

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

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

**PARTIE N° 1 – TECHNOLOGIE DES ÉQUIPEMENTS ET SUPPORTS**

**SESSION 2025**

**ÉLÉMENTS INDICATIFS DE CORRECTION**

**DOCUMENT CONFIDENTIEL  
AUCUNE DIFFUSION AUTORISÉE  
À L'EXCEPTION DES CORRECTEURS**

## 1. Tournage en extérieur

Lors des émissions, des interviews et reportages extérieurs sont diffusés en direct ou en différé.

- Pour les reportages d'avant match, ceux-ci sont transmis en amont et remontés en post-production.
- Pour les interviews directs, la transmission « live » est assurée par un système « Haivision »

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

La captation de ces extérieurs est assurée à l'aide d'un caméscope Sony PXW-FX9.

Pour ce type de production « événement sportif » captée en 1080i50, le format pivot de post-production est le DNXHD-185.

### 1.1. Captation avant match montée en post-production

**Problématique : l'opérateur de prise de vue doit choisir les réglages d'enregistrement du caméscope en adéquation avec les contraintes de la chaîne. Pour les reportages avant match, celle-ci souhaite un enregistrement avec une résolution HD. Les rushes seront envoyés rapidement à la chaîne pour que le reportage soit prêt avant l'émission.**

#### 1.1.1. Décrire le format de captation 1080i50.

Résolution 1920 x 1080, Balayage entrelacé, 50 trames/s.

#### 1.1.2. Repérer sur la documentation du caméscope, les formats d'enregistrement compatibles.

XAVC-I-HD-50i/25p mode CBG, XAVC-L-HD-59.94i/50i mode VBR, MPEG2 HD422 mode CBR.

#### 1.1.3. Expliquer les différences entre les formats XAVC Intra et XAVC Long. Préciser la conséquence principale sur les débits à qualité équivalente.

Mode d'enregistrement en mode Intra ou Long GOP. Pour le mode Intra, la compression des images est de manière indépendante, Dans le cas du Long GOP, les débits seront moindres.

Le but sera de réaliser deux reportages de 1 min 30 chacun. L'opérateur de prise de vue doit fournir 10 minutes de rushes par interview, et les transmettre à la chaîne en moins de 10 minutes. La liaison Ethernet avec le serveur d'Ingest a un débit de 100 Mbps. Quatre canaux audios seront enregistrés.

#### 1.1.4. Calculer le poids maximum des rushes pour les transmettre au serveur d'Ingest.

Poids des rushes =  $100 \cdot 10^6 \times 10 \times 60 = 60 \text{ Gbit} = 7,5 \text{ GO}$ .

#### 1.1.5. En tenant compte des métadonnées à hauteur de 6 % et des 4 canaux audios enregistrés, calculer le débit global maximal possible pour la vidéo des deux reportages.

Débit total maximum =  $60 \cdot 10^9 / (2 \times 10 \times 60) = 50 \text{ Mbps}$ .

Débit vidéo maximum =  $50 \cdot 10^6 - 50 \cdot 10^6 \times 6 / 100 - 4 \times 48000 \times 24 = 42,29 \text{ Mbps}$ .

#### 1.1.6. Choisir alors le codec vidéo adapté.

XAVC-L HD 50i mode : VBR, MAX bit rate 35 Mbps.

## 1.2. Interview joueur en bord terrain en fin de match

**Problématique :** la production souhaite une interview en direct en fin de match des joueurs. Esthétiquement, le rendu de l'image désiré doit permettre une immersion du joueur dans le stade, les tribunes doivent être flous par rapport au joueur. L'ITW doit être reçue en direct pendant l'émission via le système Haivision avec une qualité optimale en fonction de la transmission possible.

1.2.1. Dans le cas présent, **déterminer** qualitativement la profondeur de champ souhaitée et le lien avec l'ouverture du diaphragme.

*PDC faible – le nombre d'ouverture du diaphragme est inversement proportionnelle à la PDC.*

*Dans le cas présent et par rapport aux conditions d'éclairage, le cadreur doit régler son caméscope à F/8 sans autre réglage, ce qui ne correspond pas au rendu souhaité.*

1.2.2. Afin de répondre au rendu souhaité, il est demandé au cadreur de régler son ouverture à F/4. **Déterminer** les deux réglages possibles sur le caméscope afin d'arriver à ce rendu sans toucher à la sensibilité.

*Filtre ND4 et Shutter à 1/200.*

*La transmission en direct de ces interviews « bords terrain » est assurée par un émetteur Haivision PRO460.*

1.2.3. **Justifier** que les interfaces vidéos du caméscope Sony PXW-FX9 et de l'émetteur Haivision PRO460 permettent la transmission du signal vidéo dans le standard vidéo envisagé.

*Le caméscope et l'encodeur dispose d'une interface HD-SDI (1,5 Gbps) permettant le transport d'une vidéo en 1080i50.*

1.2.4. Le but est d'optimiser le rapport Qualité/Débit de transmission. **Définir** le meilleur codec possible au niveau de l'émetteur et le débit maximum possible.

*H265 / 4:2:2 / 10 bits – 20 Mbps.*

1.2.5. Le match se déroule en zone de transmission dite intermédiaire selon l'ARCEP. **Proposer** alors un choix de réglage de débit d'émission, et dans le pire des cas, de l'Haivision PRO460 sachant que l'on dispose de carte SIM des différents opérateurs.

*Réglage de débit inférieur à 12 Mbps.*

## 2. Étude du Caméra plateau LDX 86" 4K

Les tournages sur les plateaux et les équipements en régie sont dans un format HD 1080i50.

**Problématique :** on souhaite vérifier si les chaînes de caméras sont compatibles pour une évolution future en UHD à l'aide des DT 3, DT 4.

2.1. **Relever** la technologie, le nombre de capteur, ainsi que leur résolution.

*3 x 2/3" 4K Xensium HAWK CMOS -> 3840 x 2160.*

2.2. **Nommer** et **expliquer** le principe utilisé dans la caméra pour capter en mode 1080i50.

*DPM Ultra -> les pixels des capteurs sont regroupés par groupe de 4 de façon à obtenir une résolution 1920 x 1080.*

**2.3. Relever** le nombre de sorties vidéo indépendantes du CCU XCU Universe en mode 1080i50.  
3 sorties HD/3G-SDI.

**2.4. Calculer** le débit brut de ces sorties 3G-SDI en mode 1080p50/4:2:2/10bit.

$$\text{Débit brut} = 2 \times (74,25 \cdot 10^6 + 2 \times 37,125 \cdot 10^6) \times 10 = 2,97 \text{ Gbps.}$$

**2.5. Calculer** du débit net UHD/50p (4:2:2 / 10 bit). **Préciser** alors si cette vidéo peut être transmise via deux liaisons 3G-SDI.

$$\text{Débit UHD} = (3840 + 3840/2 + 3840/2) \times 2160 \times 10 \times 50 = 8,294 \text{ Gbps.}$$

8,294 Gbs > 2x2,97 Gbps -> deux liaisons sont insuffisantes.

**2.6.** Dans le cas d'une évolution de la chaîne en UHD/50p, **indiquer** comment chaque CCU sera câblé pour véhiculer la vidéo UHD/50p.

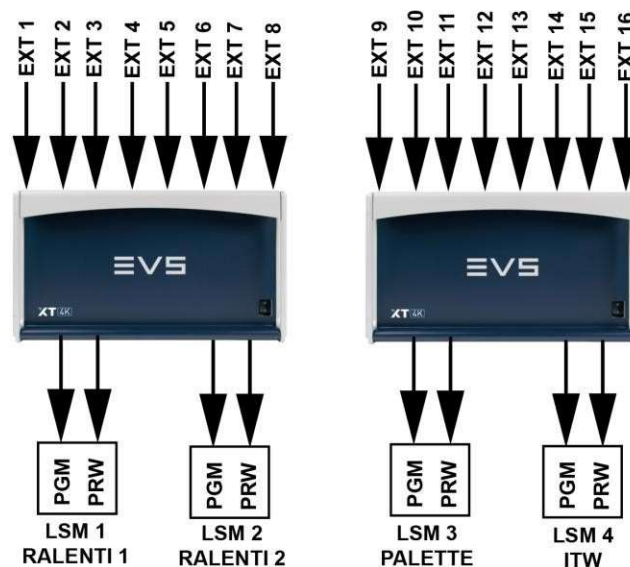
La vidéo est transmise par une liaison Quad-Link réparties sur les sorties A, B, C, Live/Effect.

### 3. Gestion des ralentis et Play/out - Serveur EVS XT4K

Le site dispose de 4 serveur EVS XT4K. Lors des soirées « ligue des champions », l'émission utilise 2 serveurs disposant de 12 canaux.

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

La répartition des canaux est la suivante :



**Problématique :** le chef d'équipement doit vérifier que l'espace de stockage sur les serveurs EVS XT4 est suffisant en vue de l'émission du soir. La prise d'antenne a lieu une heure avant le match (2 x 45 min + 15 min mi-temps) et rendue après le débrief (30 min après le coup de sifflet final).

**3.1. Indiquer** la taille du GOP dans les différents Codecs d'enregistrement des serveurs EVS.

*GOP = 1 / Mode Intra -> calcul des images indépendantes entre elles.*

**3.2.** Sachant que le format pivot de la chaîne est le DNxHD185, **justifier** la possibilité d'avoir 8 canaux en entrées du serveur.

*En DNxHD185, l'acquisition de 16 canaux maximums est envisageable.*

Ces serveurs XT4K sont équipés de 6 disques de 900 GB, montés en RAID 4+1 / 1 disque de Spare. L'appellation Raid 4+1 chez EVS est en fait un RAID3 à 5 disques.

**3.3. Expliquer** le fonctionnement et les intérêts d'un RAID3. **Donner** la capacité théorique de stockage de l'XT4K.

Les données sont réparties sur 4 disques. Des données de parité seront calculées sur le 5<sup>ème</sup>. Ses intérêts est la performance Lecture/Ecriture multiplié théoriquement par 4 par rapport à 1 disque et une tolérance aux pannes d'un disque.

Capacité = 3600 GO.

**3.4. Expliquer** l'intérêt d'un disque de Spare.

*En cas de défaillance d'un des disques du RAID, le disque de spare prendra le relai et se reconstruit.*

**3.5.** Par rapport au Codec envisagé, **relever** la durée des vidéos qui peuvent être stockées.

*230 heures.*

**3.6.** Sachant que le serveur XT4K ralenti ne dispose actuellement que de 40 % de stockage disponible et que les 8 flux entrants sont enregistrés, **justifier** que la capacité de d'enregistrement est suffisante.

*Durée globale du programme = 60 min + 2 x 45 min + 15 min + 30 min = 215 min.*

*8 canaux en entrées : train d'enregistrement nécessaire = 8 x 215 = 1710 min.*

*Conclusion : 230 x 60 x 0,4 >> 1710 min.*

*Aucun problème pour les enregistrements des flux.*

**Problématique : à l'aide des documents DT 5, le chef d'équipement doit définir les possibilités de connexions des « remotes » LSM, du logiciel de contrôle IPDirector.**

**3.7. Relever** le type de connecteur et le protocole permettant les liaisons de contrôle entre un serveur XT4K et les « remotes » LSM et l'IPDirector.

*SUBD-9 / RS422.*

**3.8. Expliquer** le principe du protocole utilisé.

*Le Protocole RS422 utilisé est une liaison série (jusqu'à 1200 m). Cette liaison est basée sur une transmission différentielle en émission Tx et Réception Rx.*

**3.9.** À l'aide du document **DT 7**, **définir** le code des licences nécessaires pour l'utilisation de deux « remotes » LSM et d'un IPDirector. **Justifier** que l'on peut les connecter.

*Licence LSM : entre 103 et 109 / Licence IPD : 120 ou 121.*

*L'XT4K dispose de 6 connections RS. On peut donc connecter les 2 LSM et l'IPD.*

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL - OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS		Session 2025
PHYSIQUE ET TECHNIQUE DES ÉQUIPEMENTS ET SUPPORTS - U3	25MVPTESE	Page 5 / 7

#### 4. En/Dé-capsulation SDI/IP 2022-6

Le routage vidéo de l'ensemble des équipements est basé sur le protocole IP 2022-6 (DT 6). L'équipement permettant l'encapsulation et la décapsulation SDI<>IP est un IPG-3901.

**Problématique : le chef d'équipement doit vérifier si la configuration du maillage vidéo permet de satisfaire aux besoins nécessaires à la production.**

**4.1.** En analysant le schéma de principe d'un IPG-3901, **déterminer** le nombre maximal d'entrées et sorties physiques vidéos disponibles.

*Jusqu'à 9 entrées possibles en 3G-SDI ou jusqu'à 9 sorties possibles en 3G-SDI.*

Afin de sécuriser au maximum le fonctionnement des régies, il a été choisi une redondance totale pour la transmission des signaux.

**4.2.** À l'aide des schémas block des IPG-3901, **déterminer** alors le nombre maximal sorties vidéos disponibles sachant que l'on désire une configuration avec deux entrées redondantes.

*2 sorties possibles en 3G-SDI.*

**4.3. Expliquer** la gestion des canaux audios SDI dans les IPG-3901 pour l'encapsulation SDI/IP.

*Les 16 canaux audios embedded dans le HD-SDI sont demuxés dans l'IPG afin d'être réencapsuler en AES67 pour une transmission sur IP séparée de la vidéo dans la transmission 2022-7.*

**4.4. Préciser** alors l'intérêt des deux sorties SFP+.

*Les différents signaux seront dupliqués sur les deux cœurs réseaux pour permettre la redondance de sécurisation.*

**4.5.** On veut transmettre les deux sorties SFP+ des quatre IPG-3901, en émission et réception, **indiquer** le nombre de module nécessaire QSFP-4SFP10G (DT 8).

*2 x QSFP-4SFP10G.*

#### 5. Évolution vers la norme 2110

Les questions font référence aux documents techniques DT 9.

**Problématique : l'objectif est de comprendre les évolutions de synchronisation des équipements vers la norme SMPTE 2110.**

**5.1. Relever** deux évolutions majeures lors du passage de la norme SMPTE 2022 à la norme SMPTE 2110.

*Les 2 permettent de transporter des flux SDI sur IP. Le 2110 est une évolution du 2022 dans laquelle les différents types d'information sont séparés en plusieurs flux parallèles.*

*Cela conduit à une réduction de la charge du réseau et une meilleure capacité d'évolution.*

**5.2. Décrire** la nature des signaux transportés dans chacune des composantes du protocole : 2110-10, 2110-20, 2110-30, 2110-40.

*ST 2110-10 – Synchronisation : PTP.*

*ST 2110-20 – Vidéo : SMPTE 2022-6.*

*ST 2110-30 – Audio : AES67.*

*ST 2110-40 – Données Auxiliaires.*

**5.3. Expliquer** la fonction du protocole PTP. **Lister** 3 signaux en audio et vidéo utilisés par des équipements ne fonctionnant pas en IP, que peut remplacer le PTP (pour des équipements IP).

*PTP signifie « Precision Time Protocol ». Il permet la synchronisation de l'ensemble des équipements audiovisuel « IP » du réseau.*

*Le PTP remplace les signaux de synchronisation « classiques » : Black-Burst, Tri-Level, Word-Clock*

## **6. Configuration réseau du réseau Dante**

Les liaisons audios entre les différentes régions et le plateau sont assurées par un réseau Dante (voir schéma ci-dessous). Les liaisons réseau sont basées sur un switch Cisco 2960 et un switch Cisco SG350. Cette infrastructure nécessite la configuration d'un « VLAN Dante » (**DT 10**).

**Problématique : le technicien doit modifier la configuration du switch afin d'ajouter de nouveaux équipements sur le réseau Dante.**

**6.1. Expliquer** le terme « VLAN » et l'utilité de cette configuration.

*VLAN signifie « Virtual Local Area Network ». Il permet de diviser le switch virtuellement en plusieurs domaines / réseaux. C'est plus efficace que les réseaux logiques (par masque de sous-réseau) car cela délimite la taille des domaines de diffusion broadcast (les horloges par exemple). Cela réduit considérablement le trafic.*

L'ingénieur réseau qui a réalisé la configuration a envoyé une commande « show runningconfig » au switch Cisco 2960, et a obtenu la réponse (extrait) décrite sur le **DT 10**.

**6.2. Expliquer** le but de cette commande.

*Cette commande demande au switch de décrire la configuration qui est actuellement active (« running »)*

**6.3. Définir** les termes « Access », « Trunk », « encapsulation dot1q ».

*Un port configuré « Access » transmet des données vers et depuis un VLAN unique vers un équipement « final » (un serveur ou une station utilisateur).*

*Un port « Trunk » est utilisé pour se connecter à un autre commutateur ou routeur. C'est une liaison qui transporte entre switches des données à partir de plusieurs VLAN.*

*Le protocole dot1q insère un tag contenant le N° de VLAN émetteur. Cela permet au switch qui reçoit une trame sur un port « Trunk » de savoir vers quel VLAN la diriger.*

**6.4. Lister** les ports sur lesquels il est possible de connecter des équipements accédant au réseau Dante.

Tous les ports notés « Access VLAN 50 » => ports de 07 jusqu'à 28.

**6.5. Proposer** une modification de cette configuration afin de connecter de nouveaux équipements au réseau Dante.

*Tous les ports de 29 à 48 sont « shutdown ». Ils ont volontairement été éteints. Il est tout à fait possible de rallumer 1 ou plusieurs ports et de les affecter au VLAN Dante.*