



Télévision Numérique

COMPRESSION FICHIERS

DCT

MPEG2 / MPEG4

WAVELET

AAF / MXF





Que signifie “COMPRESSION” ?

Une information vidéo peut être divisée en trois parties :

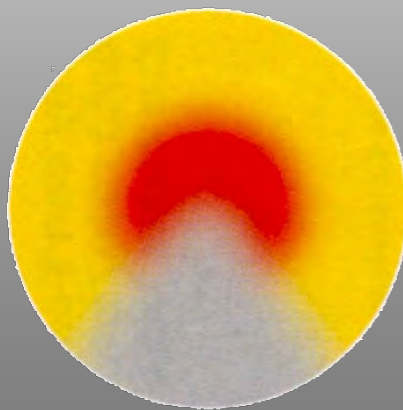
- Les éléments de base (éléments essentiels)
- Les éléments redondants (répétitifs)
- Les éléments irrelevants (visuellement subjectifs)



Que signifie “COMPRESSION” ?

La compression essaye de réduire les éléments redondants et irrelevants du signal vidéo.

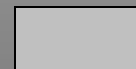
Malheureusement la *limite* entre ces différents éléments constitutifs de l'image est *floue*.



Eléments redondants



Elements essentiels



Elements irrelevants



“COMPRESSION” TRANSPARENTE ou NON ?

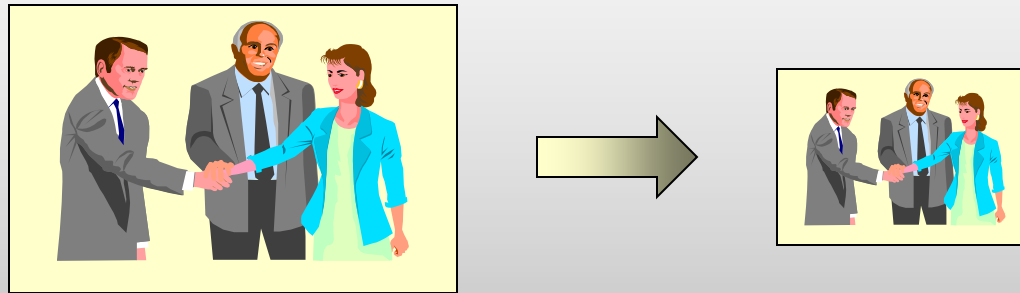
La quantité d'éléments redondants et irrelevants dans un signal vidéo dépend de la complexité de la scène.

Complexité signifie :

- le nombre de détails fins (information spatiale)
- le type et vitesse du mouvement (information temporelle)

Le pourcentage d'éléments redondants et irrelevants est donc fonction du contenu et du temps.

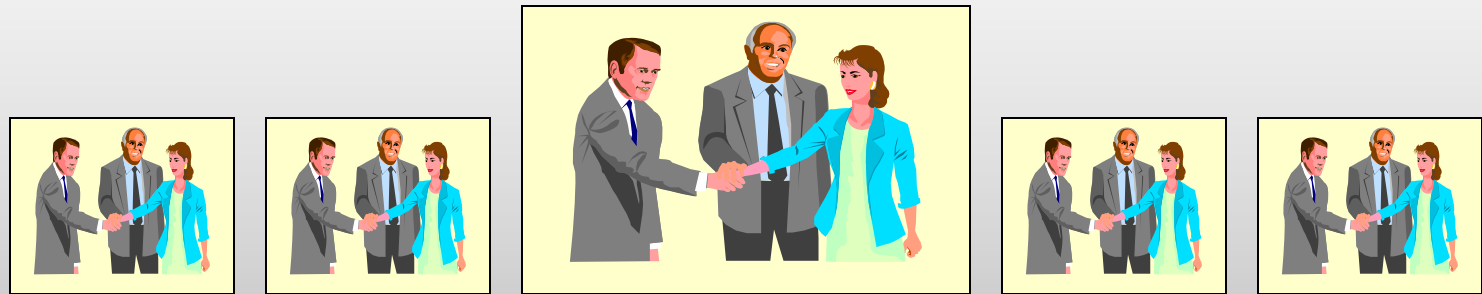
COMPRESSION SPATIALE



Traitement IMAGE par IMAGE

Redondance *dans l'IMAGE*

COMPRESSION TEMPORELLE



Traitement de l'IMAGE par rapport aux
autres IMAGES

Redondance *dans le TEMPS*



“COMPRESSION” et “DCT”

Aujourd’hui, pratiquement tous les systèmes de compression efficaces utilisent une méthode dite

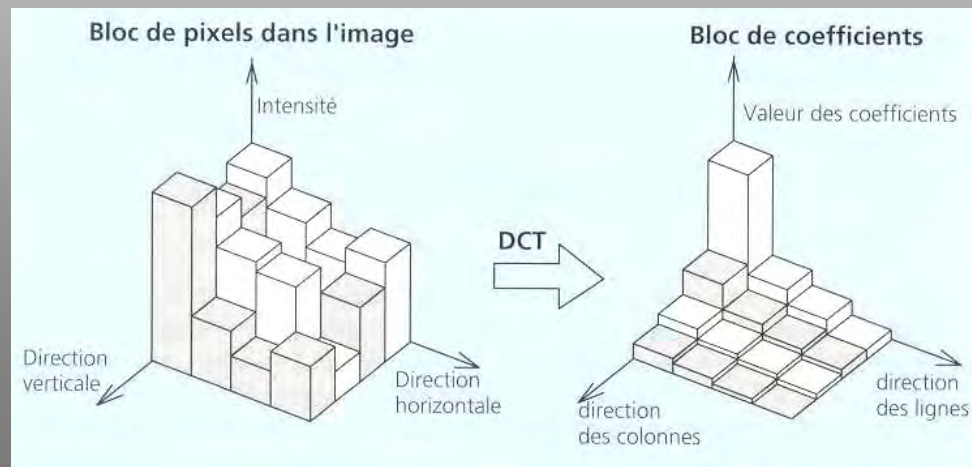
“DCT”

DCT = Discrete Cosine Transform

Transformée de Fourier

“COMPRESSION” et “DCT” (2)

- Le domaine spatial est déterminé par la grille d'échantillonnage (4:2:2) où chaque pixel a une valeur, fonction de son intensité.
- Cette transformation transpose le signal vidéo du domaine spatial au domaine de fréquences.





“COMPRESSION” et “DCT” (3)

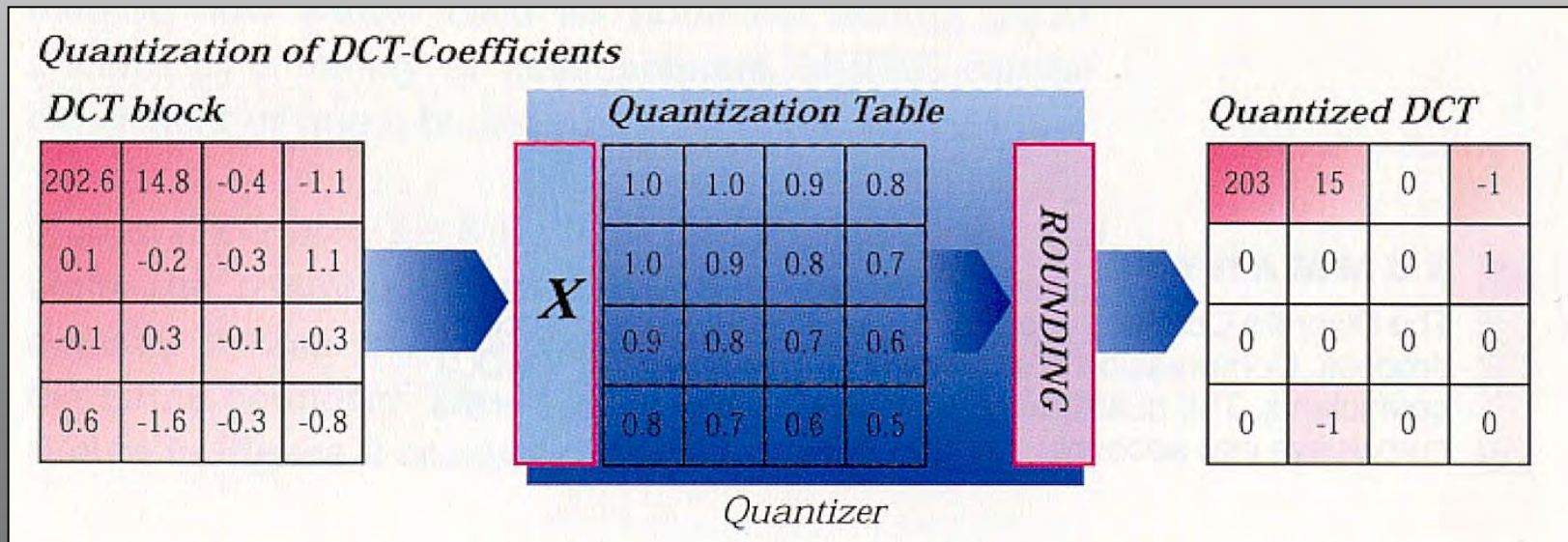
- Cette transformation transpose les pixels (groupés généralement 8 x 8 ou block de 64 pixels) en un bloc DCT avec le même nombre de coefficients.
- Chaque bloc DCT est une matrice 8 x 8 de coefficients déterminant l'énergie par fréquence.

Il est important de noter que cette transformation *n'ajoute ou ne soustrait aucune information.*

DCT n'est pas une compression mais un processus totalement réversible

“COMPRESSION” et “DCT” (4)

- Première phase = **Transformation DCT**
- La seconde phase est la “**QUANTIFICATION**” des coefficients.
- Chaque coefficient DCT est multiplié par un facteur de la **TABLE DE QUANTIFICATION** et ensuite **ARRONDI**.



“COMPRESSION” et “DCT” (5)

PONDERATION = adapter l'importance de chaque coefficient au **systeme visuel humain.**

L'oeil humain est moins sensible aux détails fins et à la couleur

- La table de droite représente cette pondération arrondie des coefficients DCT.
- On remarque que beaucoup de coefficients sont maintenant nuls et groupés.

Quantized DCT

203	15	0	-1
0	0	0	1
0	0	0	0
0	-1	0	0

L'efficacité d'un système de compression résulte donc dans la **PONDERATION** des coefficients DCT car c'est là que réside la perte définitive d'information.

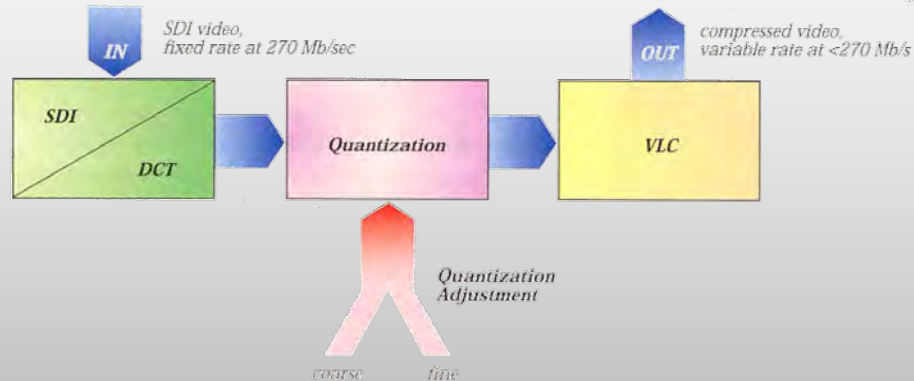


“COMPRESSION” et “M-JPEG”

- ***JPEG (Joint Photographic Experts Group)***
a établi le premier standard de compression pour image fixe pour photo journalistique.
- ***M-JPEG (Motion-JPEG)***
Evolution du JPEG couramment utilisée dans les systèmes de montage non-linéaire (NLE).

“COMPRESSION” et “M-JPEG” (2)

M-JPEG (Motion-JPEG) consiste en trois étapes :

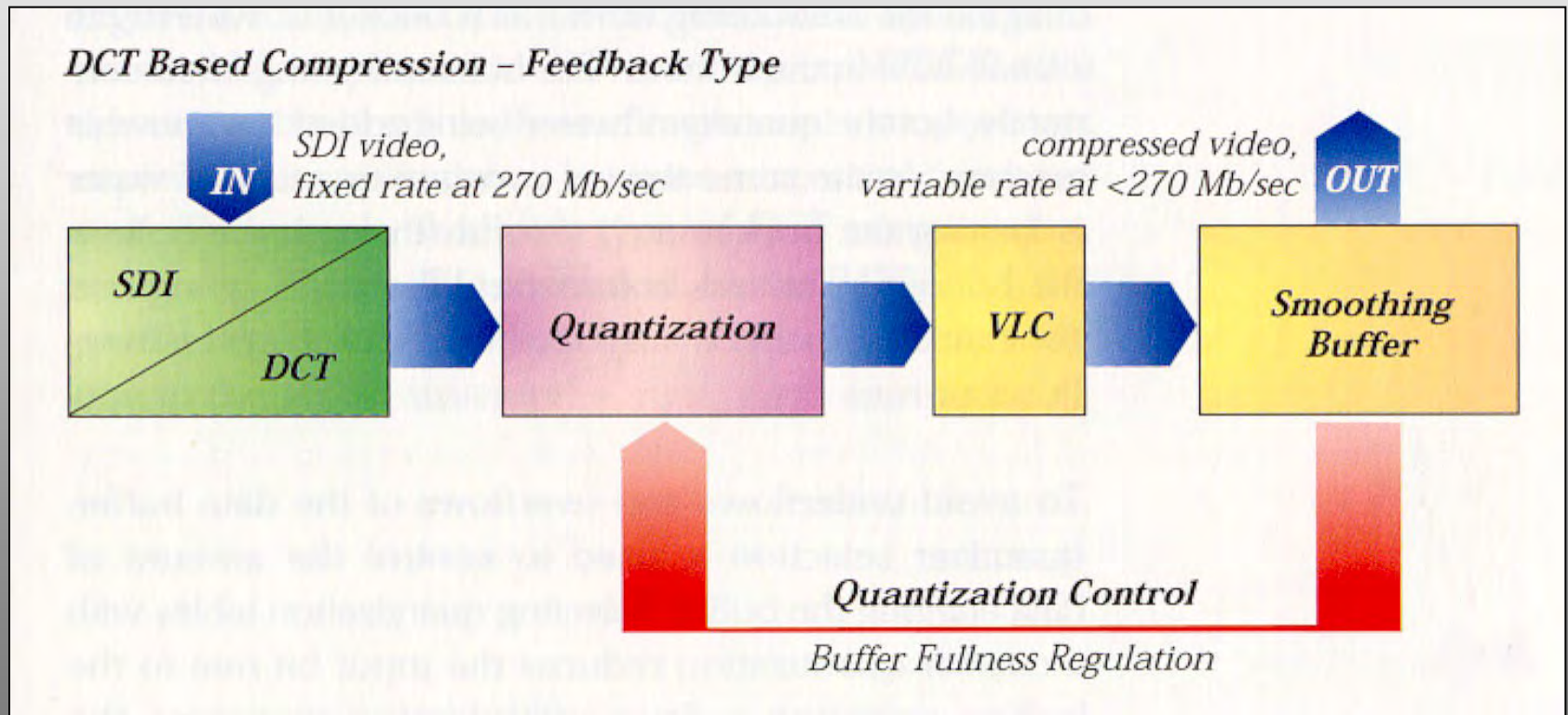


- **La transformation du signal Vidéo SDI en DCT**
- **La QUANTIFICATION ou PONDERATION des coefficients DCT**
- **Un codage à longueur variable (VLC)**

Ces trois étapes existent également dans les systèmes de compression plus évolués tels que DV-Based ou MPEG-2.

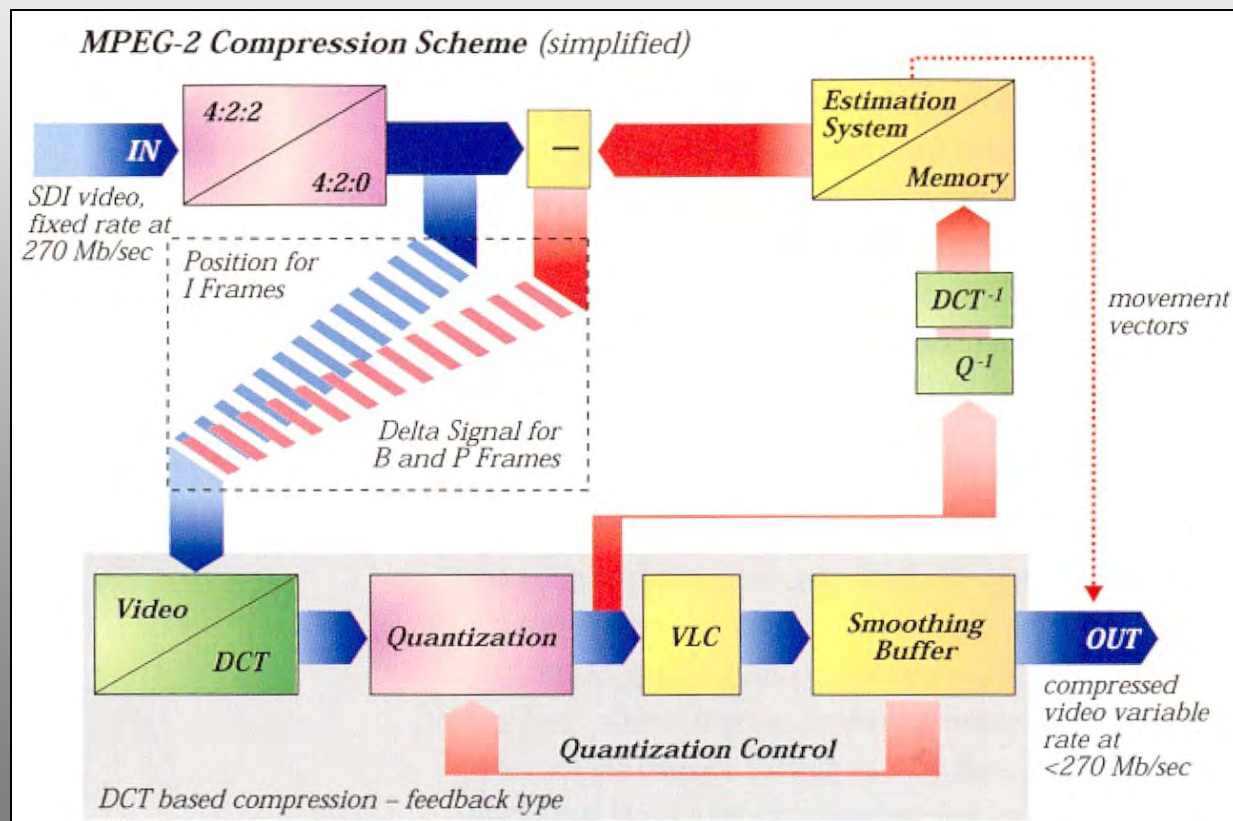
La famille DV-Based

Le schéma suivant décrit un système de contre-réaction bi-dimensionnel (compression intraframe).



MPEG-2

Le MPEG-2 utilise un système tri-dimensionnel se basant sur la redondance entre images successives (compression interframe)

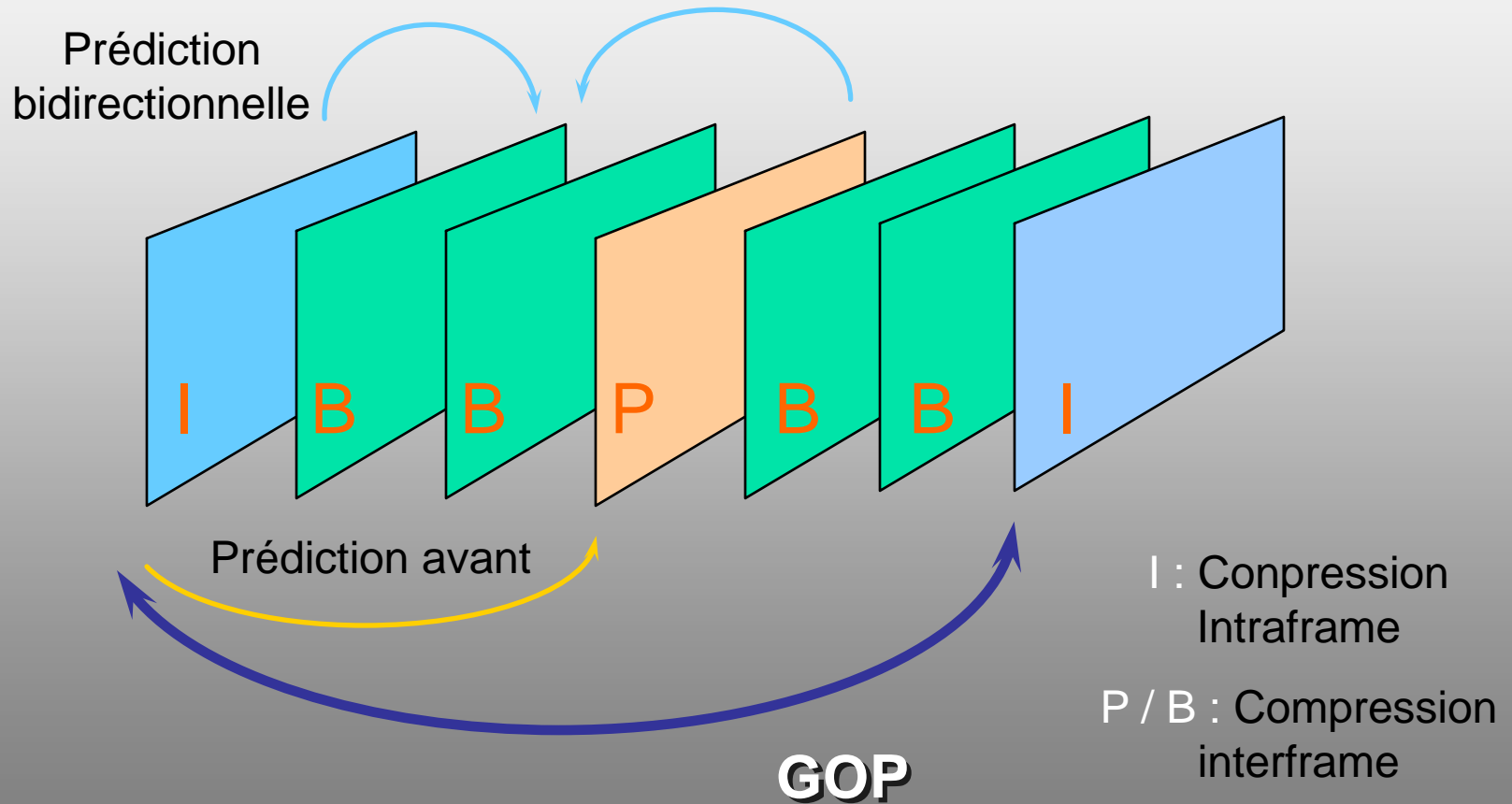




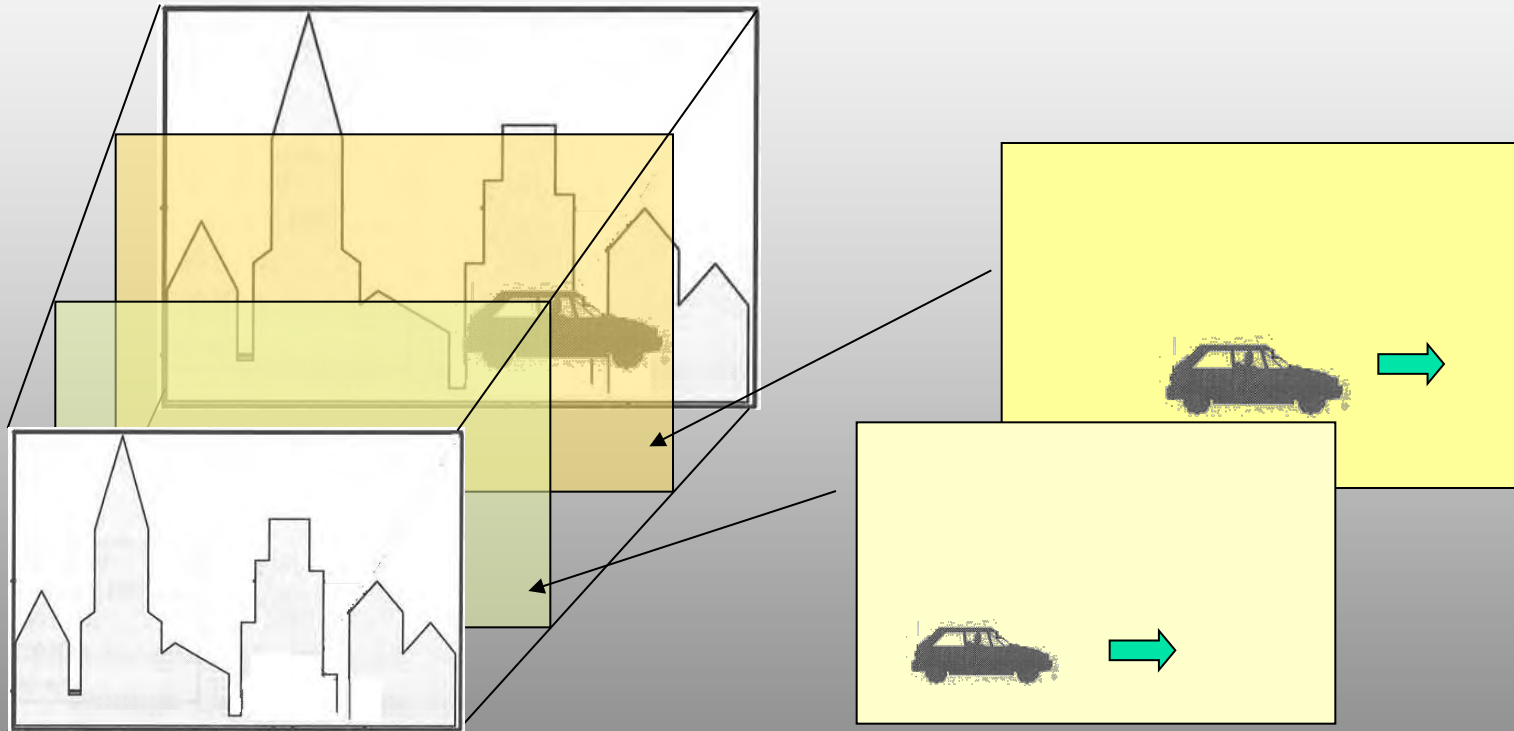
MPEG-2 (2)

- **I frame** : compression intraframe
contient toute l'information, similaire à du JPEG
- **P frame** : image prédite, contient de
l'interpolation avant ou prédiction
- **B frame** : image bidirectionnelle, contient de la
prédiction avant et arrière

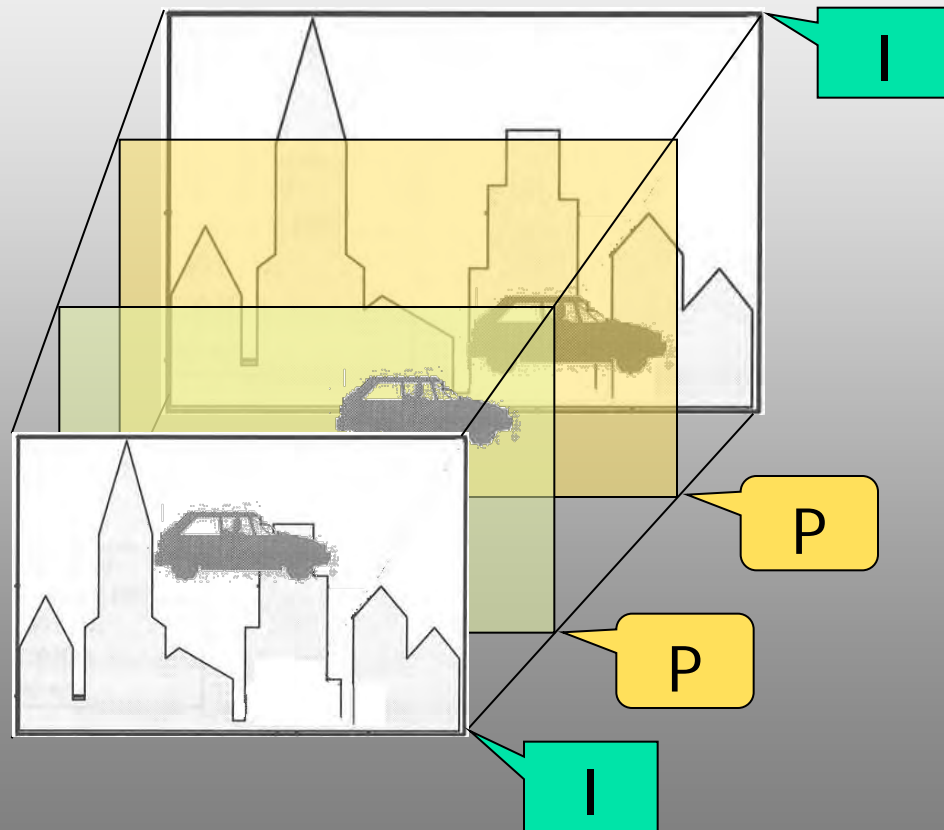
MPEG-2 (Group Of Pictures)



MPEG-2 : COMPRESSION



MPEG-2 : COMPRESSION (2)



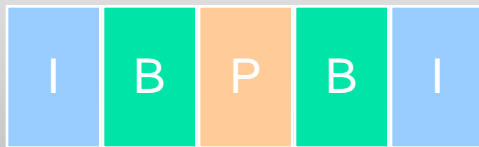
MPEG-2 : Différents GOP



Transmission

12 en 50 Hz

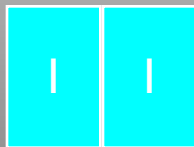
16 en 60 Hz



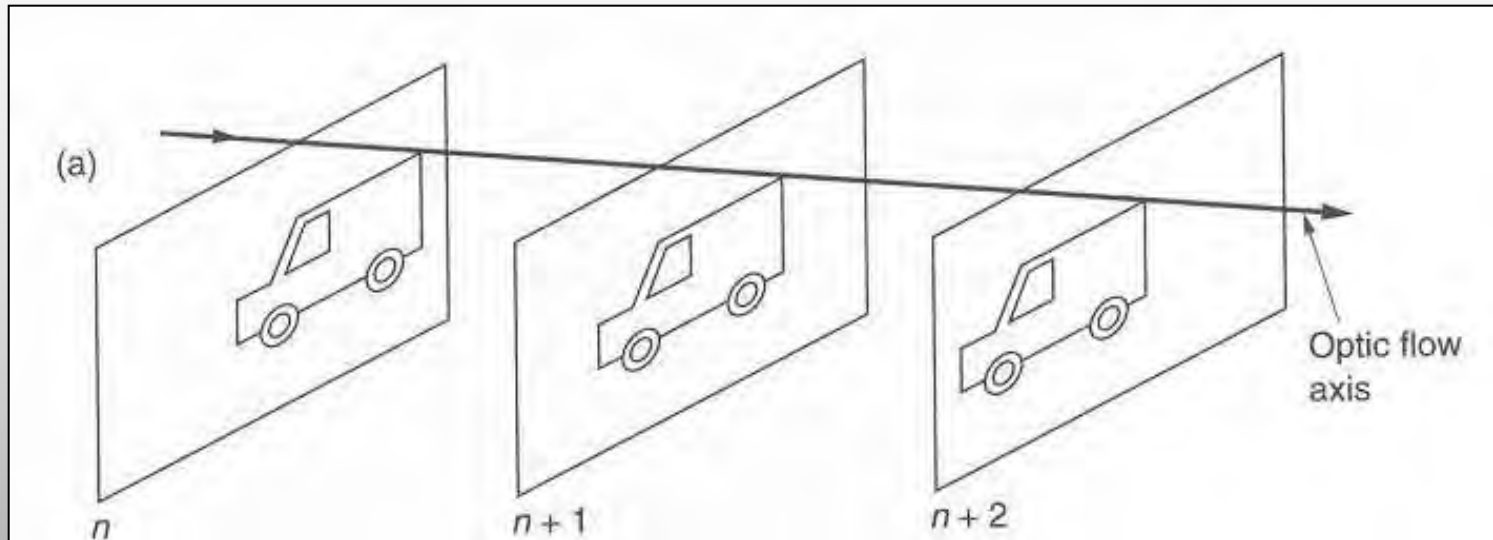
Betacam SX



I frame only 50 Mbits/sec (IMX)



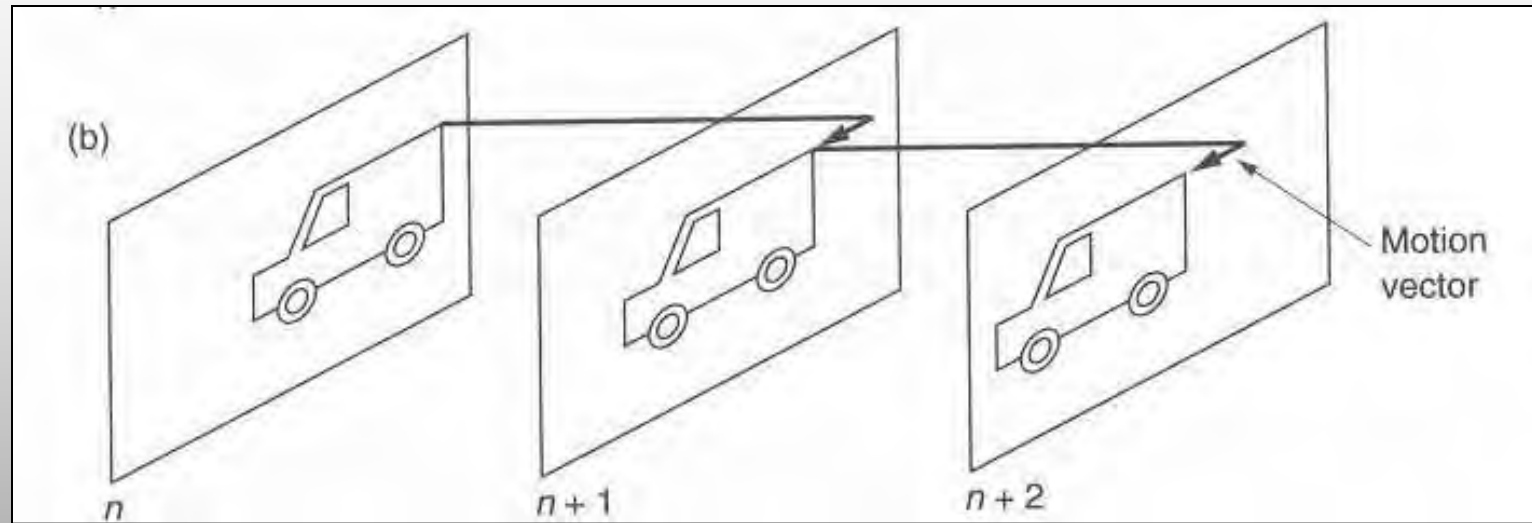
Motion Compensation



L'axe du flux optique détermine la position d'un point d'un objet en mouvement.

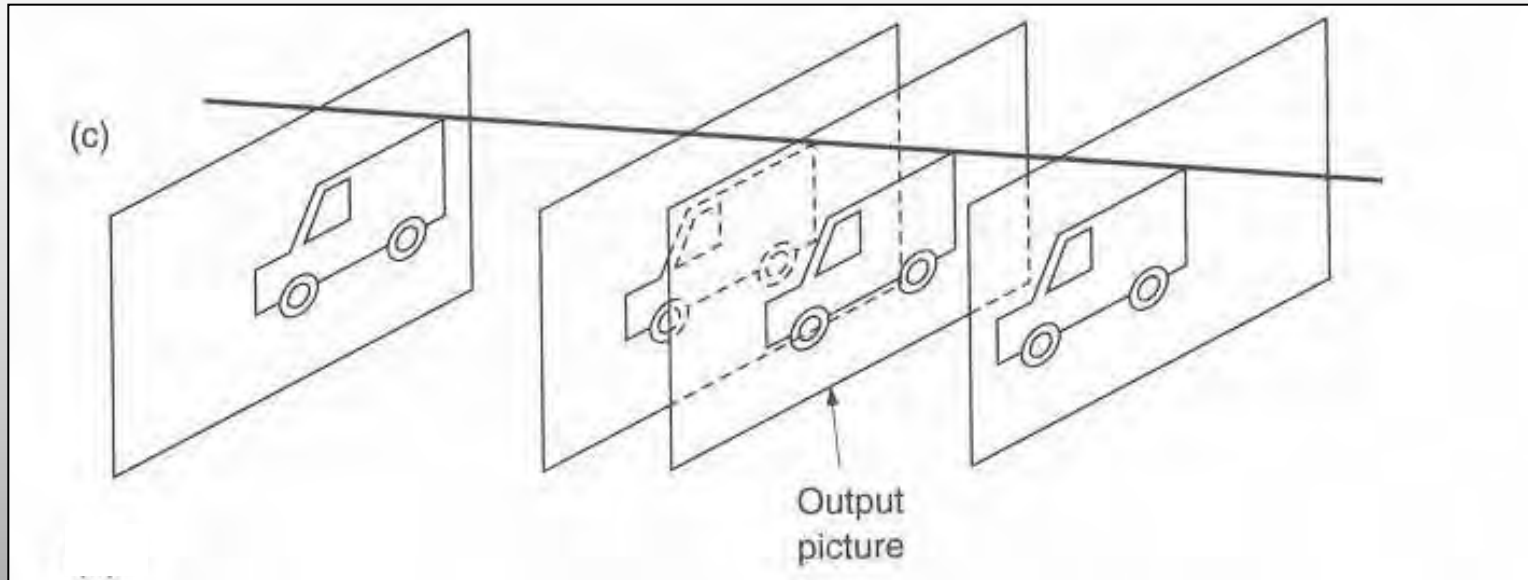
Le processus de recherche de l'axe du flux optique s'appelle l'estimation de mouvement (Motion Estimation)

Motion Compensation (2)



Dans l'exemple ci-contre, l'objet ne change pas d'apparence pendant le mouvement.

Motion Compensation (3)



On peut donc recréer un objet à partir d'une image précédente en bougeant simplement une partie de l'image à un autre endroit.



MPEG-2

	Profile	Simple	Main	SNR	Spatial	High	422
Level	Frame types	I & P	I, P & B	I, P & B	I, P & B	I, P & B	I, P & B
	Chroma sampling	4:2:0	4:2:0	4:2:0	4:2:0	4:2:0 & 4:2:2	4:2:2
High	Samples/line		1920			1920	
	Lines/frame		1152			1152	
	Frames/sec		60			60	
	Max Bit-Rate (Mbps)		80			100	
High 1440	Samples/line		1440		1440	1440	
	Lines/frame		1152		1152	1152	
	Frames/sec		60		60	60	
	Max Bit-Rate (Mbps)		60		60	80	
Main	Samples/line	720	720	720		720	720
	Lines/frame	576	576	576		576	608
	Frames/sec	30	30	30		30	30
	Max Bit-Rate (Mbps)	15	15	15		20	50
Low	Samples/line		352	352			
	Lines/frame		288	288			
	Frames/sec		30	30			
	Max Bit-Rate (Mbps)		4	4			

- En production vidéo, commuter et monter sont des opérations de base.
- On se souviendra des problèmes posés par la commutation des signaux Pal ou NTSC (séquences à 4 ou 8 trames, “color framing”...)
- L'utilisation du Signal Composantes Numériques (**SDI**) fait disparaître cette difficulté.

- Malheureusement l'histoire se répète et le système MPEG-2 conçu pour la distribution et la transmission réintroduit ces difficultés de montage et de commutation à cause du GOP.

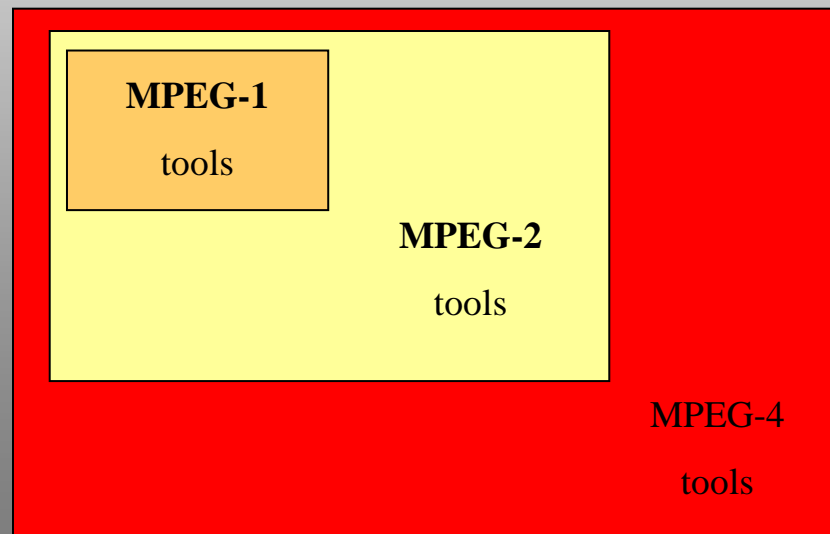
**Pour éviter cela on commute régulièrement les signaux MPEG-2 dans le domaine vidéo SDI.
(Décodage/Recodage) ou GOP par GOP.**

MPEG-4 : Principes

Les concepteurs du **MPEG** essaient d'éviter l'obsolescence.

Deux principes sont adoptés :

- 1 – on définit le signal entre le codeur et le décodeur au lieu de définir ces codeurs et décodeurs eux-mêmes.
- 2 – on définit des améliorations en gardant la compatibilité descendante.





MPEG-4 : Principes (2)

- Le MPEG-4 comme le MPEG-2 utilise la technique des coefficients DCT bloc par bloc.
- Cependant dans certaines parties de l'image, les coefficients d'un bloc sont très similaires à ceux du bloc suivant.
- Le codeur peut donc effectuer un travail plus efficace en prédisant ces coefficients plutôt que de les transmettre une seconde fois.



MPEG-4 : Principes (3)

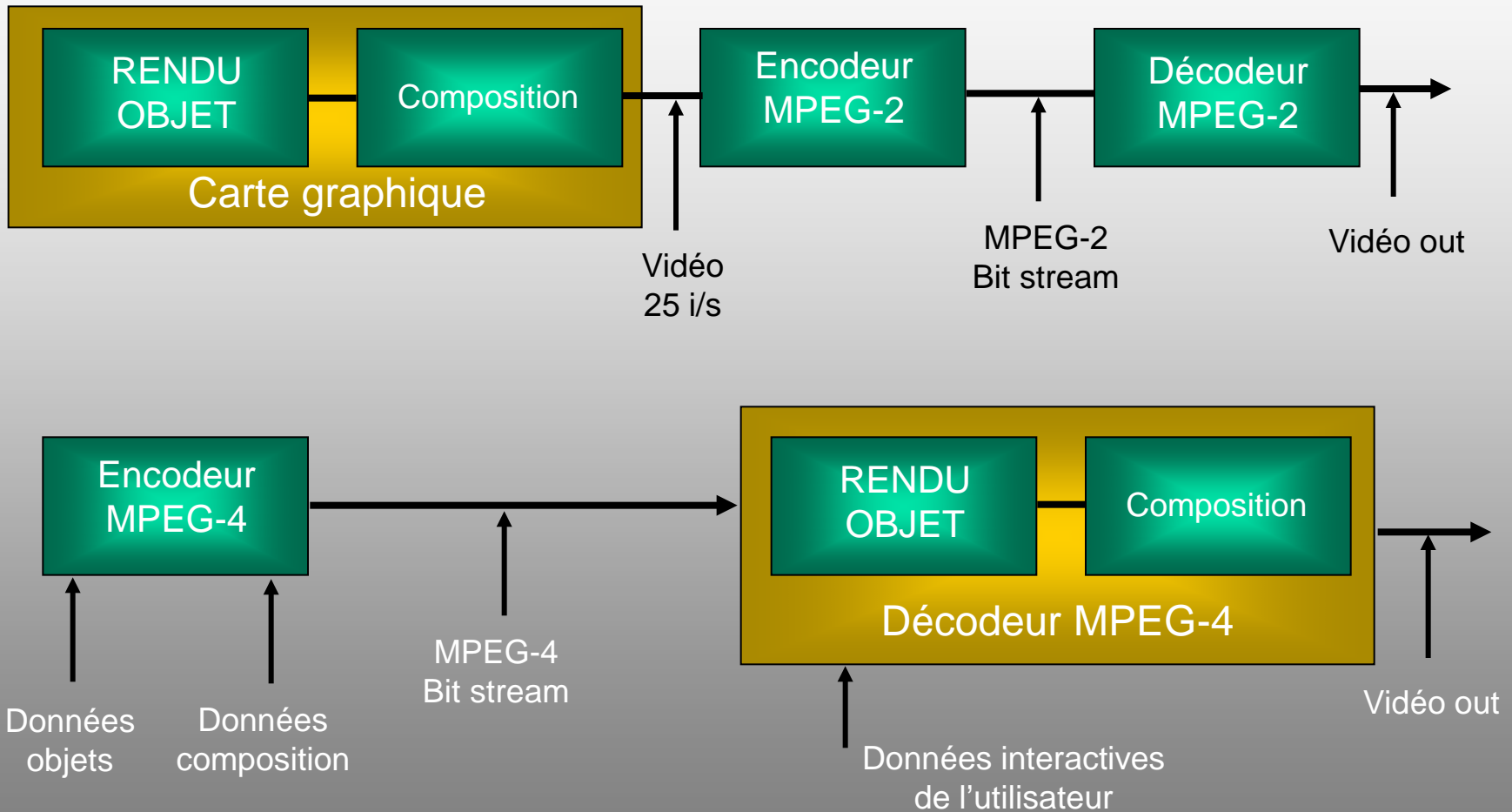
- Si on considère uniquement une **image complète** le MPEG-4 fait un peu mieux que le MPEG-2 mais probablement pas suffisamment plus (on estime à 15 % en codage normal) que pour détrôner le MPEG-2 utilisé en transmission et sur les DVD.
- En fait le MPEG-1 et MPEG-2 travaillent sur des images entières alors que le MPEG-4 peut travailler sur des informations (**objets**) générées, capturées et manipulées par des ordinateurs.
- Et c'est dans ce domaine que réside tout le potentiel du MPEG-4.



MPEG-2 / MPEG-4

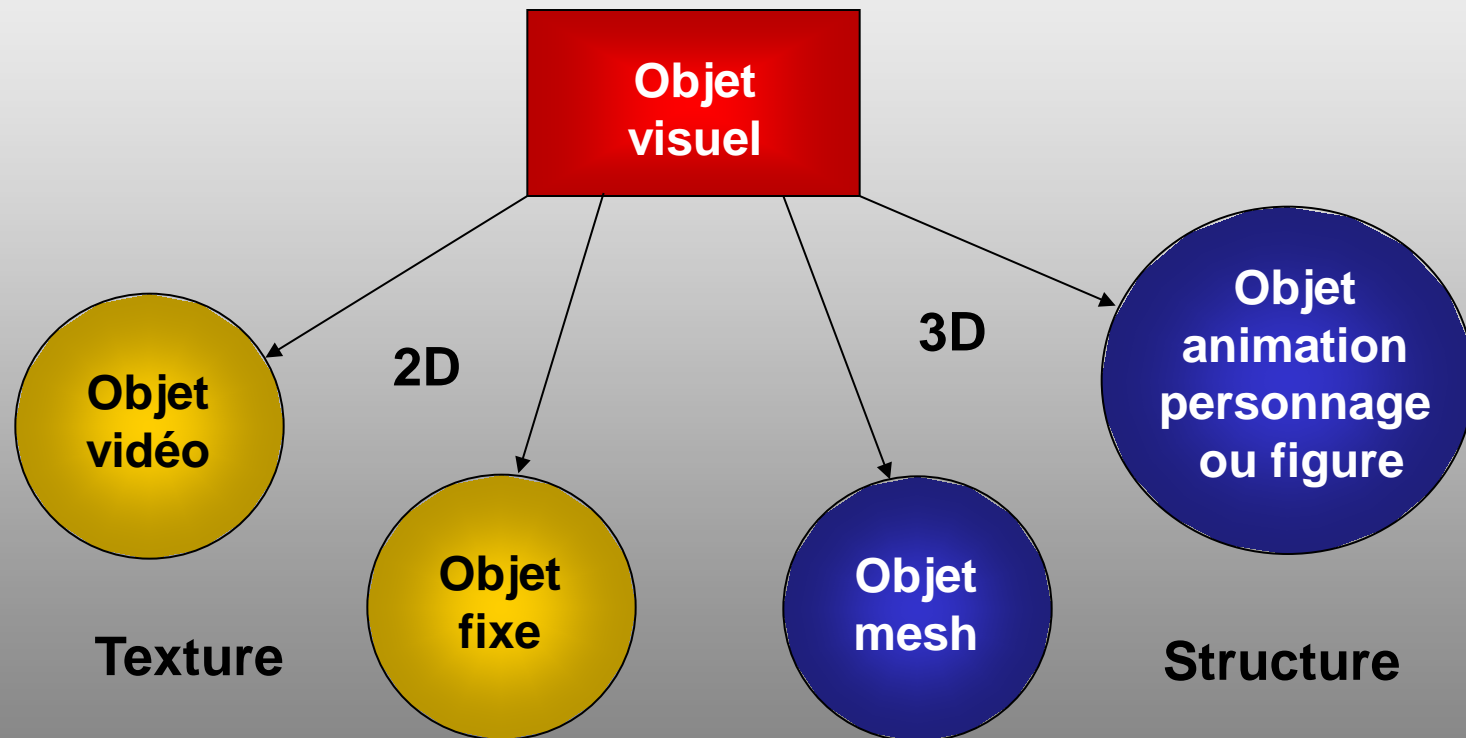
MPEG-2	MPEG-4
Codage image	Codage objets
DCT	DCT
Prédiction coeff DC	Prédiction coeff DC
	Prédiction coeff AC
Simple scanning coeff	3x scanning de coeff
VLC/RLC	VLC/RLC
1 vecteur/macrobloc	4 vecteurs/macrobloc
Prédiction de vecteurs	Prédiction supérieure de vecteurs

MPEG-2 / MPEG-4 (2)



MPEG-4 : Les objets

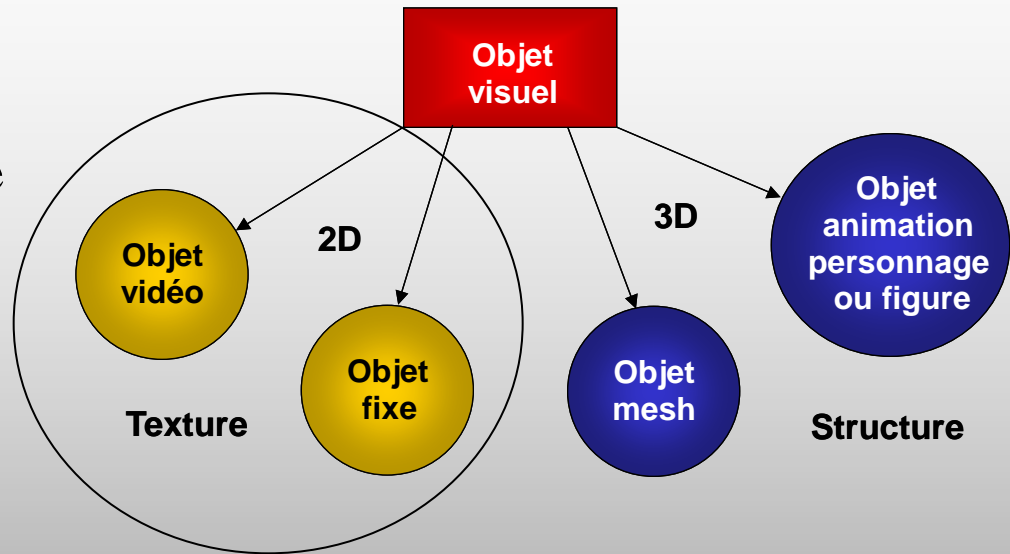
Les quatre types d'objets que le MPEG-4 manipule.



MPEG-4 : Les objets (2)

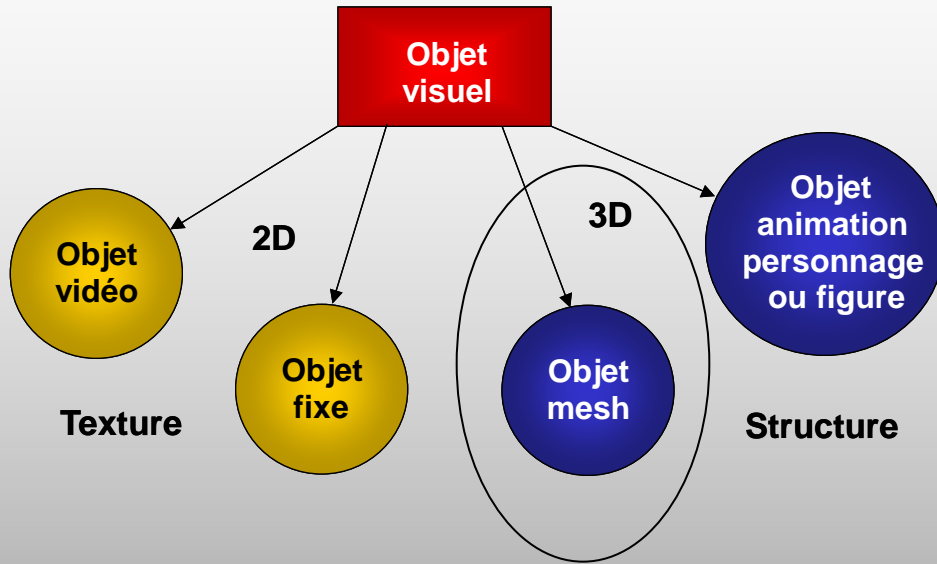
Un objet vidéo est une surface texturée de forme arbitraire qui change dans le temps tandis qu'une image fixe ne change pas dans le temps.

Cependant on peut en donner l'illusion.



Si un fond a une dimension beaucoup plus importante que la zone d'affichage, si on déplace cette fenêtre d'affichage en face du fond, on donne une illusion de mouvement.

MPEG-4 : Les objets (3)

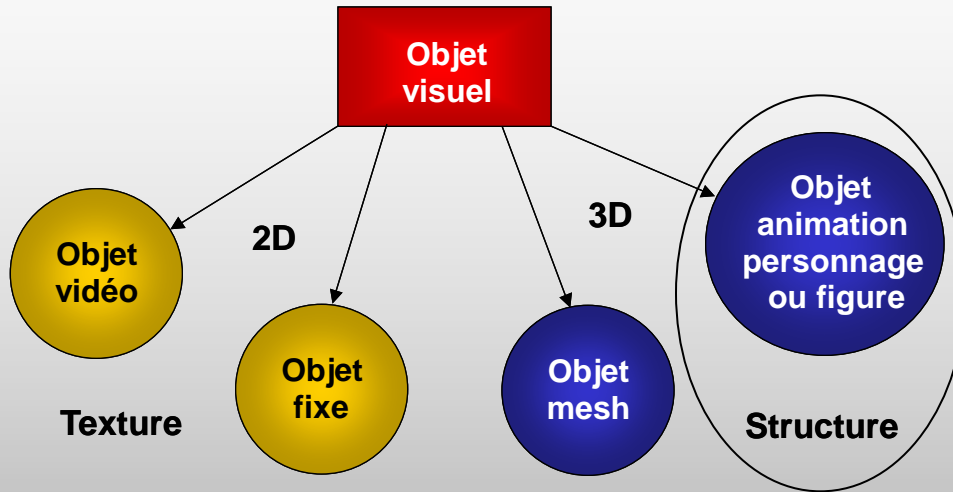


Le MPEG-4 standardise également le moyen d'envoyer des formes tri-dimensionnelles d'un objet virtuel (mesh object) ainsi que le moyen de lui appliquer sa texture.

On peut donc manipuler n'importe quelle forme d'objet. Le décodeur recrée chaque objet en fonction du point de vision sélectionné.

Ou il n'y a pas d'objets, le décodeur ajoute le fond.

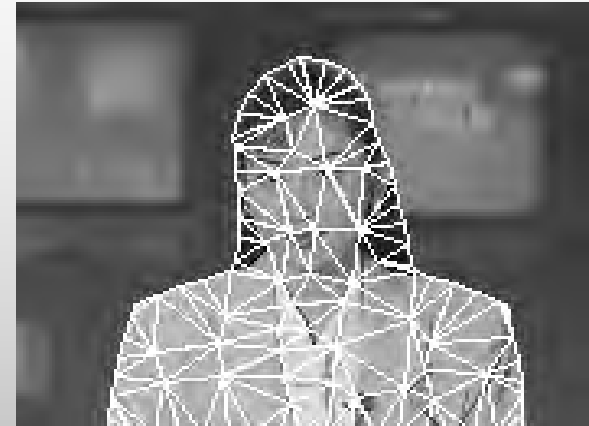
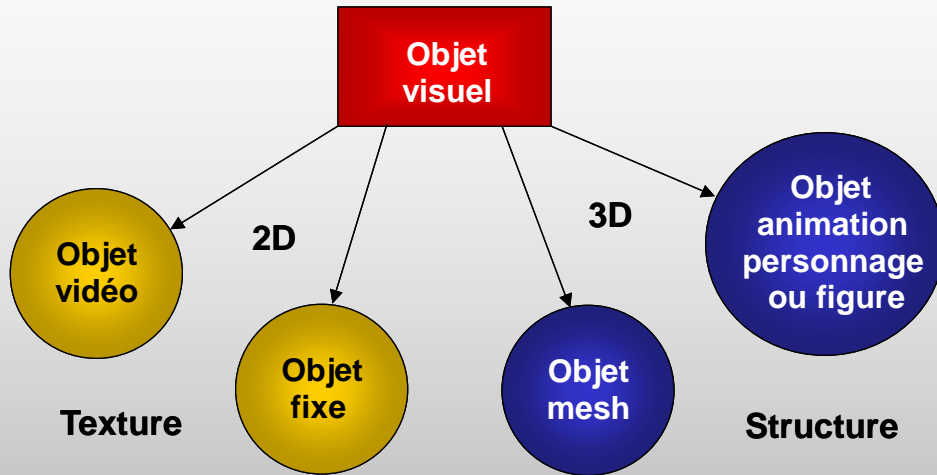
MPEG-4 : Les objets (4)



Dans des applications telles que le vidéophone et la vidéo conférence, le MPEG-4 supporte un type spécifique de « mesh object » qui peut être une figure humaine ou une figure et un corps.

A ce point on quitte la télévision et la vidéo.
On oublie les trames et les tableaux de pixels.
On considère maintenant l'apparence d'un objet qui change dans le temps.

MPEG-4 : Les objets (5)



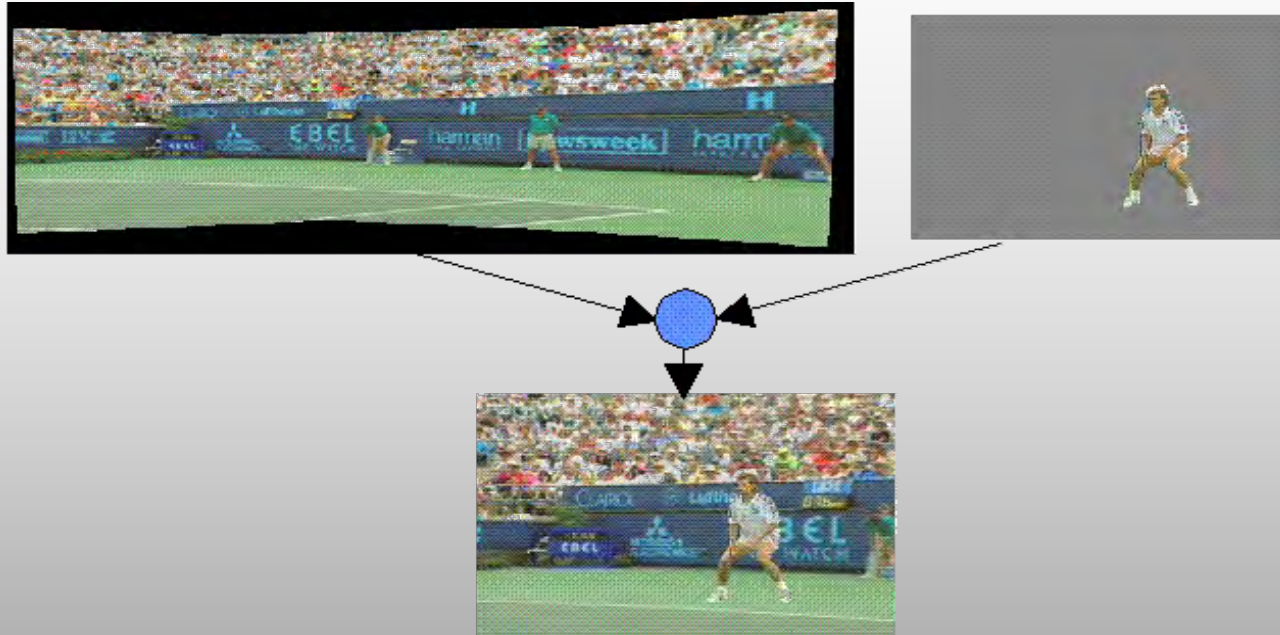
Le MPEG-4 traite ces changements en utilisant une technique appelée « *warping* ».

Il échantillonne la surface de l'objet par une série de points. Les points forment une structure appelée « *mesh* » (maille).

Le MPEG-4 peut déformer ces mailles en envoyant des vecteurs pour bouger ces points.

Quand les points bougent on interpole la texture dans le décodeur afin de s'adapter à la nouvelle forme.

MPEG-4 : Les objets (5)



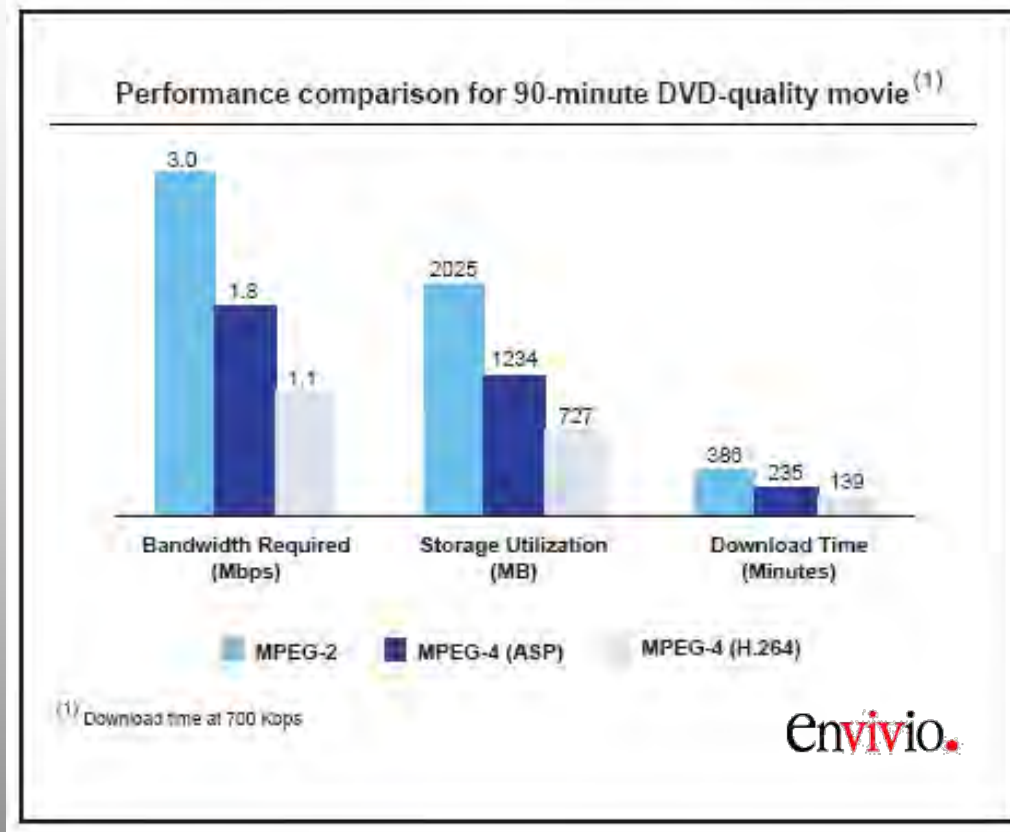
De cette manière des objets en mouvements qui demanderaient des différences énormes d'image à image dans le domaine de la vidéo, peuvent être codés en MPEG-4 avec quelques vecteurs.



H.264 / AVC

- C'est un nouveau standard industriel permettant une compression des données 2 à 3 fois plus efficace que les technologies MPEG existantes.
- C'est un nouveau profil du MPEG-4 qui vient compléter le MPEG-4 SP et ASP.
- Les tests effectués par des laboratoires spécialisés attribuent à ce profil 50 à 70 % d'amélioration de réduction de débit par rapport au MPEG-2. Ceci rend ce profil très avantageux financièrement pour les applications broadcast, vidéo sur le câble, satellite et les réseaux de télécommunications.

H.264 / AVC (2)



Mais la guerre des formats est ouverte avec WM9, en demande de normalisation.

International **O**rganization for **S**tandardization **I**nternational **E**lectrotechnical **C**ommission

H.261 (1984)	64kbps
MPEG-1	1.1 Mbps
MPEG-2	> 2 Mbps
H.263	amélioration du H.261
MPEG-4	5 kbps-10Mbps (original)
H.264/AVC	Profil du MPEG-4
H.26L	Codage à très bas débit pour communications mobile



WAVELET (Ondelette)

- La compression par « **ONDELETTES** » consiste à considérer les zones d'une image contenant de fortes variations de contraste comme des hautes fréquences.
- Le reste de l'image représente des basses fréquences.

Compression DWT (Discrete Wavelet Transform)



WAVELET (Ondelette)

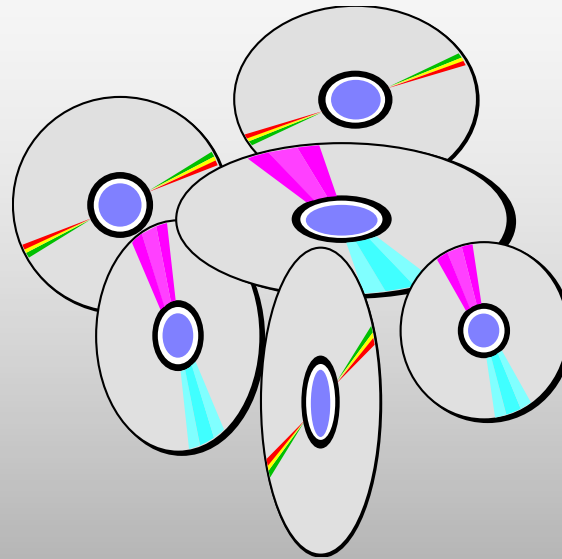
- On extrait les hautes fréquences (qui sont les contours des objets) et on les garde telles quelles par une compression non destructrice.
- Le reste est réduit de façon destructrice puis compressé à nouveau par ondelettes.



WAVELET (Ondelette)

- Cette compression est donc destructrice mais nettement moins que le JPEG.
- Cette compression par ondelettes est utilisée par la norme JPEG 2000.
- Cela permet donc de réaliser une compression supérieure au JPEG tout en gardant une qualité équivalente.

TÉLÉVISION NUMÉRIQUE



FICHIERS



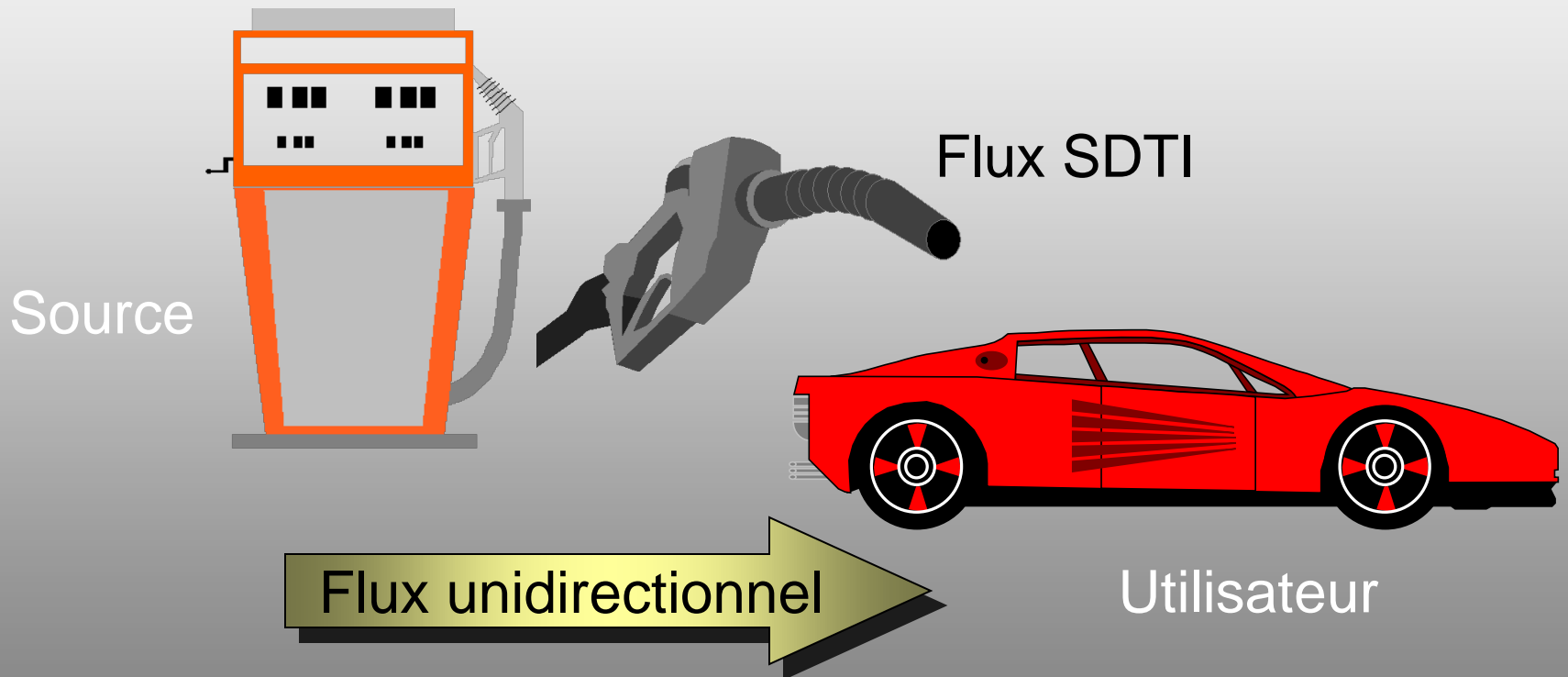
Tranfert des Fichiers

En télévision il y a deux moyens de transférer les fichiers vidéo.

- Sous forme de flux continu : comme de la vidéo = **SDTI** (Serial Digital Transport Interface)
- Sous formes de fichiers informatiques : **FTP** (File Transfer Protocol)

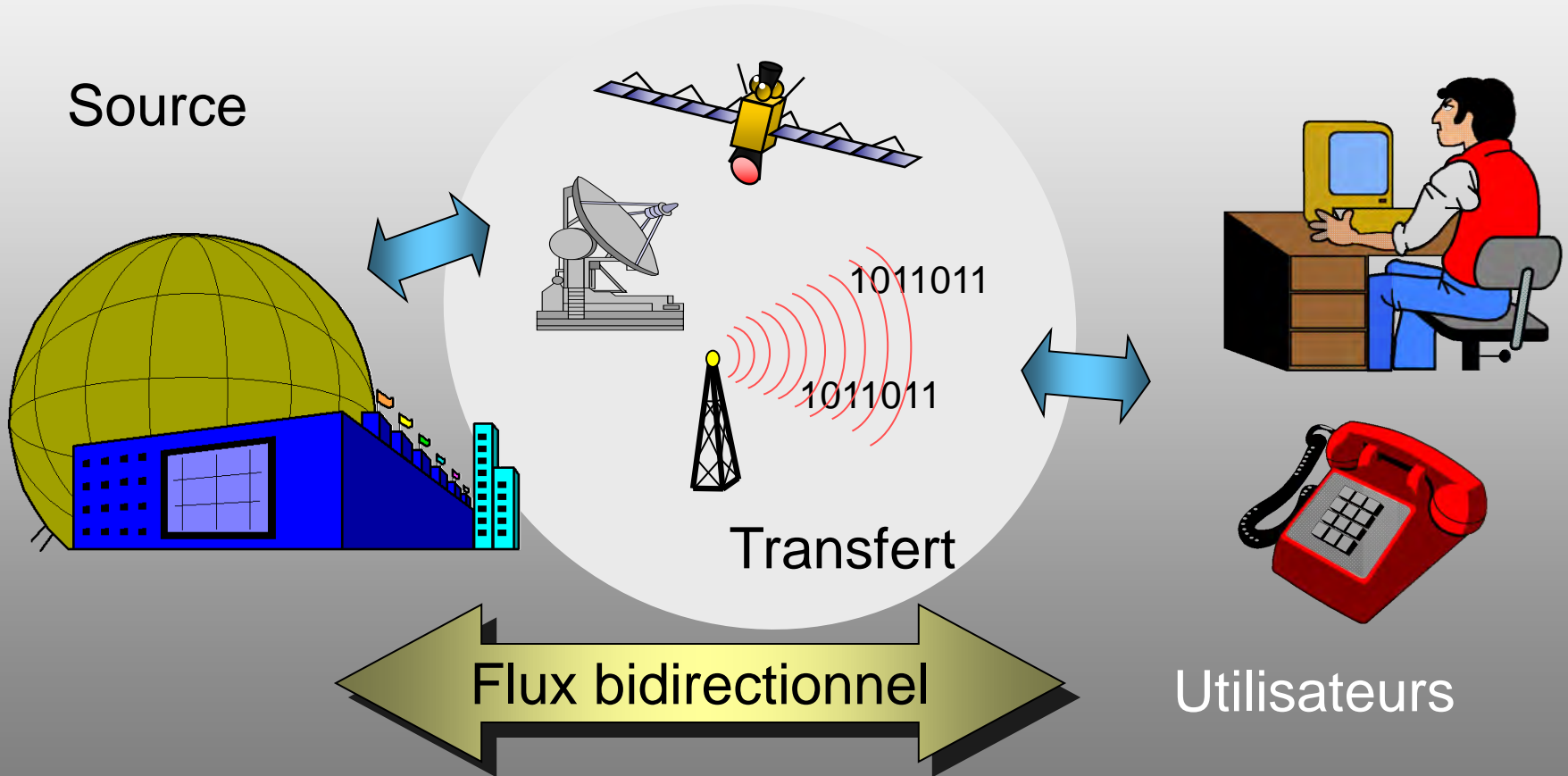
FLUX CONTINU - SDTI

Norme SMPTE 305M

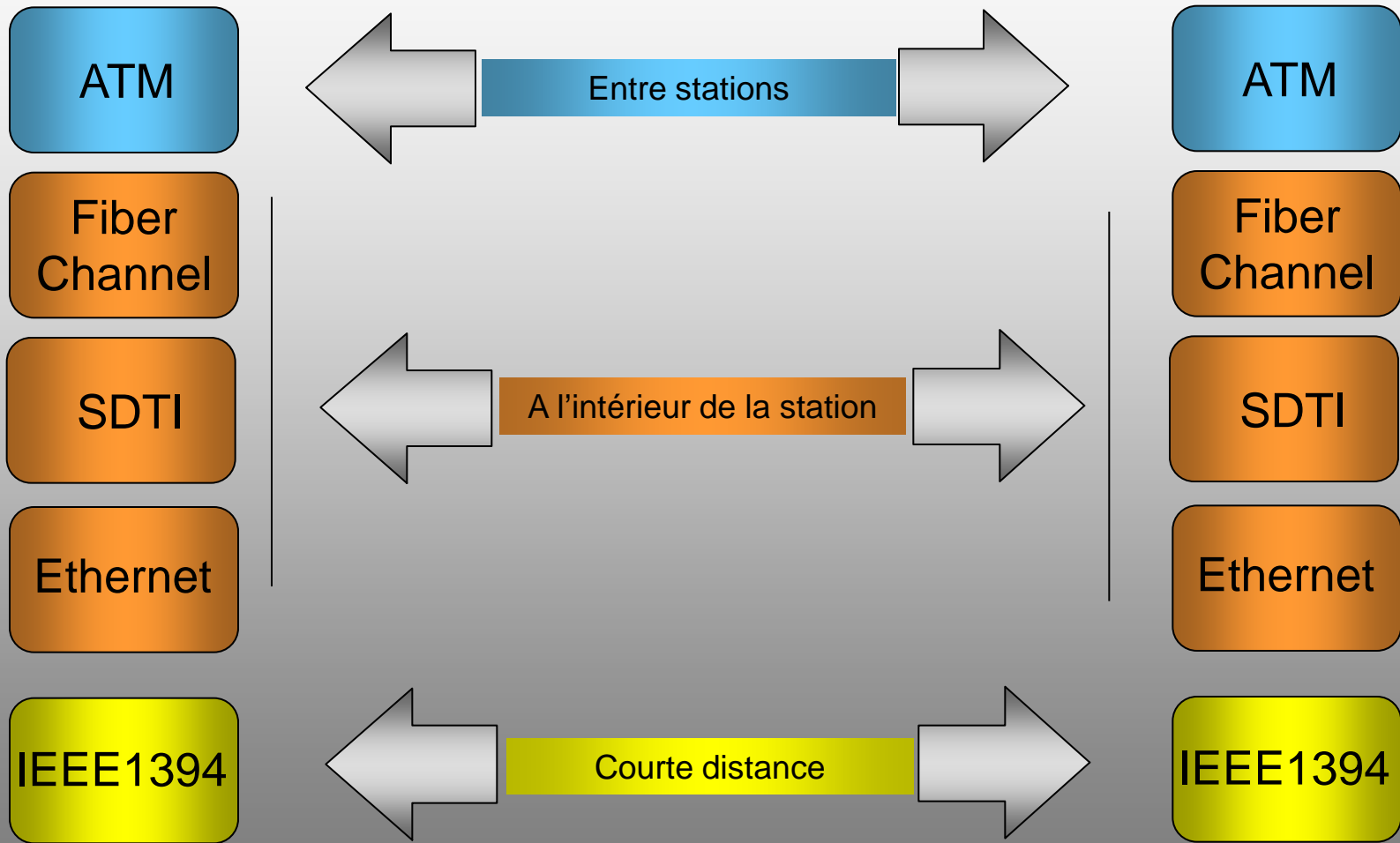


FLUX INTERACTIF - FTP

File Transfer Protocol - INTERNET

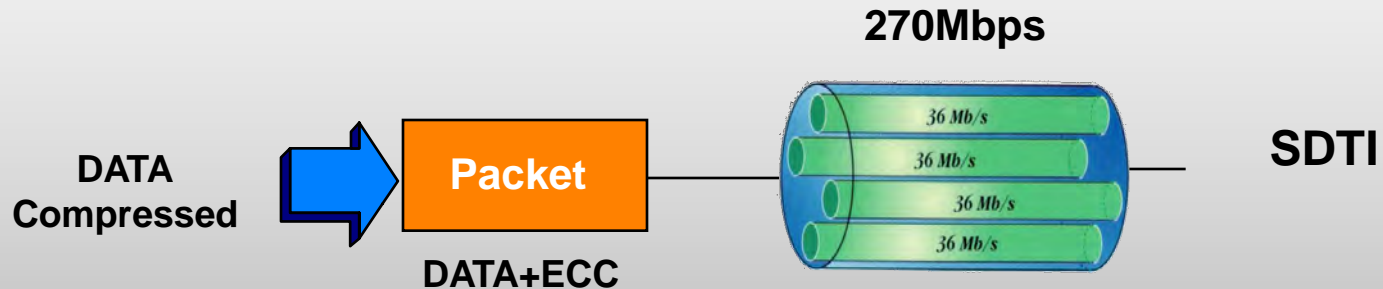


Transfert de données numériques



LE SDTI

(SMPTE 305M)



- Basé sur le SDI, le **Serial Digital Transport Interface** permet un transfert flux en temps réel.
- SDTI ne définit pas un format de signal transporté mais offre la possibilité de créer un certain nombre de formats de données paquetisées pour utilisation broadcast. SX, HDCam, DV-DIF (DVCAM, DVCPRO 25/50, Digital S) et MPEG TS.



LE SDTI - CP

Serial Digital Transport Interface – Content Package

(SMPTE 326M)

- C'est un « conteneur » développé pour transmettre un flux d'images (fixes ou mouvantes), de l'audio, des données et des métadonnées sur des réseaux.
- Les paquets de données sont gérés de la même manière quel que soit le contenu, permettant ainsi à un même réseau de transporter différentes informations.
- Le réseau utilise la norme SMPTE « **KL**V » (SMPTE 336M)



PRÊT POUR LA

Télévision Numérique



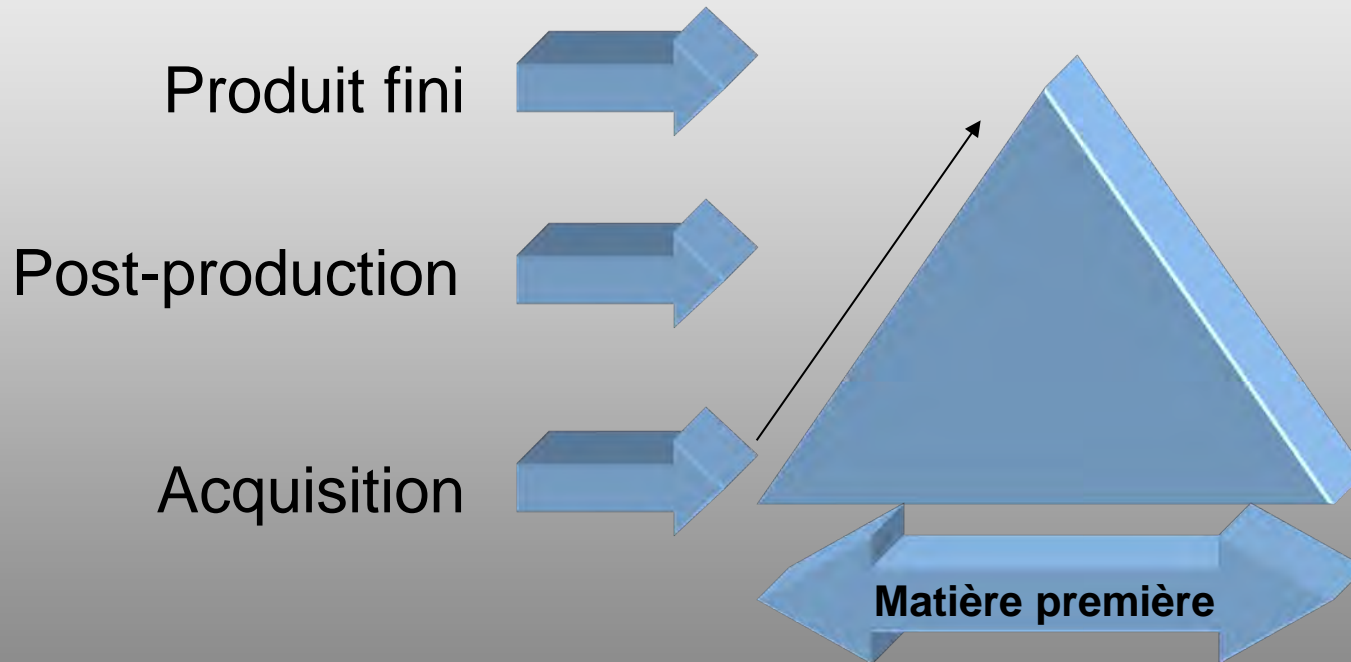


ARCHIVAGE

- **Espace** : optimiser l'espace de stockage en utilisant un média compact
- **Format** : nous allons tous vers la télévision numérique – cassette, disque numérique
- **Recherche** : optimiser l'indexation des différents plans mis en archive pour une récupération efficace et rapide (**METADATA**)

Processus de fabrication

De l'acquisition au produit fini



Processus de fabrication (2)

Cheminement
classique

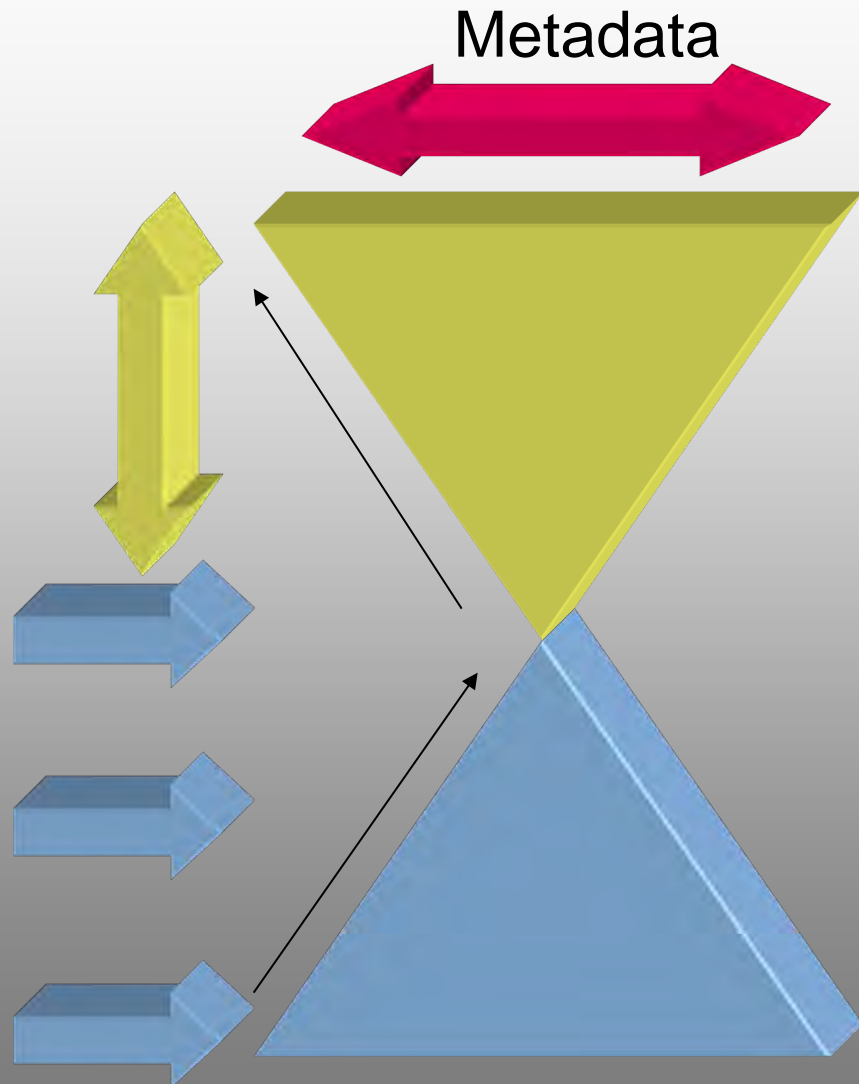
Archivage

Produit fini

Post-production

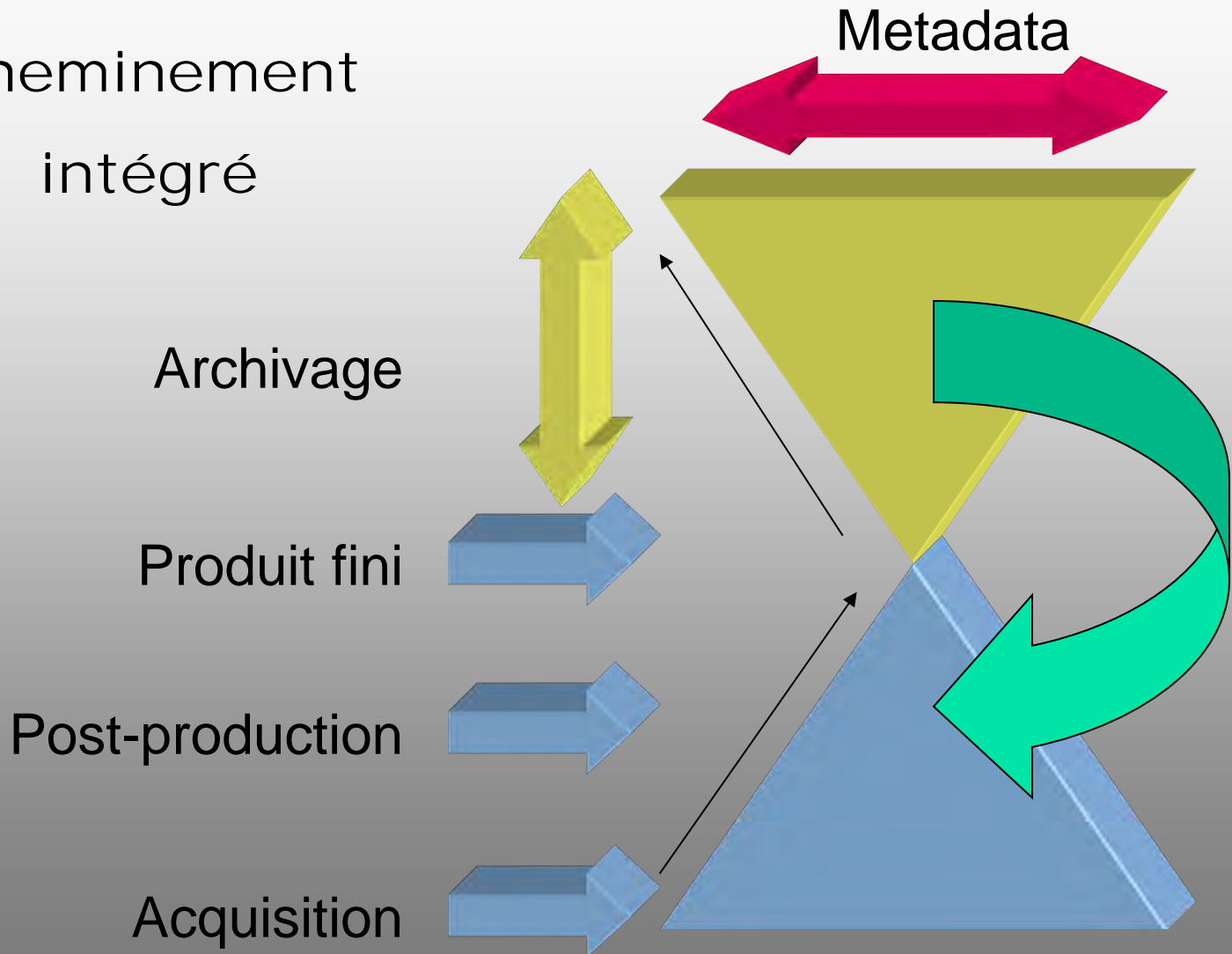
Acquisition

Metadata



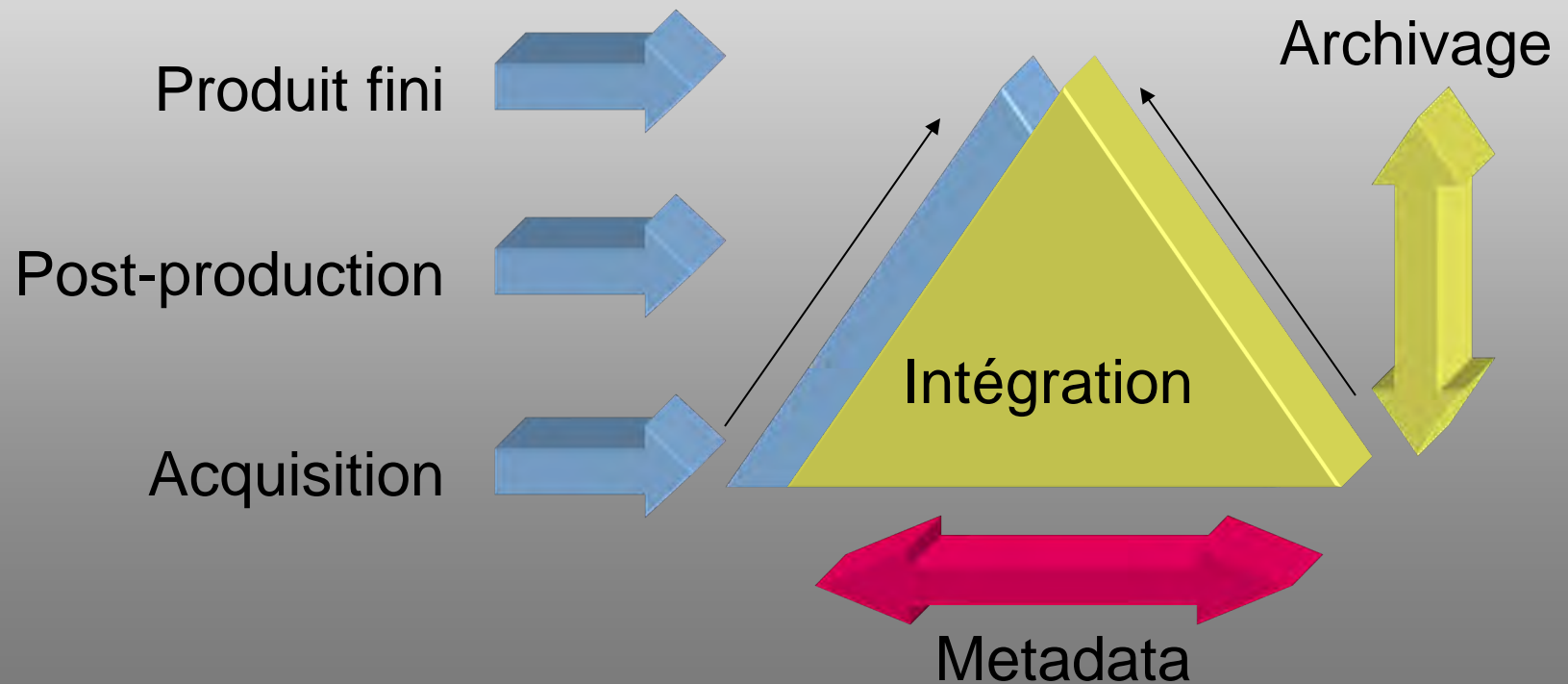
Processus de fabrication (3)

Cheminement
intégré



Processus de fabrication (4)

Intégration des Metadata
de l'acquisition au produit fini
= archivage automatique





FORMAT FICHIERS & METADATA

De nombreux formats de fichiers Audio, Vidéo et données existent aujourd'hui.

- Fichier DIF(DV, DVCAM, DVCPRO)
- Fichier AVI (type 1DV, type2DV, Canopus DV, Matrox AVI-DV, Microsoft AVI...)
- QuickTime Apple, QuickTime Avid
- Windows Media (dernier né WM9 en cours de normalisation au SMPTE)
- Real Video
 - WAV – BWF
- MPEG-1 (VCD)
 - AIFF (Audio Interchange File Format)
- MPEG-2 (SVCD – DVD)
 - MPEG-4
- MPEG-2 (Long GOP)
 - Avid OMF 1 et 2 (AVR, MJPEG...)
- MPEG-2 (I-Frame) IMX
 - Avid OMF-DV
- DivX
 - Avid JFIF (JPEG File Interchange Format)
- - MXF
 - AAF

Il serait intéressant de

standardiser

l'emballage de ces fichiers afin d'en faciliter la transmission et leur utilisation.

AAF & MXF

AAF : Advanced Authoring Format

MXF : Material Exchange Format



**Ces formats de fichiers (WRAPPER)
devraient permettre un meilleur
cheminement des
données (**essence**)
et des **métadata**
(données à propos des données).**



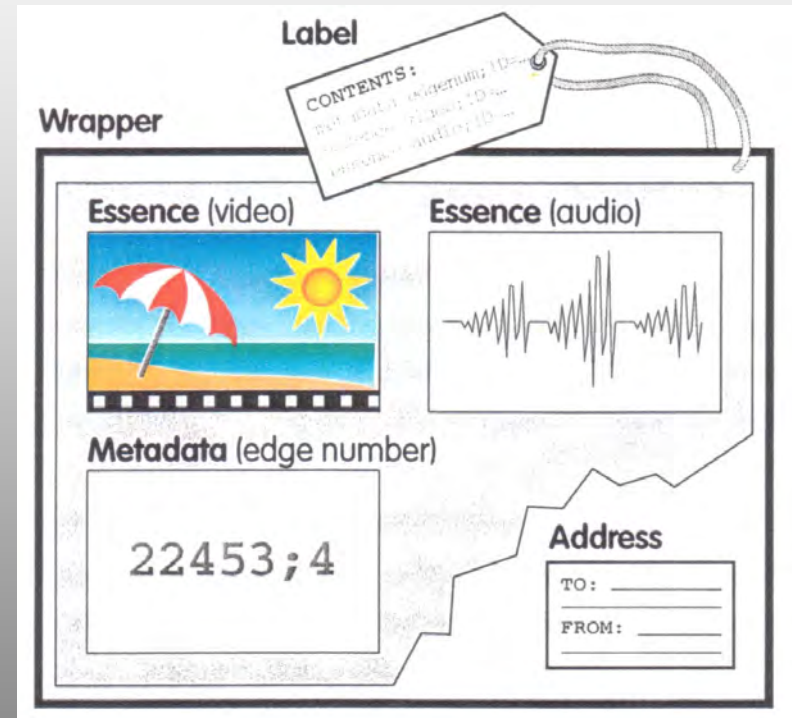
Le format de fichier AAF a été conçu par une association de fabricants afin d'assurer un passage aisé de TOUTES les informations

- ❑ d'un système à l'autre
- ❑ d'une application à l'autre sans pertes.

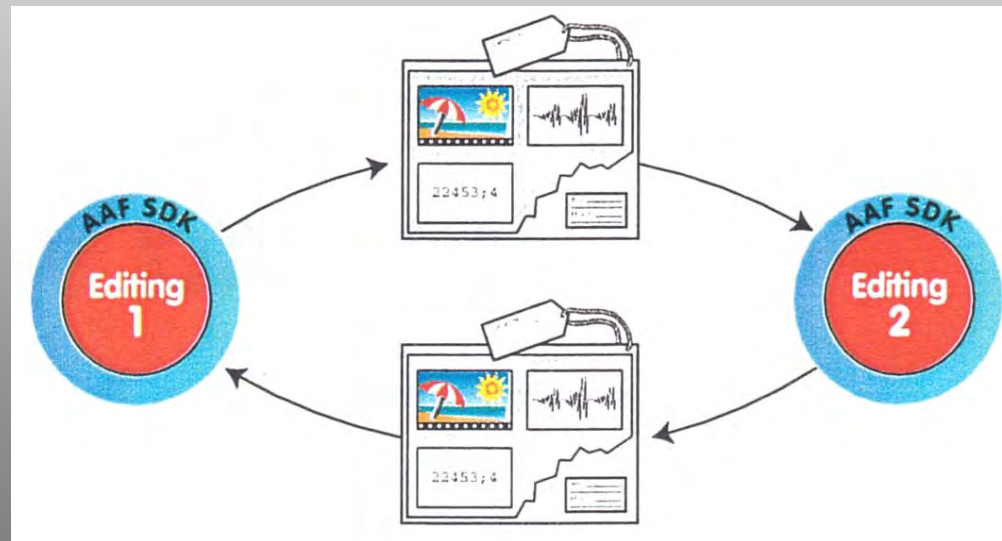
- **Le format AAF a été conçu pour l'autoring (fabrication d'un produit) et la post-production.**
- **Jusqu'à présent on utilise des formats propriétaires qui rendent difficile sinon impossible l'échange des informations d'une application à l'autre.**
- **Bien souvent la vidéo et l'audio sont transférés sans pertes mais les informations concernant les données, les listes de montages, les effets utilisés...sont très souvent perdues**

Le format AAF préserve non seulement le contenu audio et vidéo indépendamment de l'algorithme de compression ou vidéo non comprimée, mais tous les métadatas associés, tels que temps codé, effets utilisés, EDL, graphique 3D ... ainsi que des pointeurs vers des sources se trouvant sur des réseaux et dans des fichiers différents.

En fait le fichier **AAF** prend le contenu du programme (essence et métadonnées) et le place dans un **EMBALLAGE (WRAPPER)**, ajoute une adresse et y attache une étiquette à l'extérieur qui décrit brièvement le contenu du colis.



Ainsi une application compatible AAF peut lire l'étiquette et afficher le contenu du colis (Fichier). Cette application, si adéquate, peut ainsi travailler le contenu.



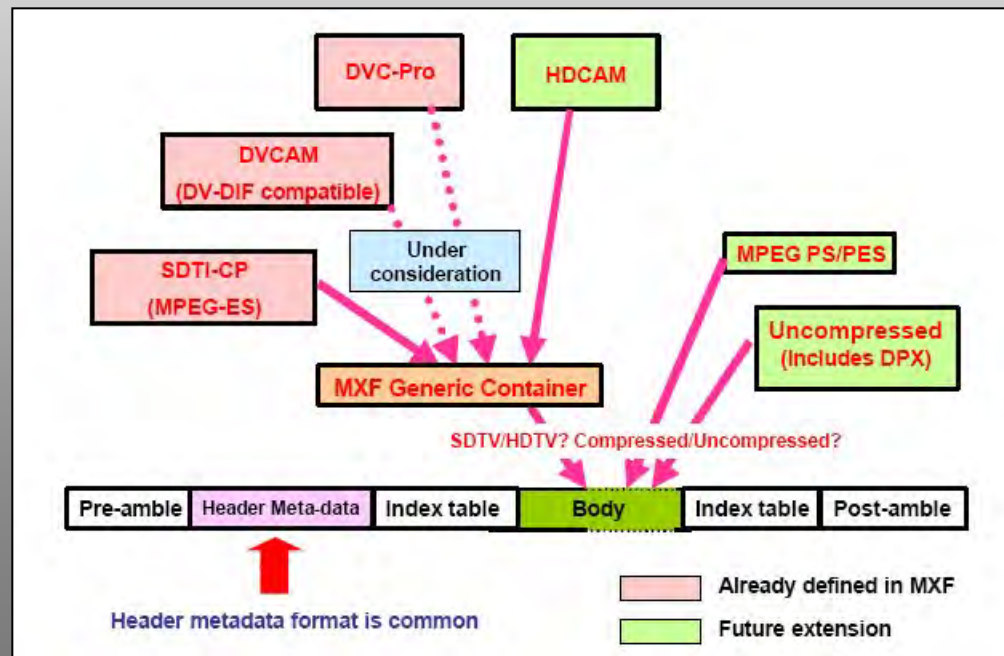


- **M**aterial **E**xchange **F**ormat
- Format coordonné par le forum Pro-MPEG
- Développé pour faciliter l'échange des données "prêtes à l'antenne"
- Supporte plusieurs types de transport
 - File transfer (FTP)
 - Streaming (Flux)
- Pratiquement normalisé

MXF et FORMAT VIDEO

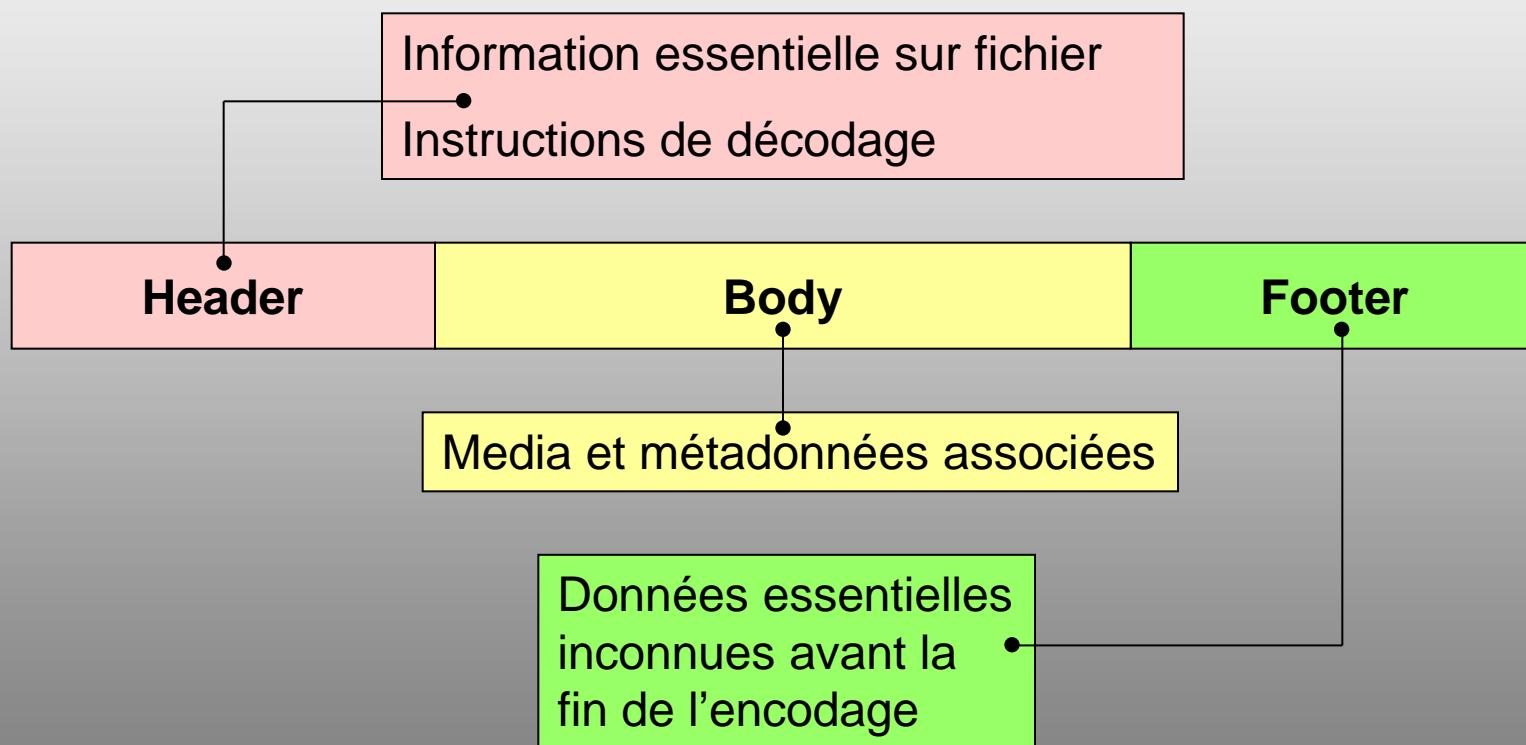
Le format MXF préserve non seulement le contenu audio et vidéo indépendamment de l'algorithme de compression ou vidéo non comprimée ainsi que les métadata associés.

Le format MXF garantit la lecture de l'étiquette mais pas nécessairement de l'essence (contenu audio/vidéo qui peut être sous différentes formes, DV, DVCPRO, MPEG...)



MXF de l'intérieur

- Un fichier typique à trois composantes





Unique Material Identifier

- La matière est identifiée de l'intérieur
 - Le nom de fichier peut être changé
 - Important pour les opérations de streaming
- UMIDs sont uniques
- UMID de base
 - Identifie un clip complet audio/vidéo, un montage, etc..
 - Est utilisé intensivement en MXF et AAF

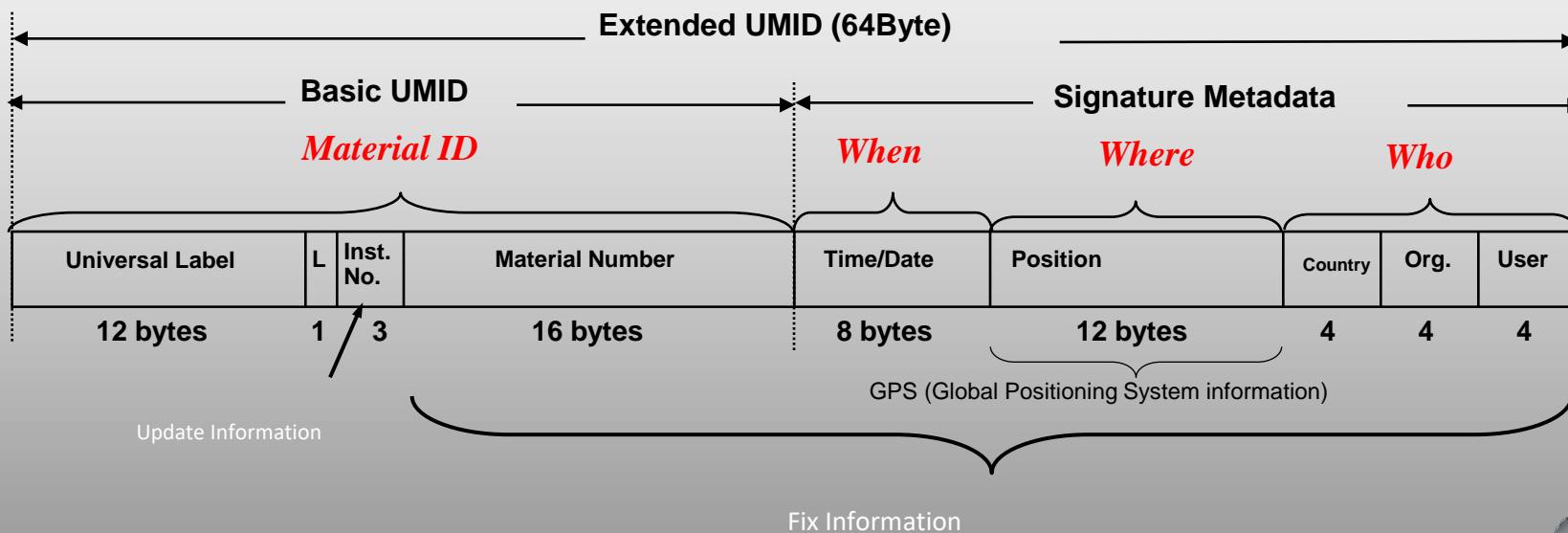
Unique Material IDentifier

■ UMID étendu

- Identifie les images individuelles dans le clip ou la composition audio/vidéo
- Inclus le UMID de base qui identifie le clip ou la composition elle-même
- Donnée unique basée sur des facteurs tels que la latitude, la longitude, l'altitude, la date, l'heure, l'utilisateur, etc.

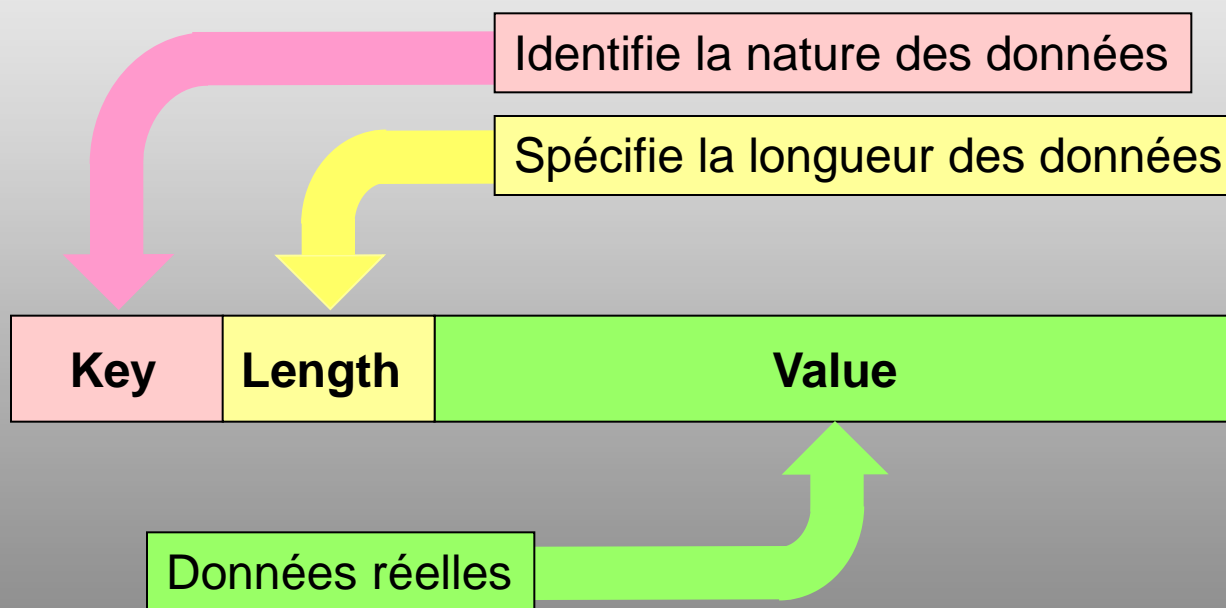


Unique Material Identifier



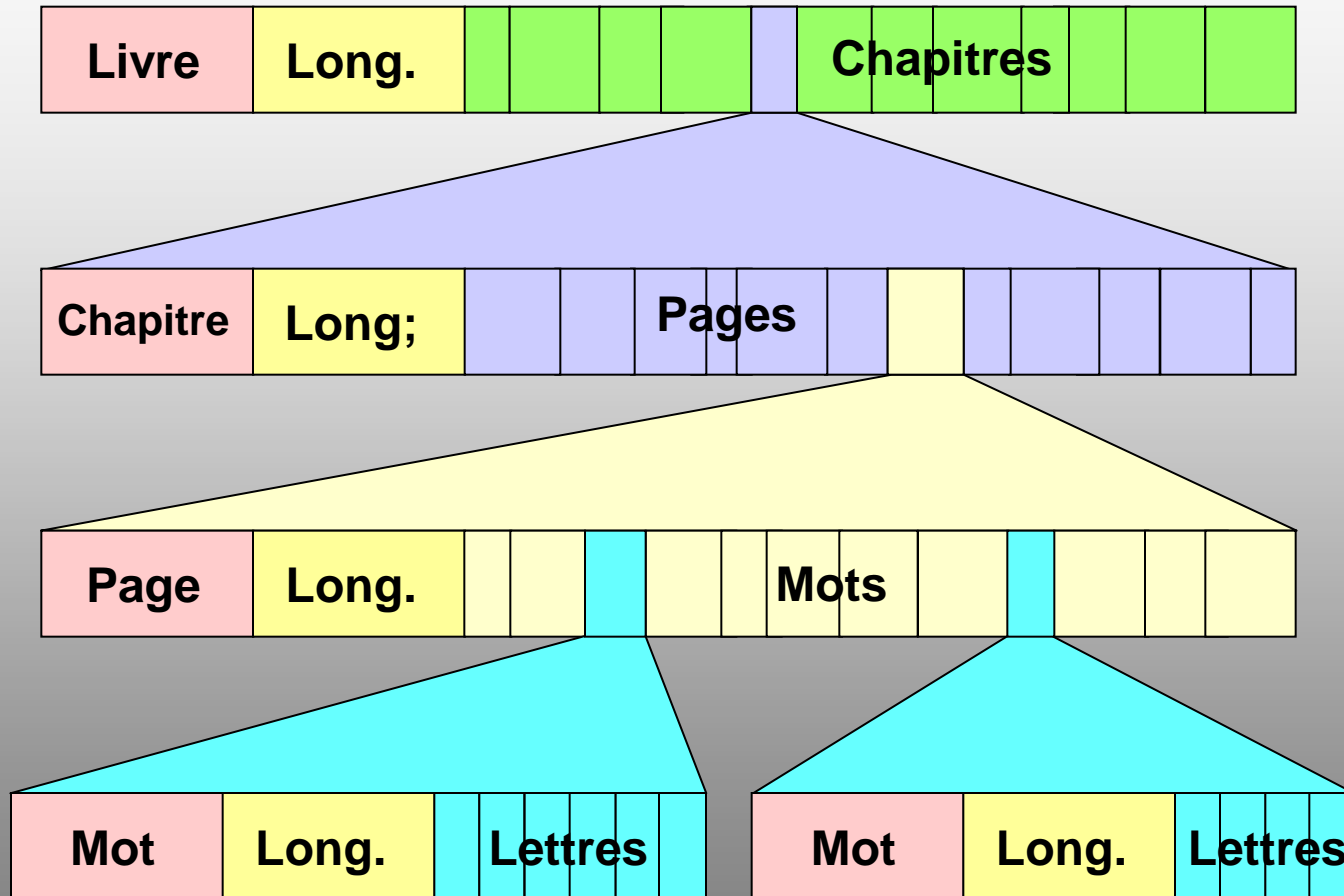
Format KLV (SMPTE 336M)

- **K**ey **L**ength **V**alue

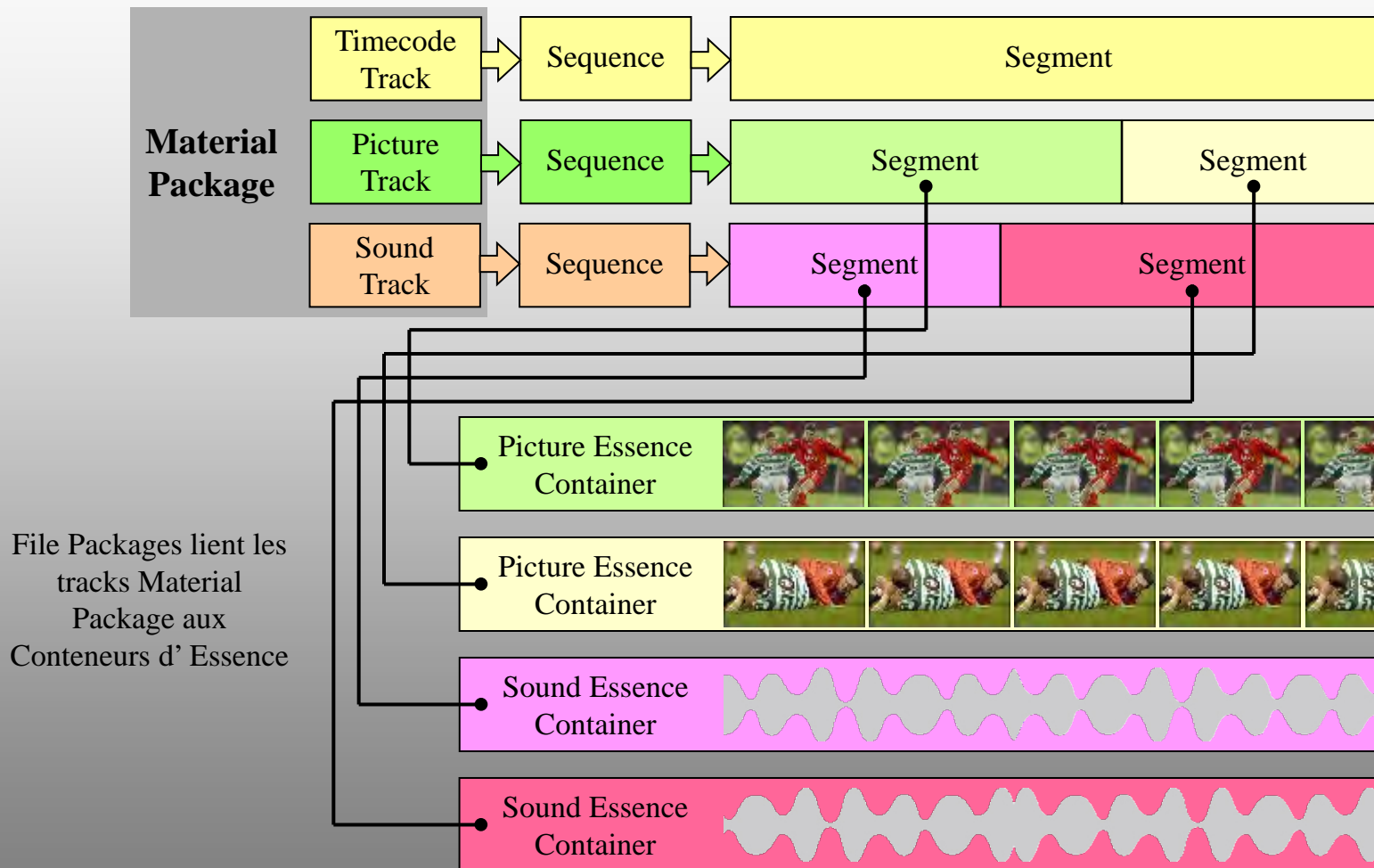




Hiérarchie KLV



Relations entre Packages

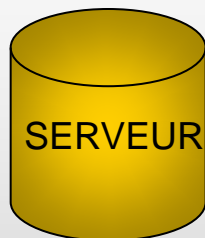
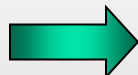


Metadonnées et MXF



Acquisition

Génération des Prises de vues metadata (UMID, TimeCode, GPS, Nr de caméra...)



Stockage

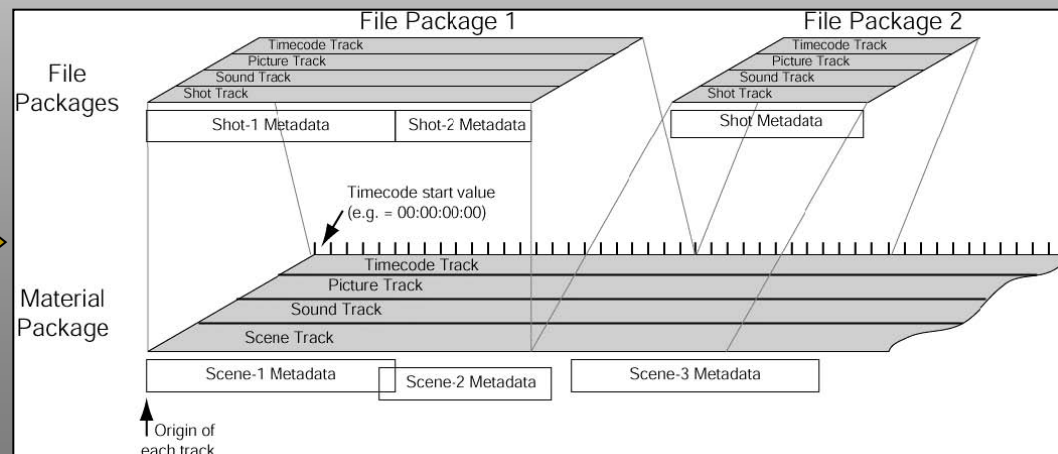


NLE

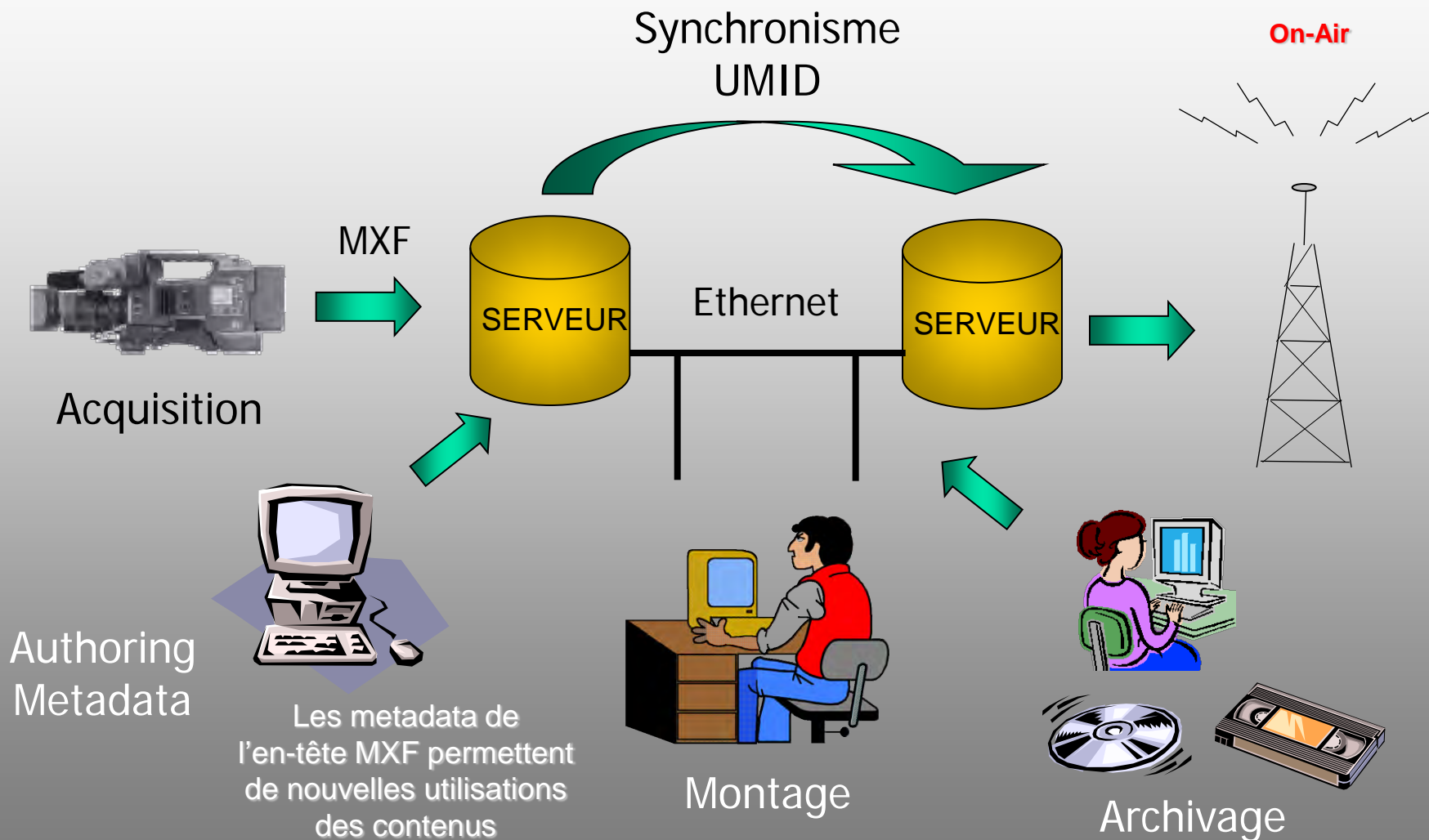
Ajout des metadata de production, de scènes... au Material Package



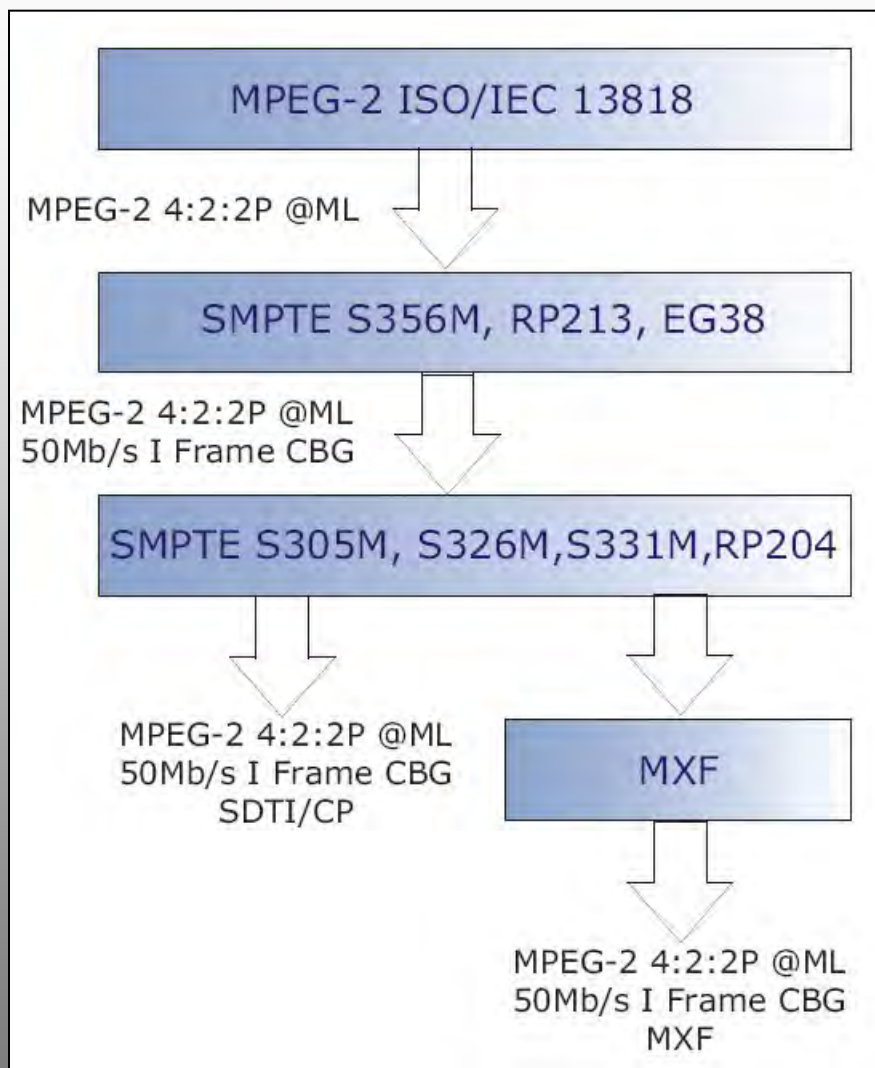
Le montage non linéaire configure les File Packages sur la ligne du temps du Material Package



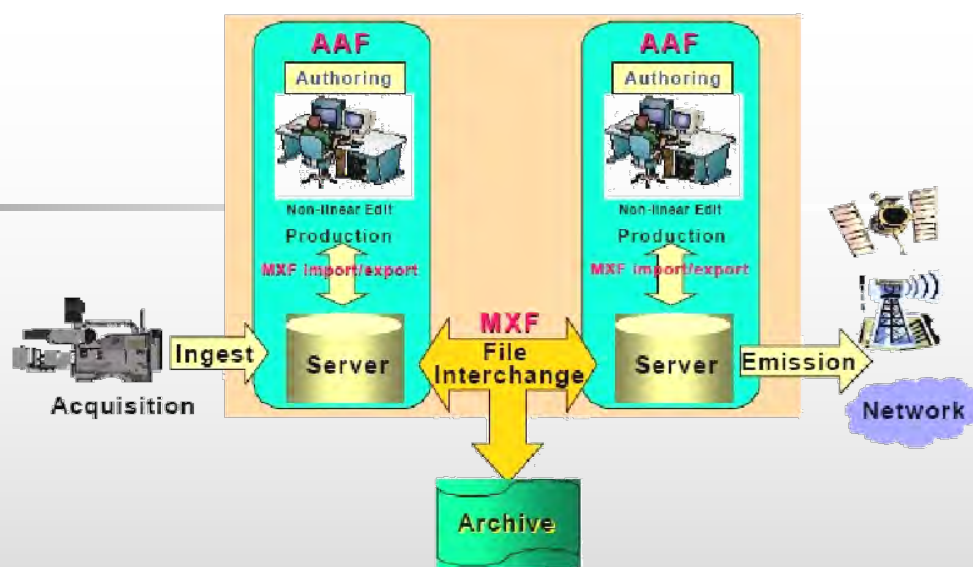
UMID / MXF et METADA externes



MXF / D10 (4:2:2 I-Frame)



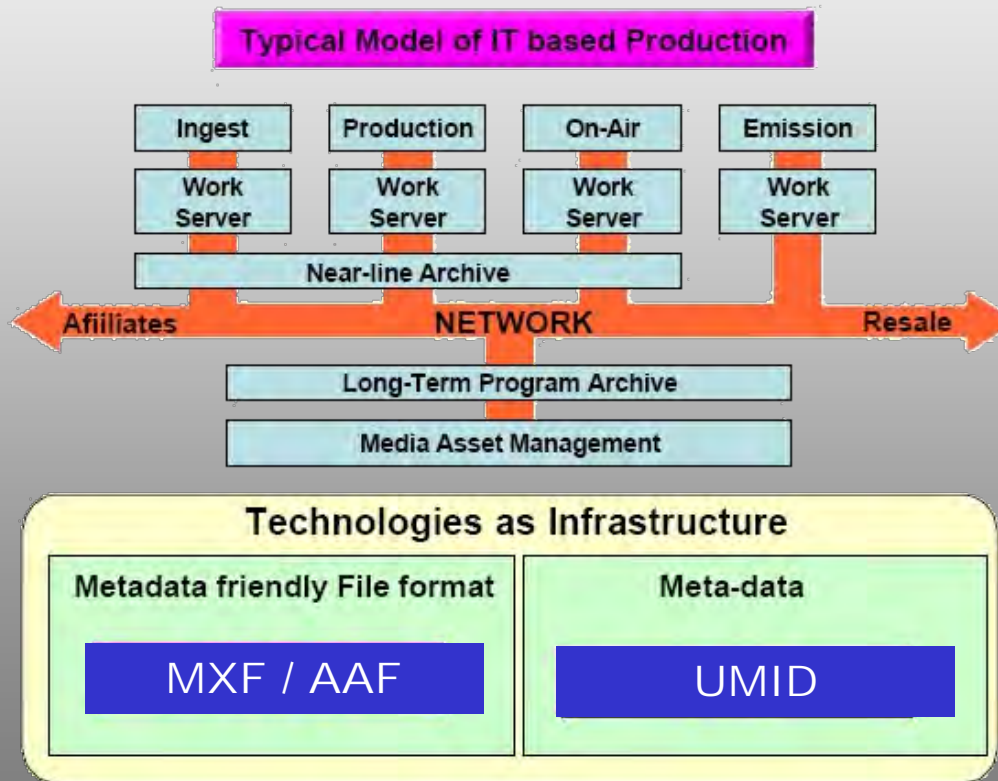
AAF et MXF



- Le **MXF** a été conçu principalement pour manipuler des produits finis ou complets
 - Streaming Broadcast et playout, archivage, etc.
 - Montage limité aux “cuts only”
- L'**AAF** a été conçu pour l'échange en post production
 - Possibilités illimitées de montage
 - Support important pour des média externes
 - Gère tout, du programme fini au clip ou partie de clip

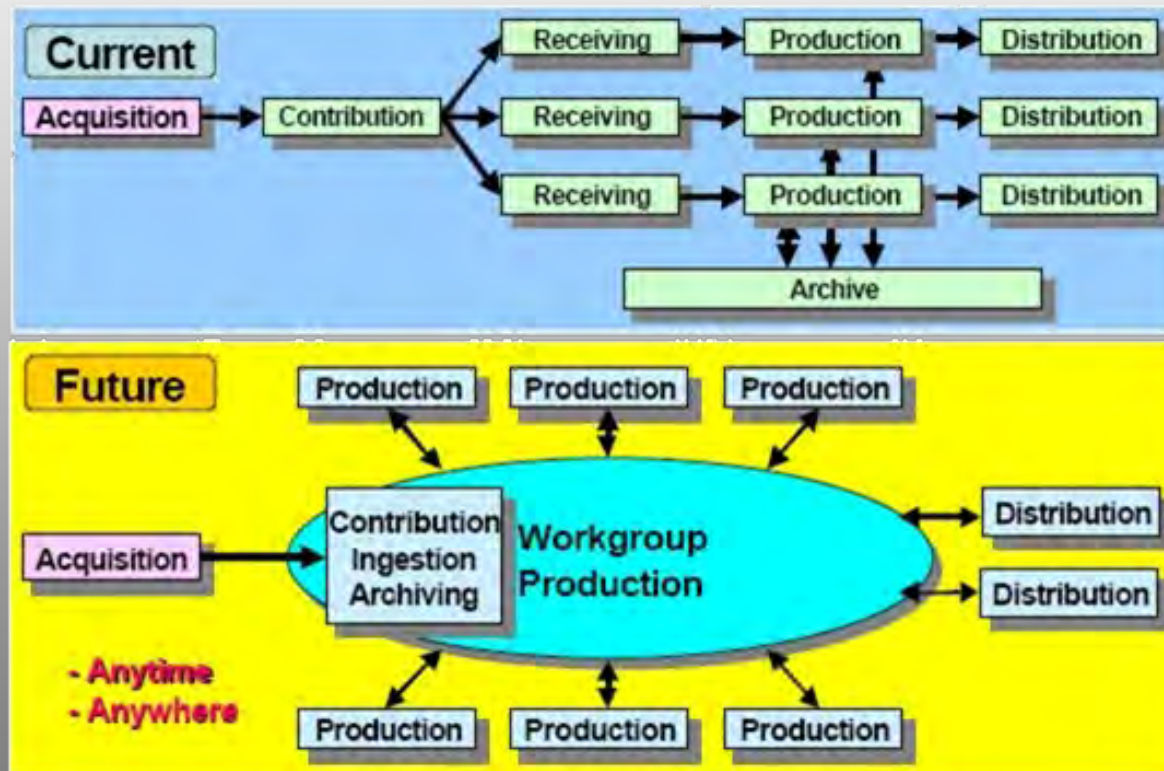
CONCLUSIONS (1)

- Le MXF va permettre une migration pas à pas de la structure Audio/Vidéo vers la structure IT.



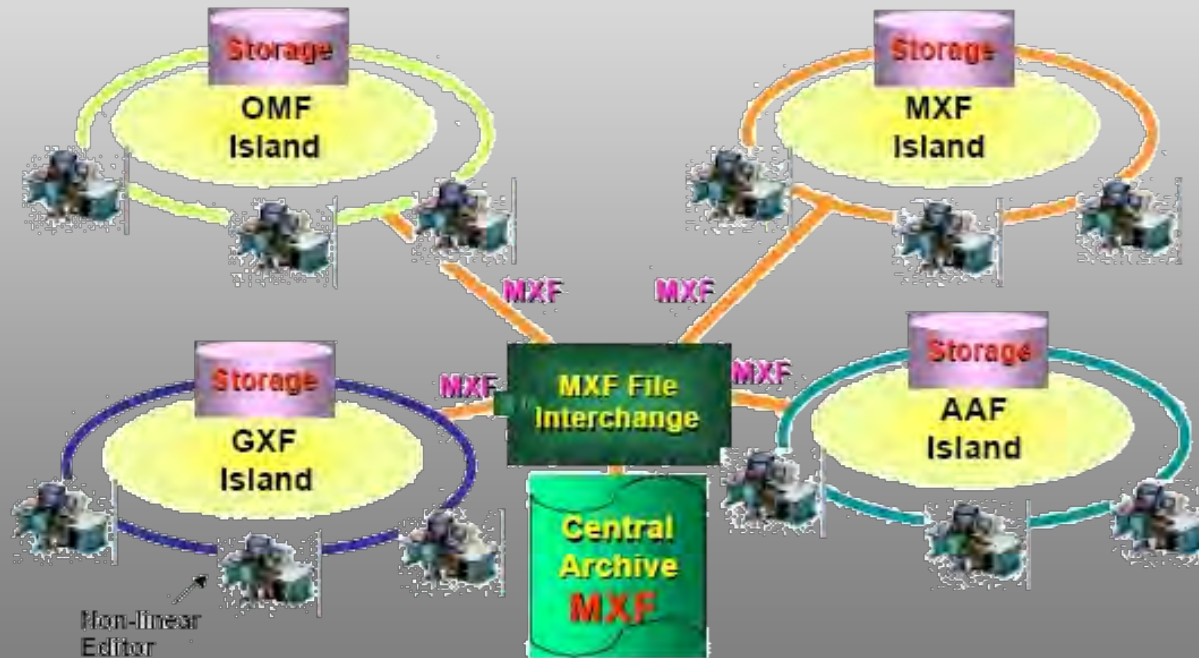
CONCLUSIONS (2)

- Passage de la connectivité **flux** (streaming) à la connectivité **fichier**



CONCLUSIONS (3)

- Le MXF va permettre **l'interopérabilité** entre les différents îlots existants aujourd'hui (si essences compatibles)





Adresses utiles

www.aafassociation.org

www.ebu.ch

www.pro-mpeg.org

www.smpte.org



Vidéo Trois Connexions Standardisées

Composite (Pal, Secam, NTSC)

Composantes analogiques (Y, U, V)

SDI (Serial Digital Interface)

Tout le reste est généralement propriétaire

(SDTI, AAF, MXF, OMF, GXF...)

Seul l'emballage est standardisé



*Merci de votre
attention*

Christian DUMONT – Octobre 2003
chrisdumont@belgacom.net