



Aspects Systèmes de la norme MPEG-4

SI 350

Cyril Concolato

14/06/2010



Plan

- **Le groupe MPEG**
 - Les standards parus
 - Le fonctionnement
- **La norme MPEG-4**
 - Description de scène
 - Description des Objets média
 - Architecture d'un terminal MPEG-4
 - Architecture complète
 - Systèmes de Protection
 - Terminal MPEG-4 Programmable

1/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Le groupe MPEG

- **Moving Picture Expert Group**
 - Groupe de normalisation
 - ISO/IEC JTC1 SC 29 WG 11
 - Créé en 1988
 - Responsable: Leonardo Chiariglione
 - Participants: 350 personnes - 20 pays
 - 4 réunions plénières/an
- **But**
 - Développement de standards pour la compression le traitement et la représentation d'images animées, de signaux audio et de leur combinaisons pour satisfaire une large variété d'applications.
- **Standards publics mais payants**

2/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Documents de travail internes MPEG

- **Contributions individuelles (Mxxxx)**
 - Évalué par un groupe d'expert (ad-hoc group)
 - Recommandation à MPEG (acceptation, refus, information)
- **Documents approuvés Nxxxx (ou Wxxxx)**
 - Standards en cours d'édition
 - Appels à propositions, à besoins, à preuves, ...
 - Résolutions: démarrage, arrêt, exploration d'une nouvelle activités
 - Liaisons
 - Divers

3/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Processus MPEG (1/2)

- **Parcours d'un standard**
 - Test Model
 - implémentation de test
 - Working Draft: WD
 - Boucle jusqu'à maturité suffisante
 - Core Experiments
 - Comité Draft: CD
 - Boucle jusqu'à maturité suffisante
 - Vote (avec commentaires), si quorum atteint: passage en FCD
 - Final CD: FCD
 - Obligation d'avoir un logiciel de référence
 - Vote (avec commentaires), si quorum atteint: passage en FDIS
 - Final Draft International Standard: FDIS
 - Vote Oui/Non:
 - 75% de oui => IS
 - International Standard: IS
 - ISO/IEC ?????-??-???? IS
- **Parcours d'un amendement**
 - WD
 - Proposed Draft Amendment: PDAM
 - Final PDAM: FPDAM
 - Final Draft Amendment: FDAM
 - Amendment: AMD
 - ISO/IEC ?????-??-???? AMD
- **Erreur => corrigendum**
 - Draft Corrigendum: DCOR,
 - COR
 - ISO/IEC ?????-??-???? COR
- **Après 3-4 AMD/COR, génération d'une nouvelle édition**

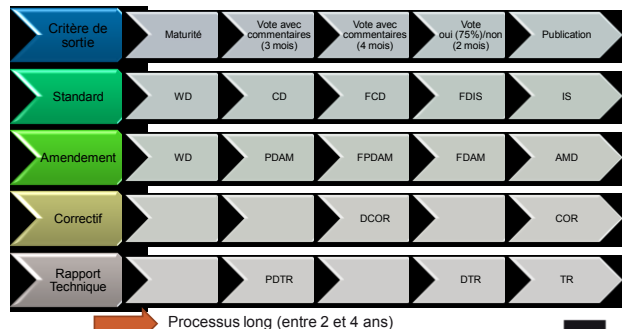
4/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Processus MPEG (2/2)



5/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Les normes MPEG

- **MPEG-1 (ISO/IEC 11172) – 1992**
 - Codage A/V (~1,5 Mbit/s) pour CD Vidéo, CD interactifs, MP3
 - Environnement sans erreur
- **MPEG-2 (ISO/IEC 13818) – 1994**
 - Codage A/V et transport pour DVD, TV numérique, AAC
- **MPEG-4 (ISO/IEC 14496) – 1998**
 - Codage et Description de contenu multimédia riche
- **MPEG-7 (ISO/IEC 15938) – 2001**
 - Codage et Description en XML de données A/V pour l'indexation
- **MPEG-21 (ISO/IEC 21000) – 2003**
 - Description XML pour la distribution, l'adaptation, la lecture et la gestion des droits et des licences de contenu A/V

6/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Les normes MPEG

- **MPEG-A (ISO/IEC 23000)**
 - Multimedia Application Formats
- **MPEG-B (ISO/IEC 23001)**
 - Technologies génériques des Systèmes MPEG
- **MPEG-C (ISO/IEC 23002)**
 - Technologies communes de codage vidéo
- **MPEG-D (ISO/IEC 23003)**
 - Technologies communes au codage audio
- **MPEG-E (ISO/IEC 23004)**
 - Multimedia Middleware
- **MPEG-M (ISO/IEC 23006)**
 - MPEG extensible middleware (MXM)
- **MPEG-U (ISO/IEC 23007)**
 - Rich media user interfaces
- **MPEG-V (ISO/IEC 23005)**
 - Media context and control

7/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



MPEG et Conformité

- **Partie 4 de beaucoup de normes MPEG**
- **Comment vérifier qu'une implémentation est conforme à la norme ?**
 - Capacité à traiter des bitstreams de référence
- **Comment vérifier qu'un contenu (bitstream) est conforme ?**
 - Capacité du logiciel de référence à traiter ce bitstream

8/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



MPEG et Logiciel de référence

- **Partie 5 de beaucoup de normes MPEG**
- **Disponible gratuitement sous licence ISO**
 - Différent du logiciel libre!
- **Utilité du logiciel**
 - Lève les ambiguïtés de la spécification textuelle
 - Comparer les comportements entre implémentation
- **Attention: « you get what you pay for »**
 - Logiciels indépendants
 - Versions non nécessairement compatibles
 - Langages de programmation potentiellement différents
 - Censé implémenter tout le standard mais pas nécessairement efficacement!

9/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



MPEG-4 – une norme – 27 parties

- **Aspects Vidéo**
 - Partie 2 (DivX ou ASP/SP), Partie 10 (AVC, SVC, MVC, HEVC)
- **Aspects Audio**
 - Partie 3 (AAC, HE-AAC), Partie 24 et 26
- **Aspects Systèmes**
 - Parties 1 et 6 – concepts et architecture du terminal
 - Parties 11, 19, 20 et 23 – description de scène et codage
 - Partie 13 – Protection de contenu
 - Parties 12, 14 et 15 – Formats de fichier
 - Partie 8 – Streaming
 - Parties 16, 21, 25 – Extensions 3D
 - Parties 17, 18 et 22 – Gestion du texte
- **Divers**
 - Partie 4, 26 et 27 – Conformité
 - Partie 5, 7 et 9 – logiciel de référence

10/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Qu'est ce qu'une scène MPEG-4 ?

- **Description déclarative**
 - Au format XML ou binaire
 - Avec possibilité de programmation ECMAScript et/ou Java (MPEG-J)
- **Organisation spatio-temporelle des éléments de la scène**
 - Arbre/Grappe de scène
 - Modèle événementiel pour l'interactivité
- **Éléments graphiques synthétiques 2D et/ou 3D**
 - Cercles, Polygones, Courbes de Bézier ...
- **Primitives de contrôle de média**
 - Play, pause, stop
- **Traitement du texte**
 - Police de caractères, taille, couleur, ...
- **Temporalité de la description de scène**
 - Mise à jour de la scène: suppression, insertion d'objets ...
 - Commandes temporelles de mise-à-jour
 - Ex: à l'instant T, modifier le nœud N dans l'arbre
 - Suite de commandes
 - => Scene Description Stream
- **2 formats de description de scènes MPEG-4**
 - BIFS (Partie 11)
 - LAsER (Partie 20)

11/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



BIFS – Binary Format for Scene

- **Langage initialement basé sur VRML**
 - Extensions: 2D, texte, contrôle des médias ...
- **Format binaire**
 - Codage compact, efficace contextuel de l'arbre de scène
 - Utilisation de techniques classiques de codage (quantification, codage arithmétique)
 - Stockage dans des fichiers MP4
 - Transport sur RTP ou MPEG-2 TS
- **2 Formats XML: XMT-A et XMT-O**

12/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



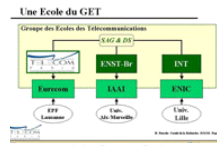
Exemples de contenu BIFS



Source: Humanoïdes associés [Dessins animés 2D](#)



Source: BBC [Mondes virtuels 3D](#)



Transparents à la PowerPoint



[Cartographie](#)

13/

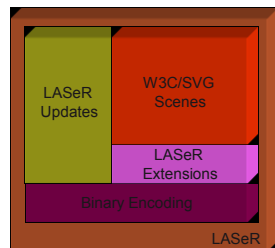
SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



LASeR – Lightweight Application Scene Representation

- **Langage initialement basé sur SVG**
 - Extensions spécifiques
- **Format binaire**
 - Compatible avec le mécanisme générique de compression XML



14/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Exemples de contenus LASeR



Image Fixe Vectorielle

Source: [streamezzo.com](#)



Portail Audio/Video Interactifs



Dessins animés

15/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



La notion d'objet en MPEG-4

Object Descriptor Framework

Comment utiliser des média dans une présentation MPEG-4 ?

16/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Objets média vs Flux média

- **Objet média = ensemble de flux média**
 - Plusieurs flux alternatifs (ex: anglais, français)
 - Plusieurs flux complémentaires (base, amélioration)
 - Décrit par un ObjectDescriptor
- **Flux média = flux élémentaire**
 - Ex: Audio, Vidéo, BIFS, Image ...
 - Décrit par un ElementaryStreamDescriptor

17/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



ObjectDescriptor

- **Identifiant unique : ObjectDescriptorID**
 - Utilisé par la description de scène
- **Liste des descripteurs de flux élémentaires**
 - Tous les flux participants à cet objet média
- **Descripteur de protection IPMP**
 - Protection commune à tous les flux
- **Descripteur de méta données**
 - Donner des informations sémantiques (langue ...)
 - Ex: MPEG-7
- **Extensions**

18/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Notion de scalabilité MPEG-4

- **Encodage d'un média en plusieurs flux élémentaires**
 - Couches de scalabilité = Base + Amélioration(s)
- **Types de scalabilités**
 - Spatiale: augmentation de la taille de l'image
 - Base = 1 pixel sur 4
 - Amélioration = 3 pixels sur 4
 - Temporelle: augmentation de la fréquence de rafraîchissement des images
 - Base: 1 image sur 5
 - Amélioration 1: 2 images sur 5
 - Amélioration 2: 2 images sur 5
 - SNR: augmentation de la qualité d'image
 - Base: coefficients basse fréquence
 - Amélioration: coefficients haute-fréquence
- **Utilisation possible des OD pour décrire cette scalabilité**

19/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Scalabilité: Spatiale



20/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Scalabilité : SNR



21/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



ElementaryStreamDescriptor

- **Un identifiant: ESID**
 - Unique dans un service MPEG-4 (session de streaming, fichier)
 - Utilisé pour adresser un flux au sein du terminal
- **Dépendances**
 - de décodage entre flux: DependsOnESID
 - Ex: A un instant T, le décodage du flux d'amélioration nécessite le décodage du flux de base
 - d'horloge: OCR_ESID
 - Pour assurer une synchronisation parfaite entre flux
- **Configurations**
 - Nécessaire au décodage du flux
 - Descripteur DecoderConfigDescriptor
 - Nécessaire pour le transport du flux
 - Descripteur SLConfigDescriptor
 - Pour la déprotection de ce flux
 - Descripteur IPMPDescriptor
- **Divers descripteurs: langue, méta-données, extensions, ...**

22/

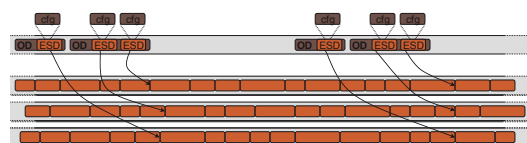
SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



DecoderConfigDescriptor

- **Indique les informations nécessaires à la mise en place d'un décodeur**
 - Type de flux : `streamType` (Ex: audio, vidéo, scène ...)
 - Format du flux : `objectTypeIndication` (Ex: MPEG-2 Video, MPEG-4 Vidéo ...)
 - Taille du buffer en entrée du décodeur
 - Configuration du décodeur (Spécifique à chaque type de flux, Descripteur `DecoderSpecificInfo` (DSI))
- **Particularité de MPEG-4: transport hors bande du DSI**



23/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Flux de descripteur d'objets

- **Présentation MPEG-4 longue**
 - Nécessité de décrire de nouveaux média
 - Besoin de nouveaux ObjectDescriptor à un instant donné
 - Objets média à durée de vie limitée
 - L'interactivité d'une scène peut rendre un objet média inutile
 - Besoin de faire du « garbage collection »
- **Commandes sur ces descripteurs**
 - ObjectDescriptorUpdate
 - ObjectDescriptorRemove
 - ES_DescriptorUpdate
 - ES_DescriptorRemove
- **Temporalité des commandes => Flux d'OD**
 - ObjectDescriptor Elementary Stream

24/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Le descripteur d'objet initial

- **Descripteur d'objet particulier**
 - InitialObjectDescriptor ou IOD
- **Point d'entrée dans un contenu MPEG-4**
 - Indique les profils à respecter
 - Scene description
 - Graphics
 - Object descriptors
 - Audio
 - Visual
 - Indique les flux à mettre en place initialement

25/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



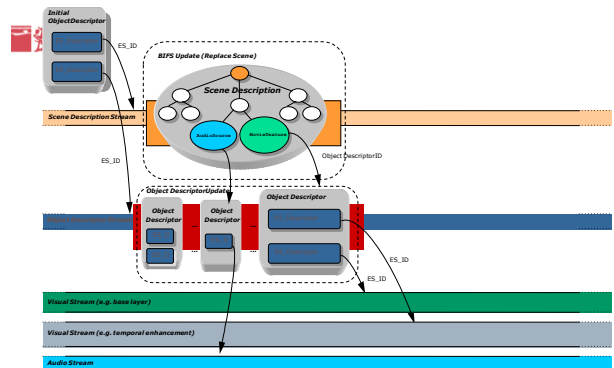
Procédure d'accès au contenu

- **Connexion à un service MPEG-4**
 - Récupération de l'IOD
 - Hors du champ de la norme
 - Ex: streaming serveur (SDP), fichier MP4
- **Mise en place des 1^{ères} chaînes de décodage**
 - Décrites dans l'IOD
 - Au minimum un flux BIFS
 - Décodage et composition de la scène décodée
 - Besoin d'autre flux que BIFS => flux ODES présent
 - Décodage et mise en place de nouvelle chaîne de décodage

26/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



27/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Principes généraux d'un contenu MPEG-4

- **Au minimum une scène**
 - 1 flux BIFS ou 1 flux LAsER
- **Scène avec média (N flux média)**
 - Si flux BIFS
 - Si média dans le même service alors présence obligatoire d'un flux OD et utilisation d'URL « od:// »
 - Sinon utilisation classique d'URL « http:// », « rtsp:// »
 - Si flux LAsER
 - Si média dans le même service alors
 - Utilisation possible d'OD
 - Utilisation habituelle de SAF et les URL utilise le streamID
 - Sinon utilisation classique d'URL « http:// », « rtsp:// »

28/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Architecture d'un terminal MPEG-4

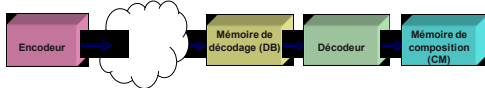
29/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Chaîne de décodage simple



- **Décodage idéal d'un flux élémentaire**
 - Délai constant entre entrée encodeur – sortie décodeur
 - Permet de contrôler à l'encodeur la quantité d'info envoyée
 - Décodage instantané: temps de décodage nul !
 - Taille du DB transportée par un ES Descriptor
- **Adapté au mode « Push »**

30/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Bases de temps, Horloges, Références

- **Media à caractère temporel**
 - Besoin de marquage des données (AU)
 - Unité spécifique à chaque média
 - Notion de « base de temps » / « timebase » / « timescale » / « fréquence »
 - Ex: audio timescale = 44100 Hz, RTP timescale = 90kHz
- **Contrôle des média temporels**
 - Notion d'horloge
 - Vitesse de déroulement du média
 - Différence horloge système et horloge média
- **Synchronisation**
 - Notion de référence d'horloge (Clock Reference)
 - Références entre média ou avec le serveur

31/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Modèle de temps

- **Flux élémentaire**
 - Suite d'**Access Units (AU)**
 - Décodées en **Composition Units (CU)**
 - 1 AU produit N CU(s), N entier
- **Access Unit**
 - Plus petite partie accessible d'un flux élémentaire à laquelle on peut associer un temps
 - 2 timestamps (TS) = Decoding TS + Composition TS
 - DTS = temps à partir duquel une AU est disponible pour le décodage
 - CTS = temps à partir duquel une CU est disponible pour être composée
 - En général DTS = CTS, sauf image I, P, B
 - 2 AU d'un même flux ne doivent pas avoir de DTS ou CTS égaux
 - Pas d'obligation de décoder chaque AU comme un tout

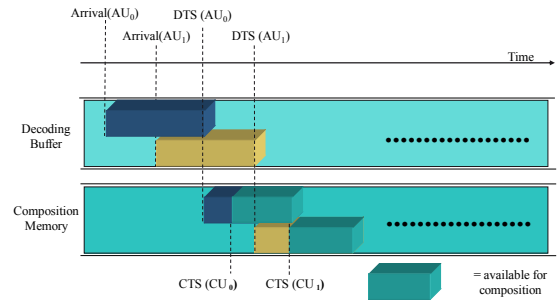
32/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Modèle de temps



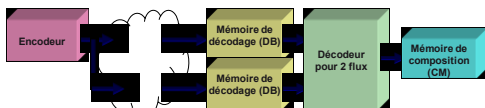
33/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Chaîne de décodage scalable



- **Un décodeur peut recevoir plusieurs flux élémentaires**
 - Les ESDescriptor décrivent les dépendances d'horloge et de décodage.

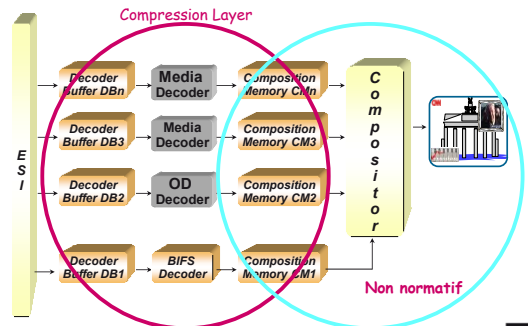
34/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Architecture simplifiée d'un terminal



35/

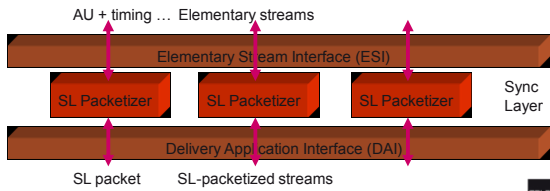
SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



La couche de synchronisation Synchronisation Layer (SL)

- **Paquetisation de flux élémentaires**
 - 1 flux élémentaire = 1 flux SL = ensemble de paquets SL
 - Un paquet SL permet d'associer à une AU
 - Ses timestamp
 - Des informations d'accès aléatoire
 - Des informations de fragmentation des AU
 - Syntaxe du header du paquet SL configurable: SLConfigDescriptor
 - Descripteur transporté dans l'ES Descriptor



36/

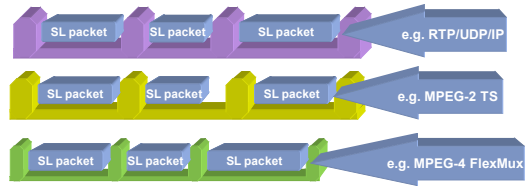
SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Transport de contenu MPEG-4

- **Encapsuler des paquets SL dans des mécanismes de transport existants**



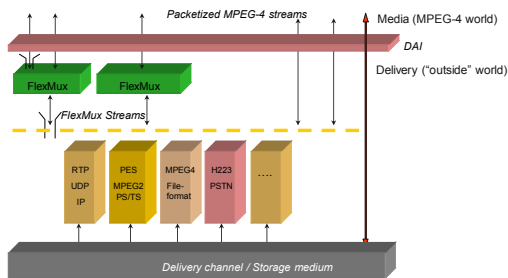
37/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Transport de contenu MPEG-4



38/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



SLConfigDescriptor

- **Indicateur de syntaxe prédéfinie: predefined**
 - 1 = Header SL vide
 - 2 = Header SL pour MP4
- **Indicateur de début et fin d'AU**
 - Utile pour la fragmentation d'une AU en paquets SL
 - useAccessUnitStartFlag et useAccessUnitEndFlag
 - e.g. image vidéo I
- **Indicateur de point d'accès aléatoire dans le flux SL**
 - useRandomAccessPointFlag
- **Indicateur de padding dans les paquets SL: usePaddingFlag**
- **Indicateur d'utilisation des timestamps: useTimeStampsFlag**
- **Résolution, longueur des timestamps:**
 - timeStampResolution, timeStampLength
- **Longueur et numéro des paquets et des AU:**
 - AU_Length, AU_seqNumLength, packetSeqNumLength
- ...

39/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Syntaxe du paquet SL

```

if (SL.useAccessUnitStartFlag)
    bit(1) accessUnitStartFlag;
if (SL.useAccessUnitEndFlag)
    bit(1) accessUnitEndFlag;
if (SL.OCRLength>0) bit(1) OCRflag;
if (SL.useIdleFlag) bit(1) idleFlag;
if (SL.usePaddingFlag) bit(1) paddingFlag;
if (paddingFlag) bit(3) paddingBits;
if ((idleFlag && (paddingFlag || paddingBits==0)) {
    if (SL.packetSeqNumLength>0)
        bit(SL.packetSeqNumLength)
        packetSequenceNumber;
    if (SL.degradationPriorityLength>0) bit(1) DegPriflag;
    if (DegPriflag)
        bit(SL.degradationPriorityLength)
        degradationPriority;
    if (OCRflag)
        bit(SL.OCRLength) objectClockReference;
}

if (accessUnitStartFlag) {
    if (SL.useRandomAccessPointFlag)
        bit(1) randomAccessPointFlag;
    if (SL.AU_seqNumLength >0)
        bit(SL.AU_seqNumLength)
        AU_sequenceNumber;
    if (SL.useTimeStampsFlag) {
        bit(1) decodingTimeStampFlag;
        bit(1) compositionTimeStampFlag;
    }
    if (SL.instantBitrateLength>0) bit(1)
        instantBitrateFlag;
    if (decodingTimeStampFlag)
        bit(SL.timeStampLength)
        decodingTimeStamp;
    if (compositionTimeStampFlag)
        bit(SL.timeStampLength)
        compositionTimeStamp;
    if (SL.AU_Length > 0)
        bit(SL.AU_Length) accessUnitLength;
    if (instantBitrateFlag)
        bit(SL.instantBitrateLength) instantBitrate;
}
    
```



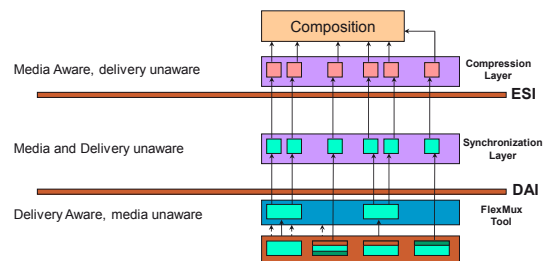
40/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Architecture complète d'un terminal



41/

SI350

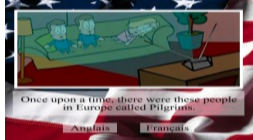
La norme "MPEG-4 Systems"



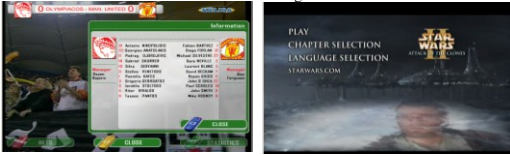
Exemple de contenus MPEG-4



Source: apple.com [Vidéo on Demand](#)



Source: Bowling for Columbine [Film sous-titré](#)



Source: Projet MELISA [TV interactive](#) Source: Star Wars Pseudo-DVD

42/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Delivery Application Interface (Partie 6)

■ Buts

- Permet de créer des applications multimédia indépendante du transport
- Conçue pour satisfaire tous les scénarios: Broadcast, Accès Fichier, On demand

■ 3 types de primitives

- Primitives de service
 - ServiceAttach: renvoie un IOD ou OD
 - ServiceDetach
- Primitives de canal
 - Gestion des canaux (ajout, suppression)
 - Association Elementary Stream <=> Channel
- Primitives de données
 - Transfert des données (packet SL) ou Commandes de session (play, pause, stop ...)

43/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Extensions du terminal MPEG-4

Protection et programmabilité du terminal

44/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



MPEG-4 IPMP

■ Intellectual Property Management and Protection

■ 2 spécifications

- MPEG-4 Partie 1 : les « hooks » IPMP
- MPEG-4 Partie 13: Extensions IPMPX

■ « Hooks »

- Interface normative dans un terminal
 - Pour instancier des systèmes IPMP
 - Les systèmes IPMP sont non-normatifs!
- Une série de descripteurs IPMP
 - transportés par des OD
- Un flux d'informations IPMP
 - Variables dans le temps (ex: clé de cryptage)
 - Applicable à plusieurs flux

45/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Flux IPMP

■ Géré comme un flux régulier

- Mise en place d'une chaîne de décodage
- Synchronisation utilisant les mécanismes génériques
- Transporté par la couche SL

■ AU = Ensemble de messages

- Destinés à 1 ou plusieurs systèmes IPMP
- Devant être exécutés en même temps
- Chaque message contient un type identifiant le système IPMP cible
 - Les types sont alloués par une autorité d'enregistrement

46/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Descripteurs IPMP

■ 1 Descripteur IPMP = 1 message + ID

- Transportés dans le flux OD
- Pas associés à un OD particulier
- Utilisation de références par ID
 - Dans les OD, les ESD
 - Restrictions: pas de cryptage du flux OD.

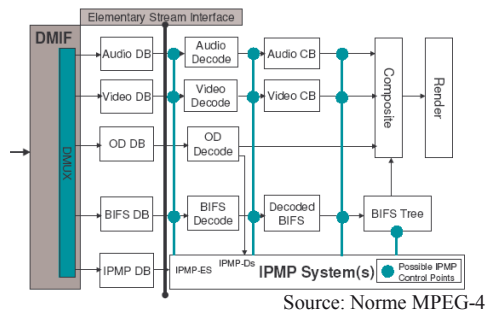
47/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Systèmes IPMP et terminal MPEG-4



48/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



MPEG-J

- Terminal MPEG-4+Java Virtual Machine
- Série d'interfaces Java pour contrôler un terminal MPEG-4
 - Réseau
 - Décodeur
 - Arbre de scène
 - Gestion des buffers
- Code Java transmis dans un flux élémentaire séparé
 - MPEG-Iet : équivalent aux applets

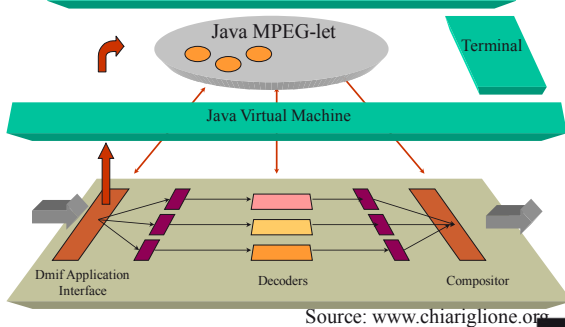
49/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



AAVS Run Time Environment



50/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Les solutions concurrents et relations avec autres standards

- Concurrents
 - Apple/Microsoft/Adobe (Flash, PDF)
 - W3C (XHTML, SML, SVG)
- Groupe de standardisation liés
 - 3GPP : Audio, Vidéo, Systèmes (MP4)
 - ISMA : BIFS, OD, Audio, Vidéo
 - DVB: MPEG-2
 - ITU: Codage vidéo
 - ...

51/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"



Liens

- Accès officiels publics
 - <http://mpeg.chiariglione.org>
 - <http://www.itsci.ipsj.or.jp/sc29/29w42911.htm>
 - <http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/>
- Accès officiel privé
 - <http://wg11.sc29.org>

52/

SI350

La norme "MPEG-4 Systems"

