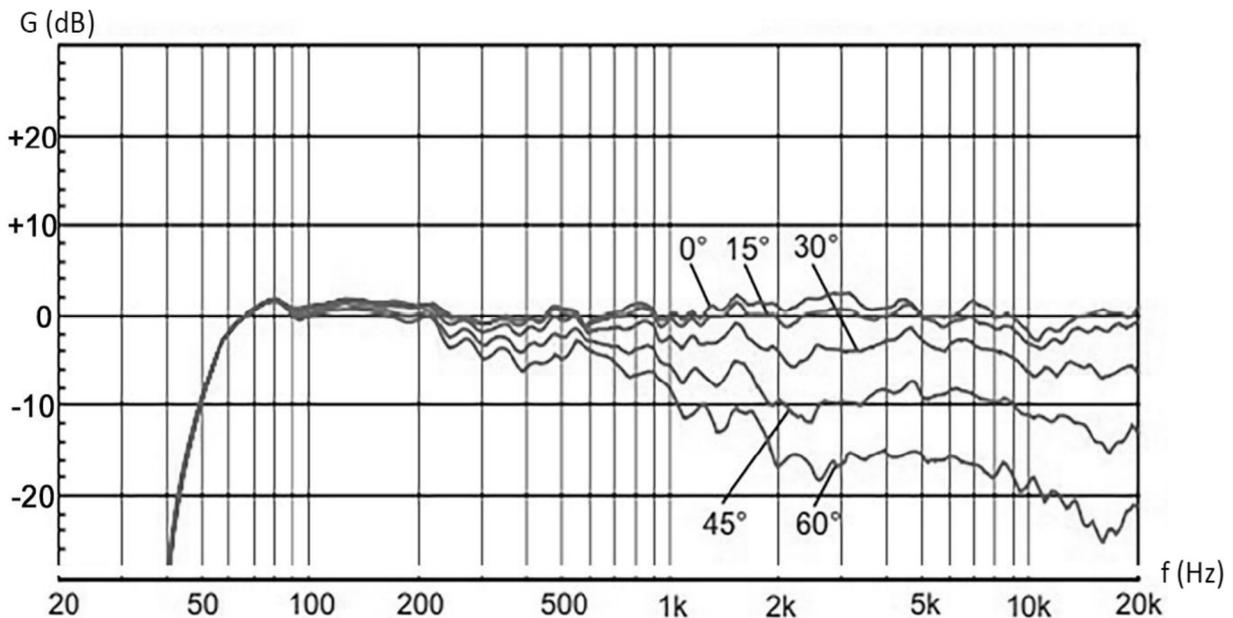
DT 14 – Caractéristiques de l'objectif Fujinon HA14x4.5BERD-S



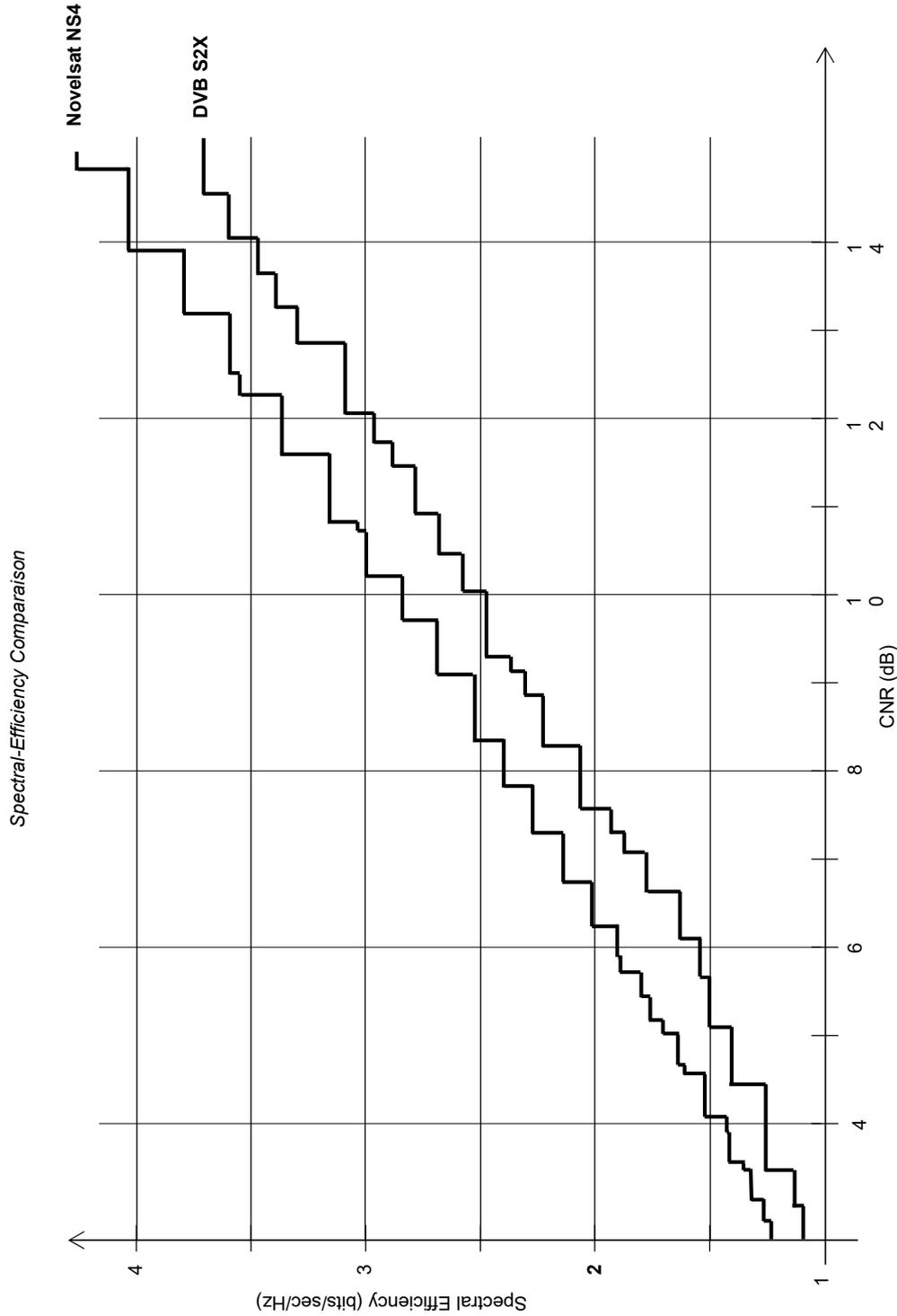
2/3"

Model Name		HA14x4.5BERM / BERD	
Focal Length	(1x)/(2x)/(2.2x)	4.5–63mm /- 9.9–139mm	
Zoom Ratio		14 ×	
Extender		2.2 ×	
Maximum Relative Aperture (F-No.)		1 : 1.8 (4.5–41mm) 1 : 2.8 (63mm)	
Minimum Object Distance (M.O.D.) from Front Lens		0.3m	
Object Dimensions at M.O.D. 16 : 9 Aspect Ratio	(1x)	4.5mm	744 × 418mm
		63mm	51 × 29mm
	(2.2x)	9.9mm	330 × 185mm
Angular Field of View 16 : 9 Aspect Ratio		139mm	24 × 13mm
	(1x)	4.5mm	93.6° × 61.8°
		63mm	8.7° × 4.9°
		139mm	4° × 2.2°
Filter Thread		M127 × 0.75 (Filter attaches to the lens hood.)	
Approx. Size		Φ95 × 238.5mm(ΦxLength)	
Approx. Mas		2.18kg(RM) / 2.26kg(RD) (without lens hood)	

**DT 15 – Diagramme de réponse en fréquence suivant l'axe de diffusion
Enceinte amplifiée GENELEC 8030**



DT 16 – Comparaison d'efficacité spectrale Nolvelsat



Notes: DVB-S2X based on high-end receiver performance table, BER 1E-5. Typical range: 3-12dB CNR.
ETSI TR 102 376-2 V1.1.1, "DVB Implementation Guidelines...DVB-S2X", pp. 21-74, professional LNB

DR 1 – Comparaison de deux protocoles

	Débit binaire utile Du	60 Mbps	
	Protocole	DVB S2X	NS4
	Roll off α	5%	2%
	Modulation	8PSK	16APSK
	Code correcteur FEC	26/45	8/15
	Rapport signal sur bruit SNR	6,5 dB	
Question 2.1.	Diagramme de constellation		
Question 2.2.	Nombre de symbole M		
Question 2.3.	Nombre de bit n		
Question 2.4.	Débit binaire brut Db		
Question 2.5.	Rapidité de modulation R		
Question 2.6.	Bande passante occupée BP		
Question 2.7.	Economie		
Question 2.8.	Efficacité spectrale courbe η		
Question 2.9.	Efficacité spectrale calculée η		
Question 2.10.	Ecarte en pourcentage de l'efficacité spectrale $\Delta\eta$		