



# CST-RT021-part2:2013

Annexe CST-RT21-MFFS  
Spécification de format mezzanine pour films

Groupe de travail CST-RT021-MFFW

<b>Nom</b>	<b>Version</b>	<b>Auteur</b>	<b>Date de publication</b>
<b>CST-RT021-MFFS</b>	Version 1.0	CST-RT021-MFFW	Décembre 2013

# I. Table des matières

---

I.	Table des matières .....	3
II.	Présentation de l'IMF.....	4
III.	Organisation des documents au sein de l'IMF.....	5
IV.	Bibliographie.....	6
V.	Spécifications des fichiers Audio.....	7
VI.	Spécifications des fichiers Vidéo.....	8
A.	Fichiers MXF.....	8
B.	Combinaisons de valeurs de taille d'images possibles .....	11
VII.	Essences JPEG 2000 embarquées .....	12
A.	Contraintes pour le profil 2.....	12
VIII.	IMF Composition PlayList (CPL) .....	13

## II. Présentation de l'IMF

---

L'Interoperable Master Format (IMF) a été spécifié par l'Entertainment Technology Center (ETC) et est en cours de standardisation par le SMPTE.

L'IMF est un framework conçu pour représenter une ou plusieurs versions d'une composition destinée à des canaux de distribution.

L'architecture de l'IMF (IMF Package) sépare les données de composition et les fichiers d'essence afin de permettre la réutilisation d'une même essence au sein de plusieurs compositions.

Afin de satisfaire un maximum de workflows, l'IMF définit d'une part un tronc commun regroupant les contraintes des fichiers Audio, Vidéo, des Composition PlayLists et d'autre part introduit la notion d'IMF Application.

Une Application IMF définit un ensemble de contraintes principalement sur l'essence Vidéo. Actuellement deux applications sont définies et ont atteint le statut de ST Audit. D'autres applications pourraient être définies dans le futur.

Un livrable IMF est un package appelé IMP (Interoperable Master Package), comprenant une packingList et les fichiers référencés par celle-ci.

### III. Organisation des documents au sein de l'IMF

La spécification IMF est une suite de documents standardisés au SMPTE sous le numéro ST 2067.

Voici la liste des principaux documents et leur statut.

Il y a tout d'abord le tronc commun avec les documents :

SMPTE ST 2067-2	IMF Core Constraints	ST Audit. Wait for ST 2001.
SMPTE ST 2067-3	IMF Composition Playlist	Published
SMPTE ST 2067-4	IMF Output Profile List	Working draft
SMPTE ST 2067-5	IMF Essence Component	Published
SMPTE ST 2067-8	IMF Common Audio Channels, soundfields groups	ST Audit

Ensuite, un document décrit les spécificités et contraintes pour chaque application :

SMPTE ST 2067-20	IMF Application 2 - JPEG 2000 SD/HD	ST Audit. Waiting for ST 422 and IMF Core Constraints.
SMPTE ST 2067-30	IMF Application 3 - SStP HD/2K/4K	ST Audit. Waiting for IMF Core Constraints

## IV. Bibliographie

---

L'IMF reposent sur les standards SMPTE suivants :

SMPTE ST 377-1:2011	Material Exchange Format (MXF) – File Format Specification
SMPTE ST 377-4:2012	MXF Multichannel Audio Labeling Framework
SMPTE ST 379-1:2009	Material Exchange Format (MXF) – MXF Generic Container
SMPTE ST 382:2007	Material Exchange Format (MXF) – Mapping AES3 and Broadcast Wave Audio into the MXF Generic Container
SMPTE ST 422:2006	Material Exchange Format (MXF) – Mapping JPEG 2000 Codestreams into the MXF Generic Container
SMPTE ST 429-6:2006	D-Cinema Packaging – MXF Track File Essence Encryption
SMPTE ST 2067-2	Interoperable Master Format – Core Constraints
SMPTE ST 2067-3:2013	Interoperable Master Format – Composition Playlist
SMPTE ST 2067-4	Interoperable Master Format – Output Profile List
SMPTE ST 2067-5:2013	Interoperable Master Format – Essence Component
SMPTE ST 2067-8	Interoperable Master Format – Common Audio Channels, soundfields groups
SMPTE ST 2067-20	Interoperable Master Format – Application 2
SMPTE ST 2067-30	Interoperable Master Format – Application 3

## V. Spécifications des fichiers Audio

Les fichiers Audio sont des fichiers MXF conformes aux standards SMPTE ST377-1:2011 et ST379-1:2009, contenant une essence PCM-Wave (voir SMPTE ST382) et labellisés (voir SMPTE ST377-4).

Pour être compatible IMF, un fichier audio doit respecter les contraintes définies dans SMPTE ST 2067-5 et SMPTE ST 2067-2. Le tableau suivant liste les contraintes devant être respectées.

	<i>Contrainte</i>	<i>Origine</i>
<b>MXF Operational Pattern</b>	OP-1a	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF essence(s)</b>	Mono-essence	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF wrapping</b>	Clip wrapped	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF Header/Footer</b>	Closed and complete	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF index tables</b>	Shall have a complete index table	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF system item</b>	Should not have a system item	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF KAG</b>	Shall have a KAG size of 1	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF Header Fill Item</b>	Minimum 8KB	SMPTE ST 2067-5
<b>Audio Sample Rate</b>	48000Hz / 96000 Hz	SMPTE ST 2067-2
<b>Audio Bit Depth</b>	24 bits per sample	SMPTE ST 2067-2
<b>Audio Wrapping</b>	Broadcast Wave (ST 382)	SMPTE ST 2067-2
<b>MultiChannelAudioLabeling</b>	Shall have Audio Labelling metadata: 1 AudioChannelLabelSubDescriptor for each audio channel, and 1 SoundfieldGroupLabelSubdescriptor	SMPTE ST 2067-2

Un fichier doit donc contenir dans l'ordre :

1 Header Partition (header metadata only)
1 Fill Item of minimum 8KB
1 Body Partition with clip wrapped PCM-Wave essence
1 Body Partition with a complete index table
1 Complete Footer Partition
1 RIP

Contenu et contraintes du Wave Audio Essence Descriptor :

<b>Sample Rate</b>	Shall be 48000/1 or 96000/1
<b>Essence Container</b>	Shall be 06.0E.2B.34.04.01.01.01.0D.01.03.01.02.06.02.00
<b>Audio Sampling Rate</b>	Shall be 48000/1 or 96000/1
<b>ChannelCount</b>	Shall be present
<b>Quantization bits</b>	Shall be 24
<b>SoundEssenceCoding</b>	Shall be 06.0E.2B.34.04.01.01.01.04.02.02.01.7F.00.00.00
<b>Block Align</b>	Shall be present
<b>Average Bytes per Second</b>	Shall be 288000 or 576000

## VI. Spécifications des fichiers Vidéo

### A. Fichiers MXF

Les fichiers Vidéo sont des fichiers MXF conformes aux standards SMPTE ST377-1:2011 et ST379-1:2009, contenant une essence définie par l'IMF Application.

Pour être compatible IMF, un fichier Vidéo doit respecter les contraintes définies dans SMPTE ST2067-5 et SMPTE ST2067-2. Le tableau suivant liste les contraintes devant être respectées.

	<i>Contrainte</i>	<i>Origine</i>
<b>MXF Operational Pattern</b>	OP1a	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF essence(s)</b>	mono-essence	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF wrapping</b>	frame wrapped, regularly partitioned (60 seconds)	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF Header/Footer</b>	closed and complete	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF index tables</b>	Shall have distributed and complete index tables	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF system item</b>	Should not have a system item	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF KAG</b>	Shall have a KAG size of 1	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF Header Fill Item</b>	Minimum 8KB	SMPTE ST 2067-5
<b>MXF partitions</b>	Each body partition shall exclusively have metadata, index tables or essence	SMPTE ST 2067-5
<b>Active Area</b>	Optional Area inside the Display Rectangle	SMPTE ST 2067-2

Un fichier doit donc contenir dans l'ordre :

1 Header Partition (header metadata only)
1 Fill Item of minimum 8KB
1 Body Partition with max 60s of frame wrapped Video essence
1 Body Partition with an index table
1 Body Partition with max 60s of frame wrapped Video essence
1 Body Partition with an index table
1 Complete Footer Partition
1 RIP

Dans l'état actuel, il n'existe pas d'application IMF couvrant les besoins de la CST. L'application qui semble la plus proche est l'IMF Application 2, elle diffère toutefois sur des points qui rendent son utilisation incompatible avec les besoins de la CST RT021. Le tableau suivant liste les différences entre l'application 2 de l'IMF et les besoins de la CST RT021.

	<b>IMF Application 2 Constraint</b>	<b>CST-RT021 Requirements</b>
<b>Frame Size</b>	Maximum 1920x1080	2K (2048x1536), 4K (4096x3072), 6K (6144x4608), 8K (8192x6144)
<b>Frame Rate</b>	From 24 to 60000/1001	16,200/11,20,240/11,24,25,30,48,50,60
<b>ColorSpace</b>	YCbCr or RGB	XYZ
<b>Bit Depth</b>	8 or 10 bits	16 bits
<b>Sampling</b>	4:4:4 or 4:2:2	4:4:4
<b>Profile</b>	JPEG 2000 Broadcast Profile 2 Single Tile (Levels 1 – 5) or Multi Tile Reversible (Levels 6 or 7)	JPEG 2000 Profile 2 mathematically lossless. Refer to § on JPEG 2000.

Les fichiers Vidéo devront respecter les contraintes suivantes. Ces contraintes pourront être proposées au Working Group SMPTE-35PM50-IMF pour être incluses dans la réflexion sur l'Application 2 Extended.

	Constraint
<b>Frame Size</b>	2K (2048x1536), 4K (4096x3072),(later 6K (6144x4608), 8K (8192x6144))
<b>Frame Rate</b>	16,200/11,20,240/11,24,25,30,48,50,60
<b>Frame Layout Structure</b>	Full Frame Progressive
<b>ColorSpace</b>	XYZ CIE 1931
<b>Bit Depth</b>	16 bits
<b>Colorimetry</b>	(X,Y,Z) components
<b>Quantization</b>	Linear 16 bits integer (0-65535)
<b>Sampling</b>	4:4:4
<b>Stereoscopic</b>	Non
<b>Encoding</b>	Each frame shall be encoded as a single ISO-IEC 15444-1 Appendix A JPEG 2000 codestream
<b>Profile</b>	JPEG 2000 Profile 2 mathematically lossless
<b>Component Ordering</b>	In a codestream, color components shall be in the order X, Y, Z
<b>Essence Wrapping</b>	The JPEG 2000 essence shall be wrapped according to SMPTE ST 422
<b>Essence Descriptor</b>	An RGBA Picture Essence Descriptor shall be present
<b>Essence Sub-Descriptor</b>	A JPEG 2000 Picture Sub-Descriptor shall be present (SMPTE ST 422 § 7.2)
<b>MXF Encryption</b>	No encryption

Contenu et contraintes du RGBA Picture Essence Descriptor dans le cas du XYZ :

<b>Sample Rate</b>	Shall be set to the Frame Rate (even in the case of segmented frame) (see Annex A of ST 422)
<b>Essence Container</b>	Shall be 06.0E.2B.34.04.01.01.07.0D.01.03.01.02.0C.01.00
<b>Signal Standard</b>	Shall be ignored
<b>Frame Layout</b>	Shall be 0 = FULL_FRAME (Progressive)
<b>Stored Width</b>	Shall be present
<b>Stored Height</b>	Shall be present
<b>StoredF2Offset</b>	Shall not be present
<b>Sampled Width</b>	Shall not be present or shall be equal to Stored Width
<b>Sampled Height</b>	Shall not be present or shall be equal to Stored Height
<b>Sampled XOffset</b>	Shall not be present or shall be 0
<b>Sampled YOffset</b>	Shall not be present or shall be 0
<b>Display Height</b>	Shall not be present or shall be equal to Stored Height
<b>Display Width</b>	Shall not be present or shall be equal to Stored Width
<b>Display XOffset</b>	Shall not be present or shall be 0
<b>Display YOffset</b>	Shall not be present or shall be 0
<b>Active Height</b>	Optional (Optional and useful only if the content contains black bands and the active video is to be entered.)
<b>Active Width</b>	Optional (Optional and useful only if the content contains black bands and the active video is to be entered.)
<b>Active XOffset</b>	Optional (Optional and useful only if the content contains black bands and the active video is to be entered.)
<b>Active YOffset</b>	Optional (Optional and useful only if the content contains black bands and the active video is to be entered.)
<b>DisplayF2Offset</b>	Shall not be present
<b>Aspect Ratio</b>	Shall be present
<b>Active Format Descriptor</b>	Shall be ignored
<b>Video Line Map</b>	Shall be present (encoder required)
<b>Alpha Transparency</b>	Shall not be present
<b>Transfer Characteristic</b>	Shall be present (06.0e.2b.34.04.01.01.06.04.01.01.01.01.06.00.00 > Linear transfer characteristic)
<b>Field Dominance</b>	Shall not be present
<b>Picture Essence Coding</b>	Shall be present and set to the value identifying the JPEG 2000 Profile used to encode the image essence "06.0e.2b.34.04.01.01.0a.04.01.02.02.03.01.01.7f" (cfr SMPTE-RP224)
<b>Coding Equations</b>	Shall not be present *
<b>Color Primaries</b>	Shall not be present *
<b>Alternative Centre Cuts</b>	optional
<b>Pixel Layout (RGBA Picture Essence Descriptor only)</b>	Shall be present

- \* Non pertinent avec le choix de l'espace colorimétrique XYZ et l'encodage 16 bits linéaire.

## B. Combinaisons de valeurs de taille d'images possibles

Travailler si possible sans barres noires.

Exemple 1.85 avec barres noires :

	<b>2K-185</b>	<b>4K-185</b>	<b>6K-185</b>	<b>8K-185</b>
<b>Stored Width</b>	2048	4096	6144	8192
<b>Stored Height</b>	1536	3072	4608	6144
<b>StoredF2Offset</b>	0	0	0	0
<b>Sampled Width</b>	2048	4096	6144	8192
<b>Sampled Height</b>	1536	3072	4608	6144
<b>Sampled XOffset</b>	0	0	0	0
<b>Sampled Yoffset</b>	0	0	0	0
<b>Display Width</b>	2048	4096	6144	8192
<b>Display Height</b>	1536	3072	4608	6144
<b>Display Xoffset</b>	0	0	0	0
<b>Display Yoffset</b>	0	0	0	0
<b>Active Width</b>	2048	4096	6144	8192
<b>Active Height</b>	1106	2212	3318	4424
<b>Active Xoffset</b>	0	0	0	0
<b>Active Yoffset</b>	215	430	645	860

Pour information, exemples de valeurs en cinéma numérique 2K :

	2K 16/9	2K 2.39 with black bands	2K 2.39 without black bands
<b>Stored Width</b>	2048	2048	2048
<b>Stored Height</b>	1080	1080	858
<b>StoredF2Offset</b>	0	0	0
<b>Sampled Width</b>	2048	2048	2048
<b>Sampled Height</b>	1080	1080	858
<b>Sampled XOffset</b>	0	0	0
<b>Sampled Yoffset</b>	0	0	0
<b>Display Width</b>	2048	2048	2048
<b>Display Height</b>	1080	1080	858
<b>Display Xoffset</b>	0	0	0
<b>Display Yoffset</b>	0	0	0
<b>Active Width</b>	2048	2048	2048
<b>Active Height</b>	1080	858	858
<b>Active Xoffset</b>	0	0	0
<b>Active Yoffset</b>	0	222	0

## VII. Essences JPEG 2000 embarquées

### A. Contraintes pour le profil 2

Les recommandations principales sont listées en fonction des options définies dans le document principal ISO/IEC 15444-1 et s'inspirent des choix faits pour le cinéma et décrit dans les documents les ISO/IEC 15444-1- amd1 et ISO/IEC 15444-1-amd2 du JPEG 2000.

<b>Profile indication</b>	2	
<b>Tiles</b>	1 for 2K 1 or 4 for 4K *	Discussion regarding 2K tiles
<b>Sub-sampling</b>	No	
<b>Number of components</b>	3	
<b>Bit depth</b>	16 bits unsigned	
<b>Number of layers</b>	1	
<b>Number of decomposition levels</b>	<= 5 for 2K <= 6 for 4K *	
<b>Progression order</b>	LRCP ou CPRL	
<b>POC marker</b>	No	
<b>Marker</b>	cf profile 3	
<b>Precinct</b>	cf profile 3	
<b>Codeblocks size</b>	cf profile 3	
<b>Transformation</b>	Reversible 5-3 filter	
<b>Multiple component transform</b>	No RCT	

\* 6K et 8K à voir dans un second temps.

Le codage est fait exclusivement en XYZ pour éviter la gestion ambiguë du RGB. La plus grande prudence est nécessaire dans les conversions, et demande une connaissance des caractéristiques spectrales de l'illuminant et des filtres colorés du scanner, laissé à la responsabilité du laboratoire.

## VIII. IMF Composition Playlist (CPL)

Un fichier XML décrivant la Composition Playlist (CPL) – conforme au standard SMPTE ST2067-3 - doit accompagner les fichiers MXF contenant les différentes essences.

En tenant compte des contraintes définies dans les standards SMPTE ST2067-3 et ST2067-2, la CPL :

- doit contenir la section EssenceDescriptorList contenant obligatoirement pour chaque fichier MXF :
  - un ID unique ;
  - une copie du MXF File Descriptor (descriptif de l'essence). Par exemple, pour un fichier Vidéo il faut copier le RGBA Picture Essence Descriptor et le JPEG 2000 Picture Sub-Descriptor. The Wave Audio Essence Descriptor doit être copié pour un fichier Audio.
- doit contenir les métadonnées décrivant le contenu et la révision (IssueDate, ContentTitle).
- chaque segment de la Timeline doit :
  - contenir une seule séquence vidéo (MainImageSequence) ;
  - une ou plusieurs séquences audio (MainAudioSequence) ;
  - optionnellement peut contenir une séquence de sous-titres (SubtitlesSequence).

Dans le cadre d'une nouvelle application, on peut contraindre encore plus la CPL afin de limiter les divergences d'implémentations et donc les risques d'incompatibilité.

- Une CPL peut être composée de plusieurs bobines (segments). Chaque bobine correspond à une unité numérisée ;
- Chaque bobine de la CPL (segment) contient obligatoirement une séquence vidéo (MainImageSequence) et une séquence audio (MainAudioSequence) ;
- Les divers éléments actifs d'un segment (vidéo, audio, sous-titres) doivent avoir la même durée et les mêmes Timecodes ;
- Chaque séquence ne doit comporter qu'une seule ressource ;
- Il est recommandé pour tous les éléments, que l'essence soit utilisée dans son intégralité. Dans ce cas l'EntryPoint doit être égal à 0 et le SourceDuration doit être égal à l'IntrinsicDuration. Dans le cas où l'EntryPoint n'est pas à 0, il indique le début actif de l'élément après toute séquence de calibration ou d'amorce présent dans l'élément film original ;
  - Il est recommandé que les EntryPoints assurent la synchronisation des essences.
  - Il est recommandé que l'IntrinsicDuration des éléments image et son soient égales.
- Chaque ressource d'une séquence doit être lue une et une seule fois (RepeatCount égal à 1) ;
- La présence des métadonnées suivantes est obligatoire : Issuer, Creator, ContentKind and ContentVersion.

Il n'y a pas de contrainte de durée minimum ou maximum pour une ressource au sein d'une séquence.

Il n'y a pas d'effets de transition ou superposition prévus dans l'IMF, les essences (particulièrement l'audio) doivent donc être traitées de manière à pouvoir être concaténées sans transition.

