

# WETO 2012

Chaine Image et Bus Numériques


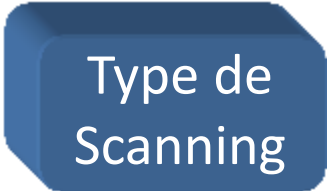


Didier LANOISELEE

# Sommaire

- Définition des formats TV
- Le signal vidéo monochrome
- Le signal vidéo entrelacé
- Les formats vidéo analogiques standards
- Le signal vidéo progressif
- Le signal vidéo couleur
- Les formats vidéo Haute définition
- Acquisition d'un signal vidéo analogique standard
- Acquisition d'un signal analogique non-standard
- Numérisation du signal
- De l'analogique au numérique
- Notion de bande passante vidéo
- Le signal numérique RS422 et RS644 (LVDS)
- Le bus Camera Link
- Le bus firewire IEEE1394 (i.link)
- Exemple : calcul de bande passante
- Le bus Gigabit Ethernet
- Le bus Power over Ethernet (PoE)
- Le standard GigE Vision
- GEN<i>CAM
- Les différents standards de communication
- Le bus Universal Serial Bus (USB)
- Comparaison des différents bus numériques
- Les formats de fichiers
- Conclusion

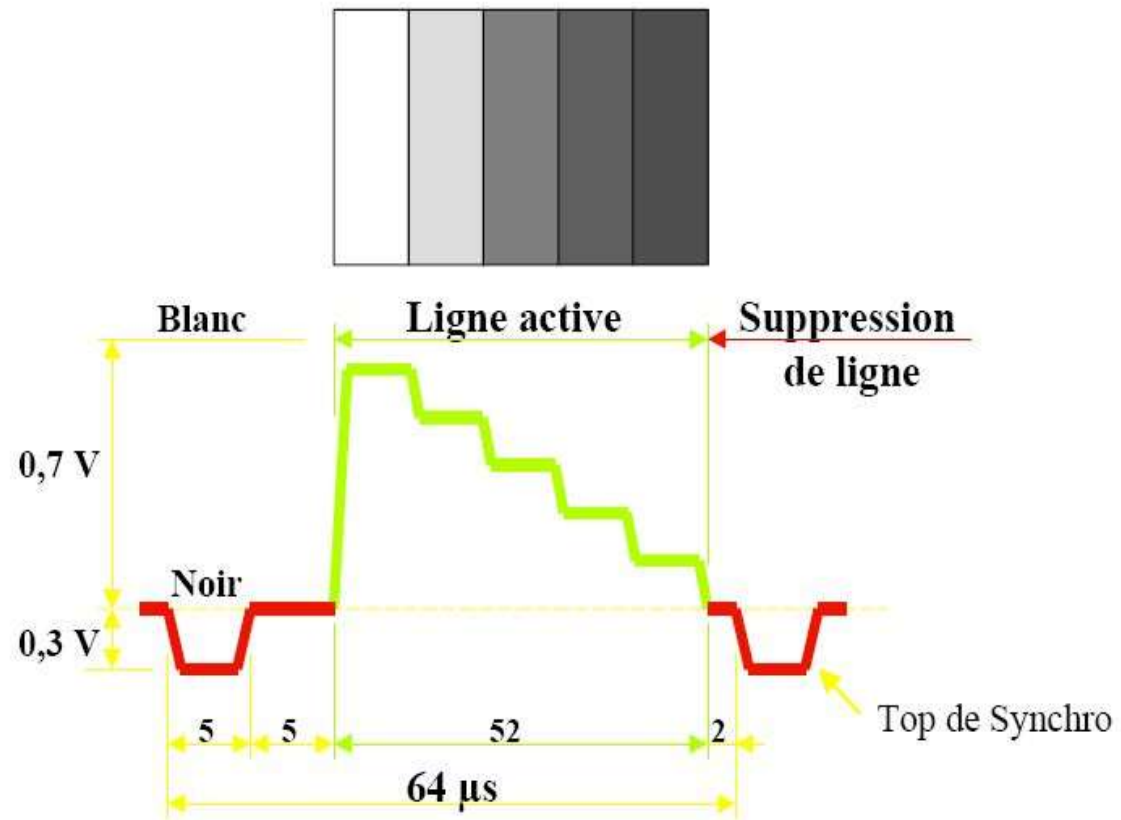
# Définition des formats TV

## Définition des formats TV ;

- 1**  Résolution  
SD - 720 x 576, 720 x 480  
HD - 1280 x 720, 1920 x 1080  
Film : 2K ou 4K
- 2**  Type de Scanning  
“i” Interlaced  
“p” Progressive
- 3**  Fréquence image  
23.98, 24, 25, 29.97, 30, 50, 60 fps
- 4**  Rapport Image  
4:3, 16:9 or film ratio

# Le signal vidéo monochrome

Vidéo analogique standard : analyse d'une ligne vidéo

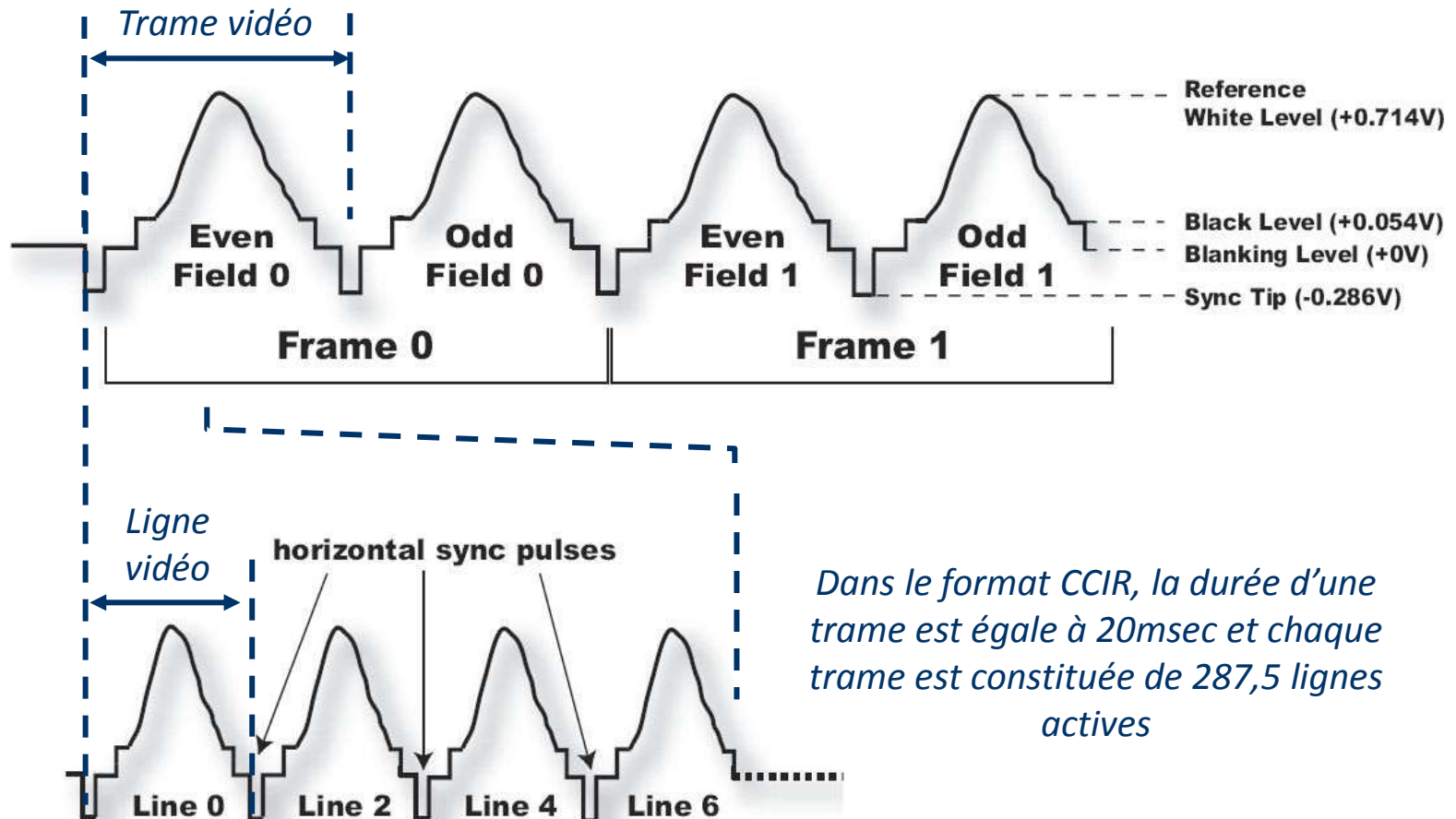


*Dans le format CCIR, la partie utile contenant le signal vidéo est égale à 52μs*

# Le signal vidéo monochrome

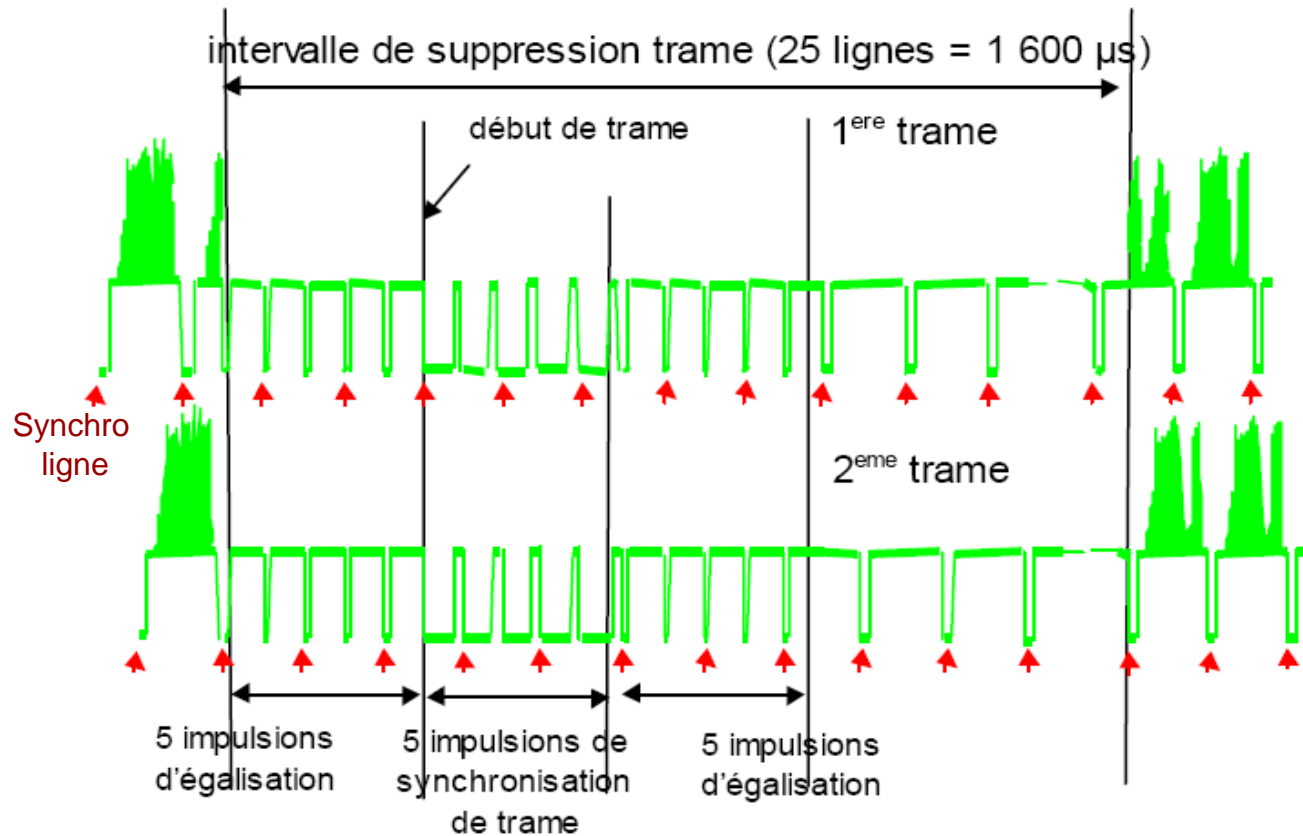
Vidéo analogique standard : analyse d'une trame vidéo

*Chaque image complète est composée d'une trame paire et d'une trame impaire.*



# Le signal vidéo monochrome

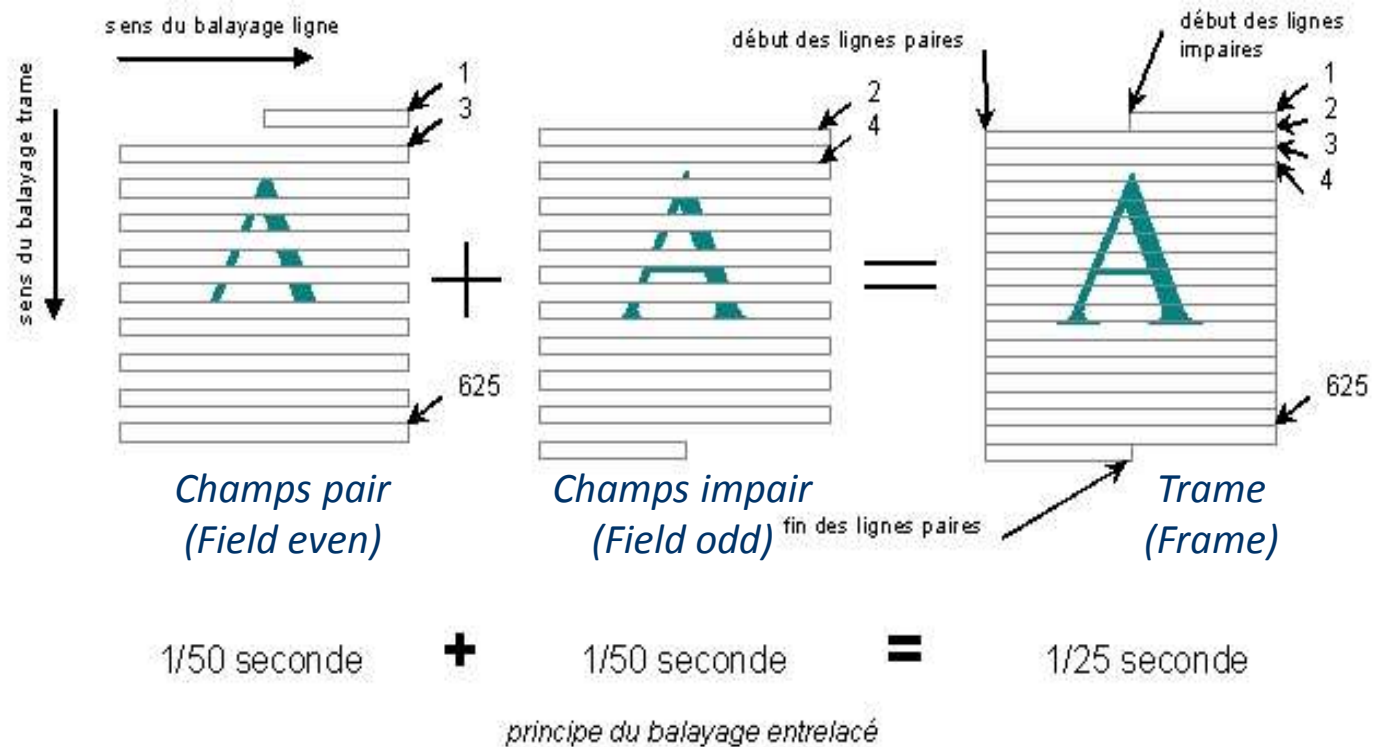
## Vidéo analogique standard : analyse d'une image complète



*Le top de synchronisation trame est déphasé ou pas de la synchronisation ligne pour pouvoir identifier les trames paires-impaires à la réception.*

# Le signal vidéo entrelacé

## Vidéo analogique standard : Principe de la vidéo entrelacée



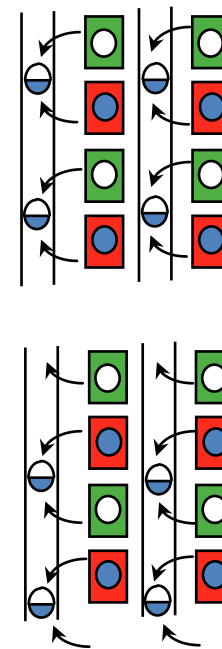
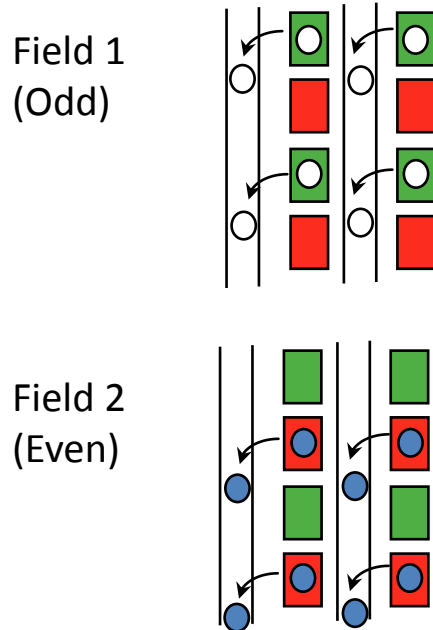
*L'image entrelacée est composée de 2 champs (field ou trame) image successives de demi-résolution*

# Le signal vidéo entrelacé

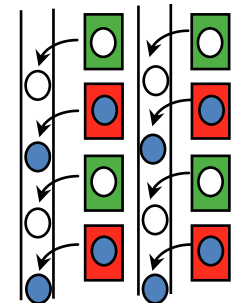
## Vidéo analogique standard : Principe de la vidéo entrelacée

CCD conventionnel  
Mode Frame Integration

CCD conventionnel  
Mode Field Integration



CCD Progressive Scan



↻ High Vertical Resolution  
↻ High Dynamic Resolution

↻ High Vertical Resolution  
↻ Low Dynamic Resolution

↻ Low Vertical Resolution  
↻ High Dynamic Resolution



# Le signal vidéo entrelacé

Vidéo analogique standard : Principe de la vidéo entrelacée



**Vidéo entrelacé / frame integration**



**Vidéo entrelacé / Field integration**



**Vidéo Progressive scan**

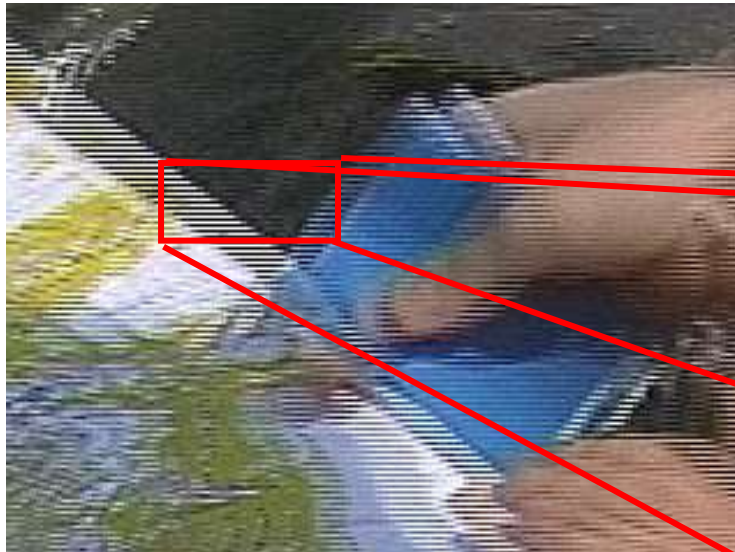
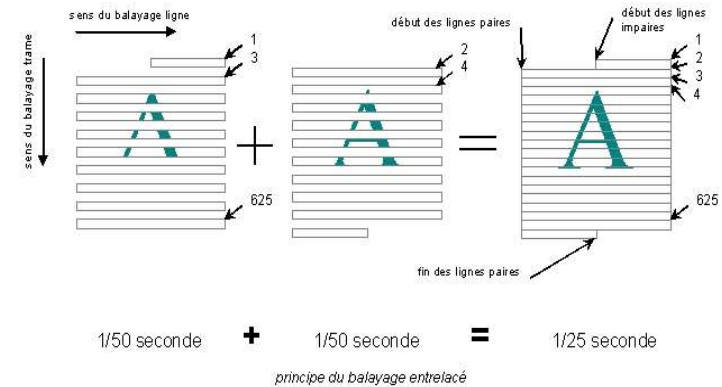
# Les formats vidéo analogiques standards

## Comparaison des formats vidéo standard CCIR et RS170

Paramètre	CCIR (Europe)	RS170 (USA/Japon)	Unité
Résolution image	752(H) x 575(V)	756(H) x 475(V)	pixels
Fréquence de trame	50	60	Hz
Nombre total de lignes	625	525	Lignes
Fréquence ligne	15,625	15,734	KHz
Durée blanking vertical	25	25	Lignes
Durée de l'impulsion de synchronisation ligne	4.7	4.7	µs
Bande passante vidéo	6	5.5	MHz
Amplitude du signal vidéo	700mV		mV
Amplitude du signal de synchronisation	-300mV		mV
Impédance	75		ohm

# Le signal vidéo progressif

## Les limitations de la vidéo entrelacée

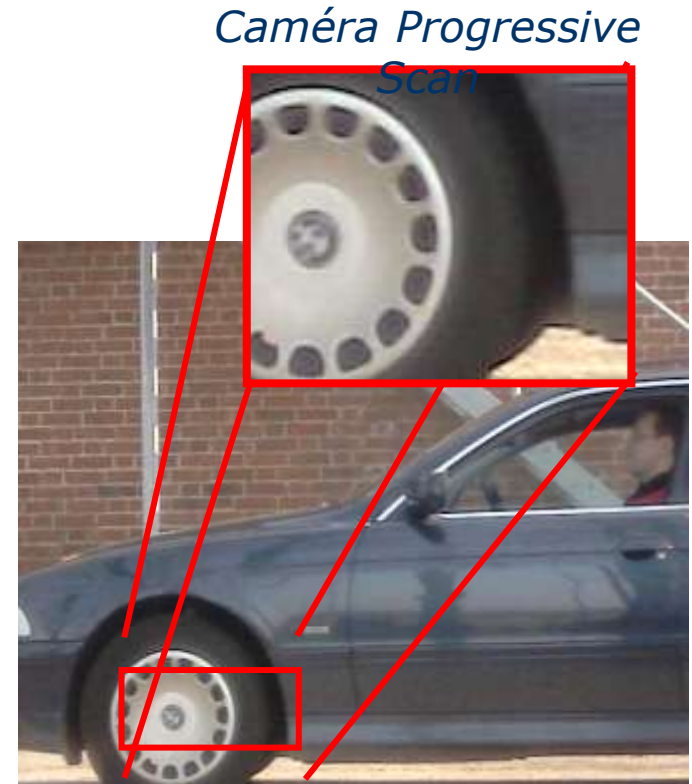


*L'utilisation d'une caméra vidéo entrelacée pose problème quand on travaille avec des objets ou sur une scène en mouvement. Ce phénomène est moins perceptible en mode vidéo TV (rafraîchissement à 25 images/secondes)*

# Le signal vidéo progressif

## Analogique vidéo non-standard : lecture progressive

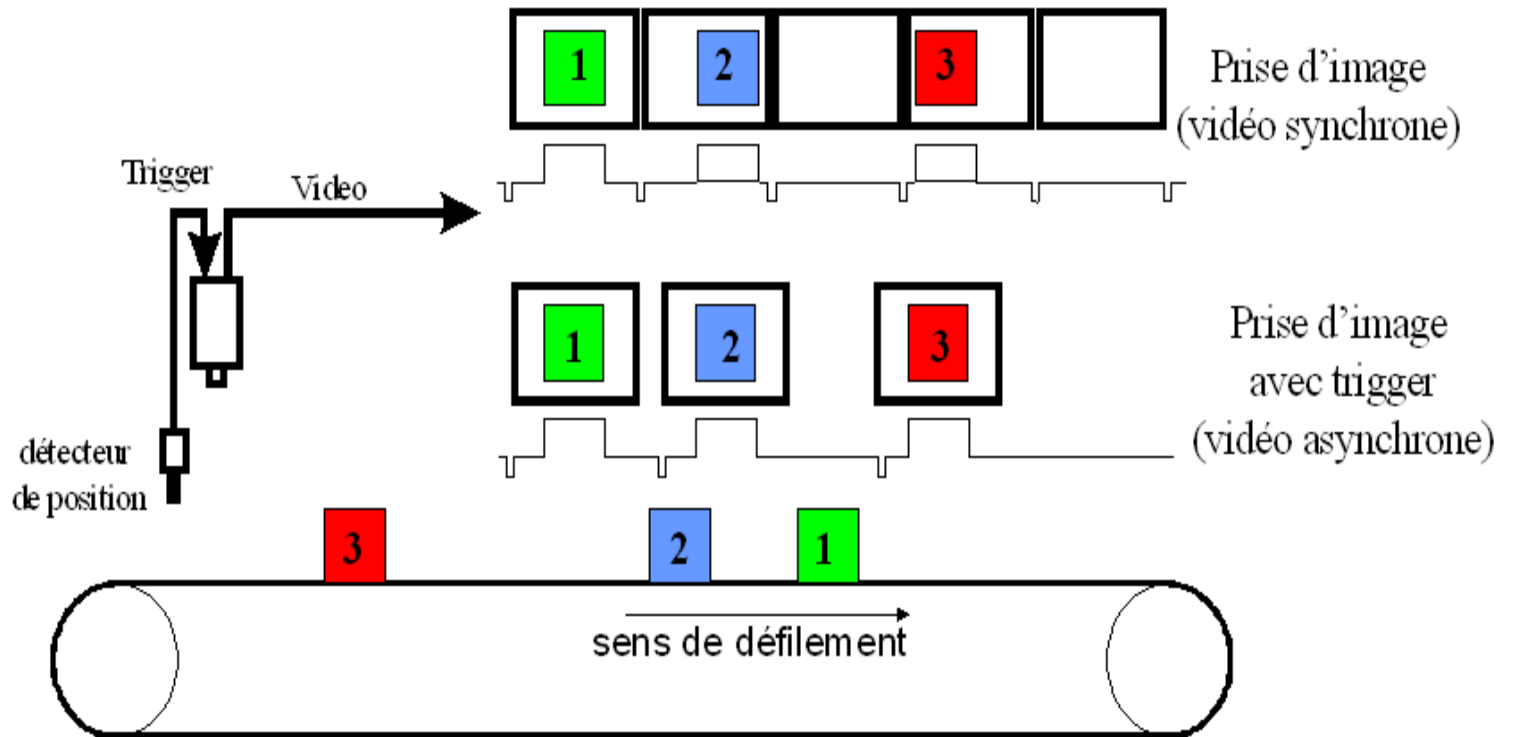
Les caméras Progressive Scan sont tout à fait adaptées pour la prise de vue d'objets ou sur une scène en mouvement. Ce type de caméras restituent un signal vidéo non standard (vidéo non entrelacée) en pleine résolution.



# Le signal vidéo progressif

## Analogique vidéo non-standard : lecture progressive

Ces caméras disposent généralement d'une entrée de déclenchement bien orientées pour la capture d'image dans les applications industrielles.



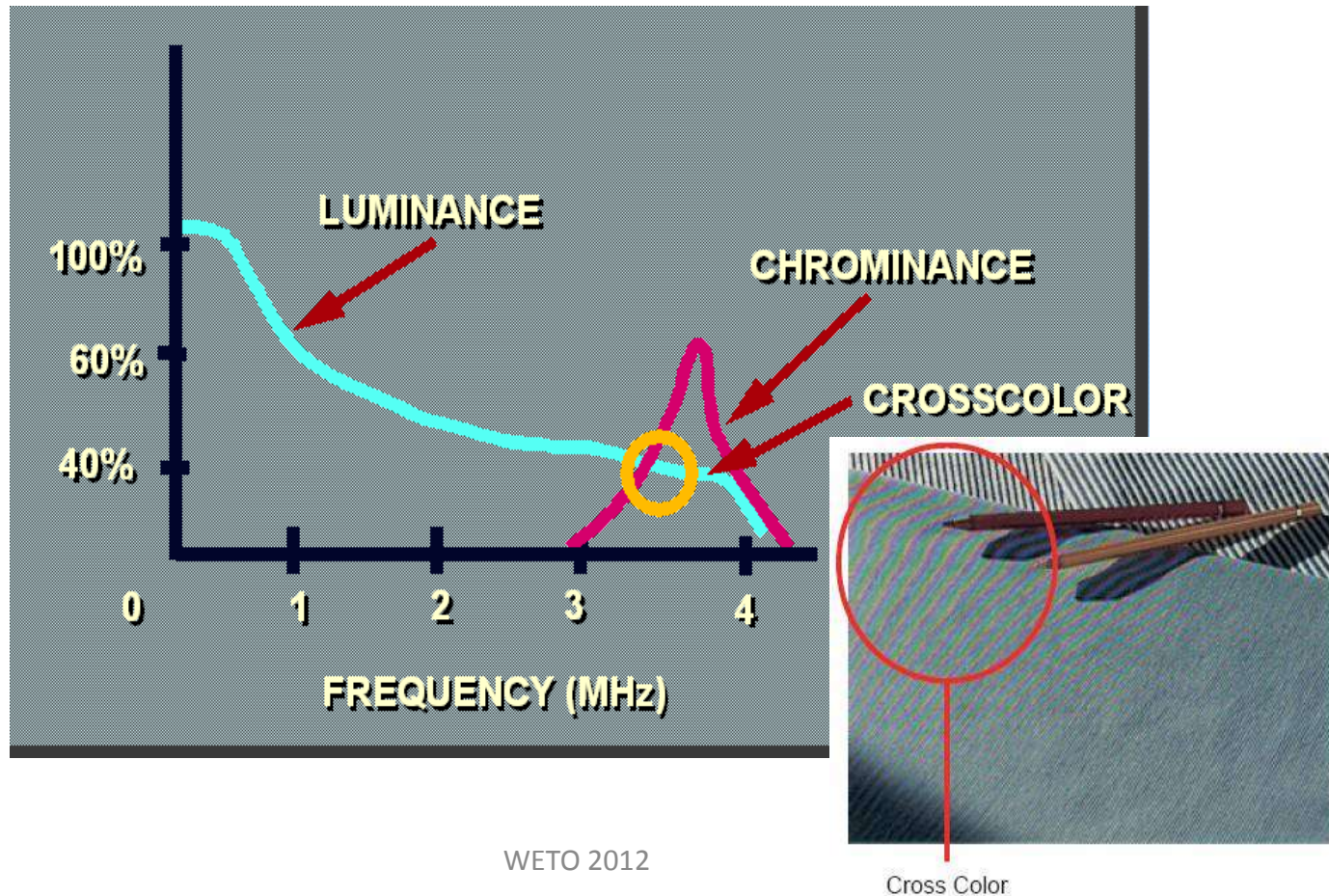




# Le signal vidéo couleur

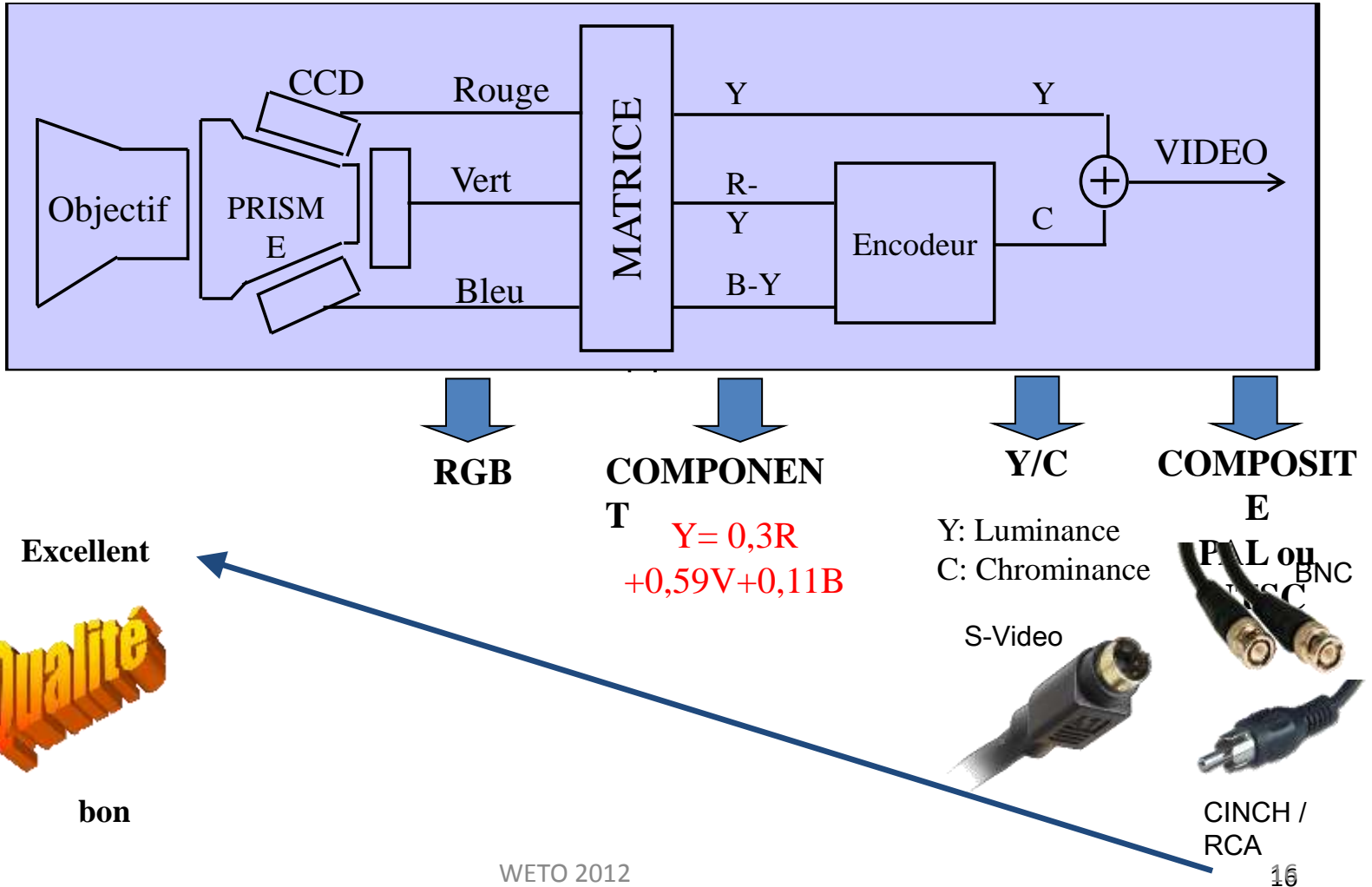
## Défaut du signal vidéo composite couleur PAL :

Le principe de codage video PAL couleur fait apparaître des fausses couleurs (Cross color) dans les détails très fins de l'image.



# Le signal vidéo couleur



Vidéo analogique standard : synoptique d'une caméra couleur





# Les formats vidéo Haute définition

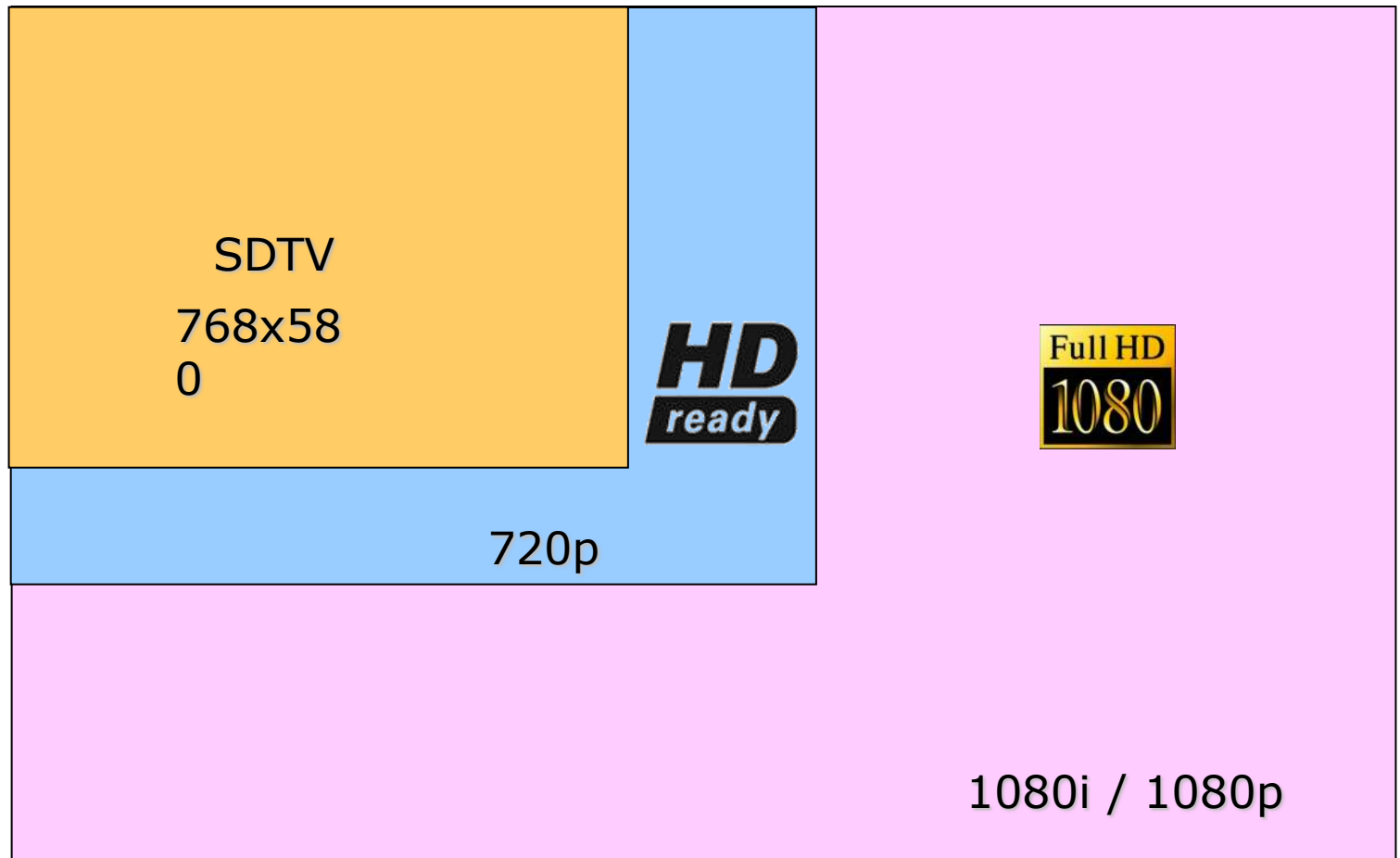
Comparaison entre les formats vidéo standards et Haute Définition

Format	Résolution	Type de scanning	Frame rate	Aspect Ratio	
<b>480i (NTSC)</b>	756 x 475	Entrelacé	59.94Hz / 60Hz	4:3	
<b>576i (PAL)</b>	752 x 575	Entrelacé	50Hz	4:3	
<b>720p</b>	1280 x 720	Progressif	50Hz/ 59.94Hz / 60Hz	16:9	
<b>1080i</b>	1920 x 1080	Entrelacé	59.94Hz / 60Hz / 50Hz	16:9	
<b>1080p</b>	1920 x 1080	Progressif	23.976Hz / 24Hz/ 25Hz / 29.97Hz/ 30Hz/ 50Hz / 59.94Hz / 60Hz	16:9	



# Les formats vidéo Haute définition

Comparaison entre les formats vidéo standards et Haute Définition



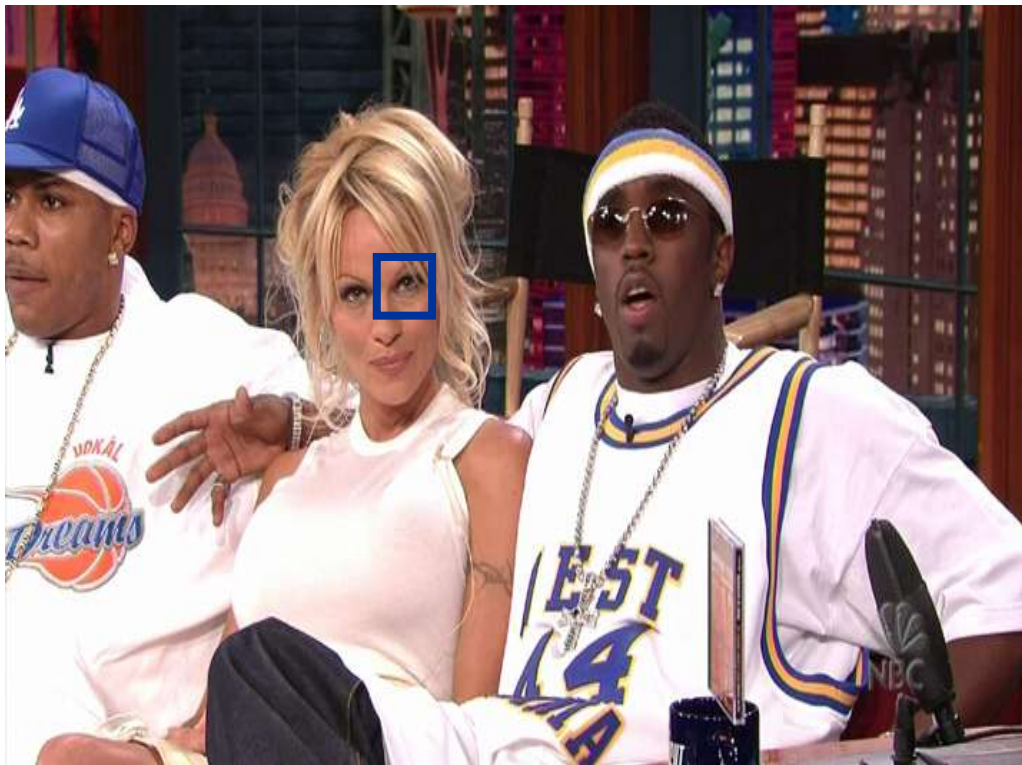
# Les formats vidéo Haute définition

Qu'est ce que la haute définition



# Les formats vidéo Haute définition

Pour un même champ de prise de vue ...un niveau de détail plus fin



Standard Definition  
Vs  
High Definition



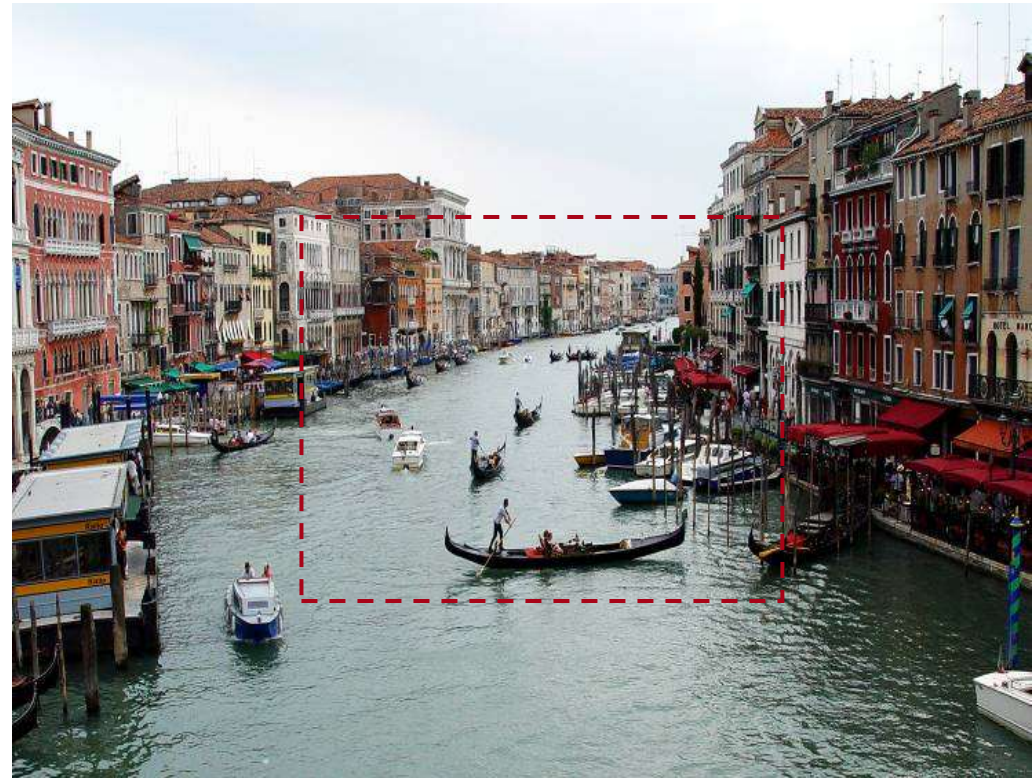


# Les formats vidéo Haute définition

Pour un même niveau de détail... un champ de prise de vue plus large (vue panoramique)



Standard Definition  
Vs  
High Definition



# Les formats vidéo Haute définition

## Formats vidéo HDTV analogique:

- Sortie analogique composite
  - Distance: jusqu'à plusieurs dizaines de mètres



- Analogique ou Digital DVI ou HDMI
  - HDMI (future standard)
  - Support de l'audio
  - protection Copyright (HDCP)
  - Distance: 15m max



- Analogique RGB VGA / XGA / WXGA
  - Distance: jusqu'à plusieurs dizaines de mètres



# Les formats vidéo Haute définition

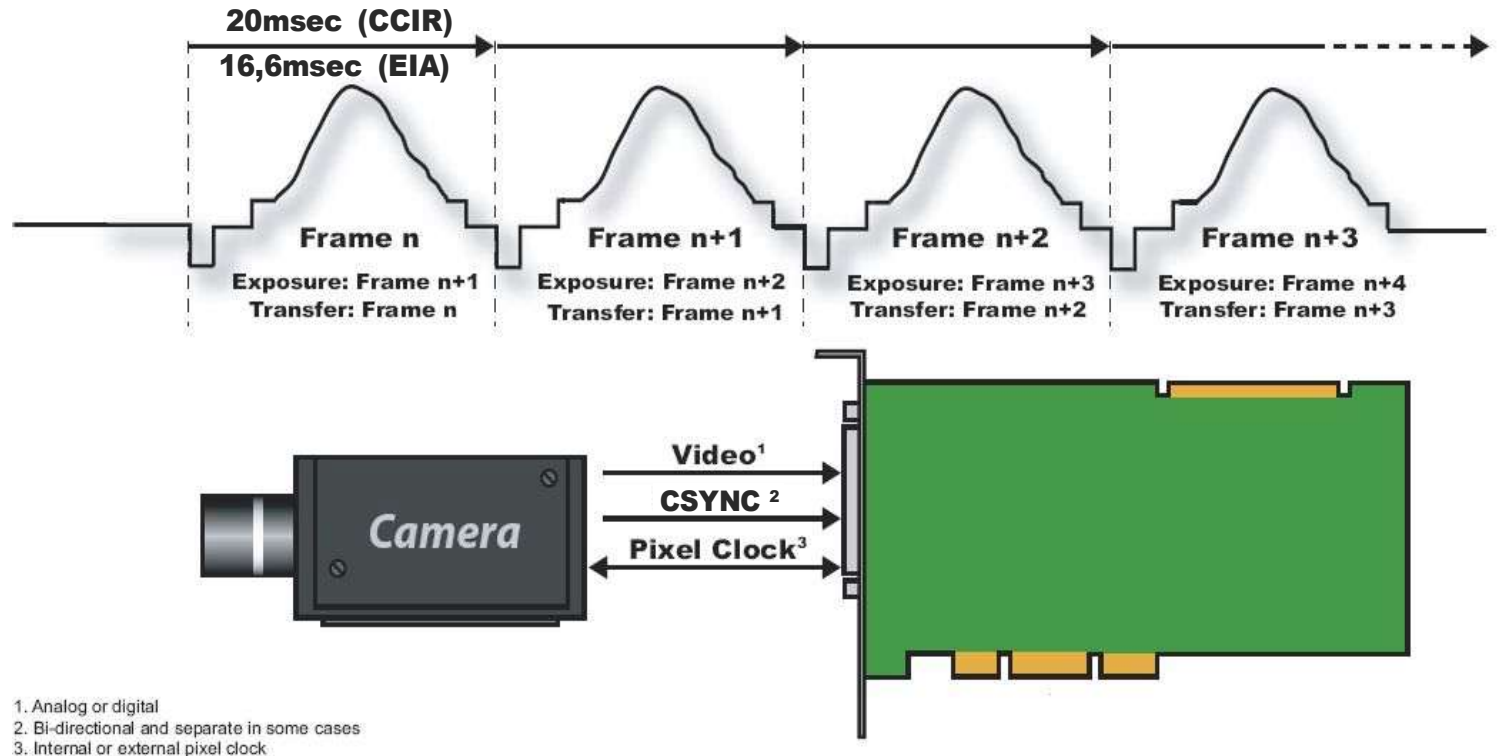
## Format HDTV numérique :

- HD-SDI
  - Supporte tous les formats vidéo HDTV non compressée
  - Distance: jusqu'à 120 mètres
  
- Analogique ou Digital DVI ou HDMI
  - Extension de la norme DVCAM (i.link)
  - Vidéo compressée MPEG2 (1440x1080i 1280x720p)
  - Distance: jusqu'à 4.5 mètres



# Acquisition d'un signal vidéo analogique standard

## Analogique standard : Acquisition vidéo continue

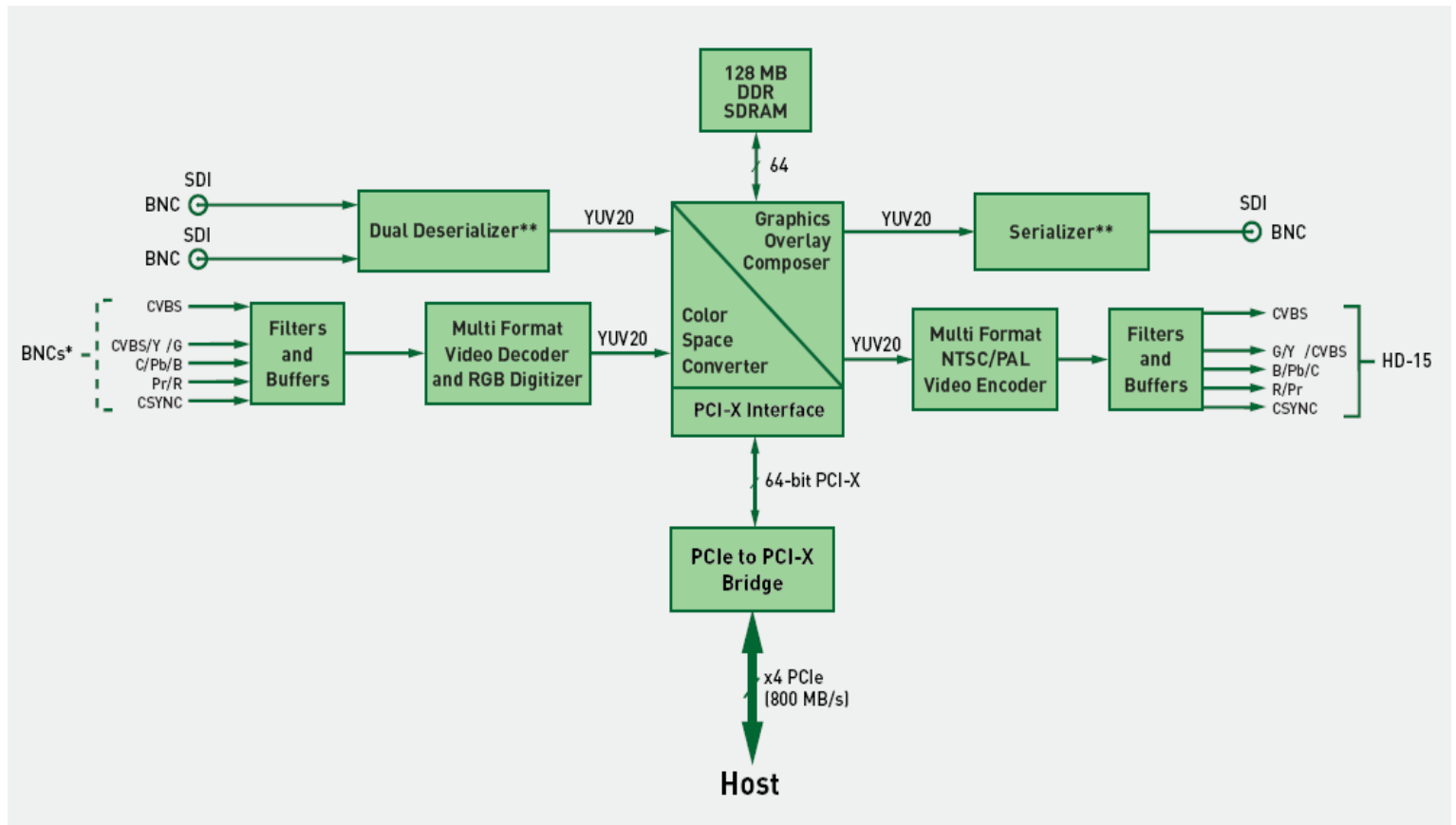


*La caméra fonctionne en mode continu. Elle délivre des trames (demi images) à une fréquence de 50 Hz à la carte d'acquisition (50 Hz : dans le cas du standard CCIR ou PAL) ce qui correspond à une fréquence image de 25 Hz.*



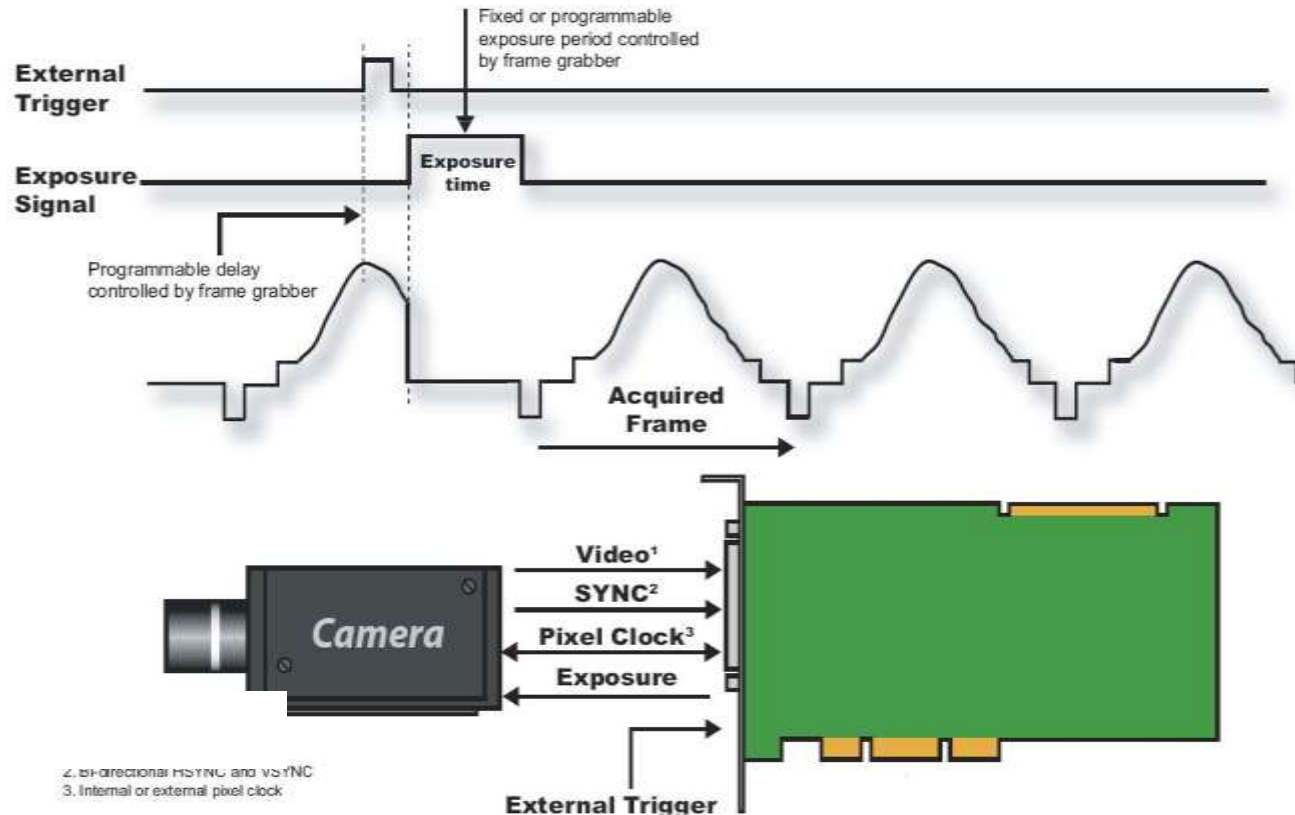
# Acquisition d'un signal analogique non-standard

Synoptique d'une chaîne d'acquisition analogique vidéo standard :  
Carte MATROX VIO



# Acquisition d'un signal vidéo analogique non-standard

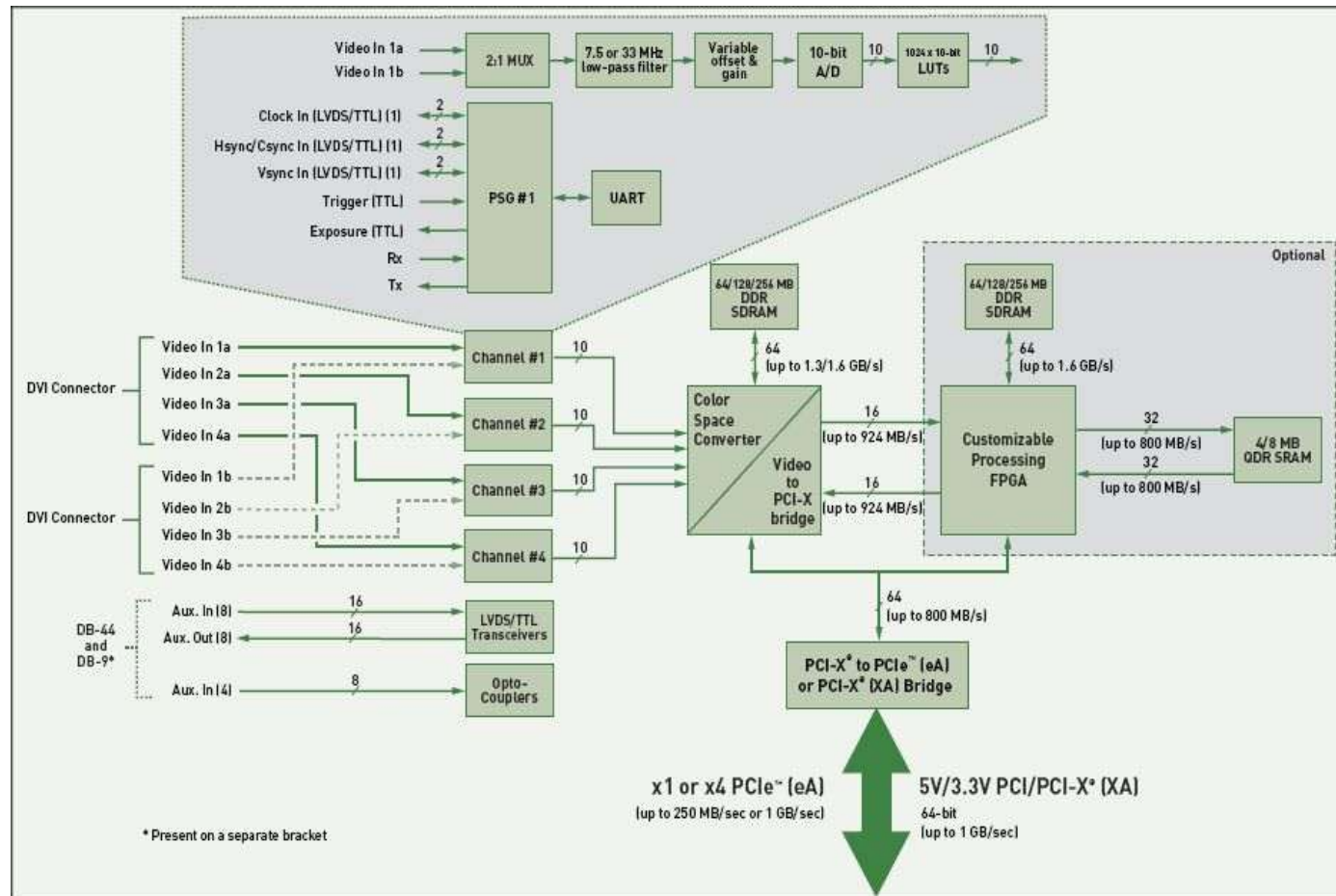
Analogique non-standard : Acquisition en mode asynchronous reset



Les *signaux* de contrôle Exposure, Hsync et Vsync peuvent être générés par la carte d'acquisition sur l'arrivée d'un trigger externe

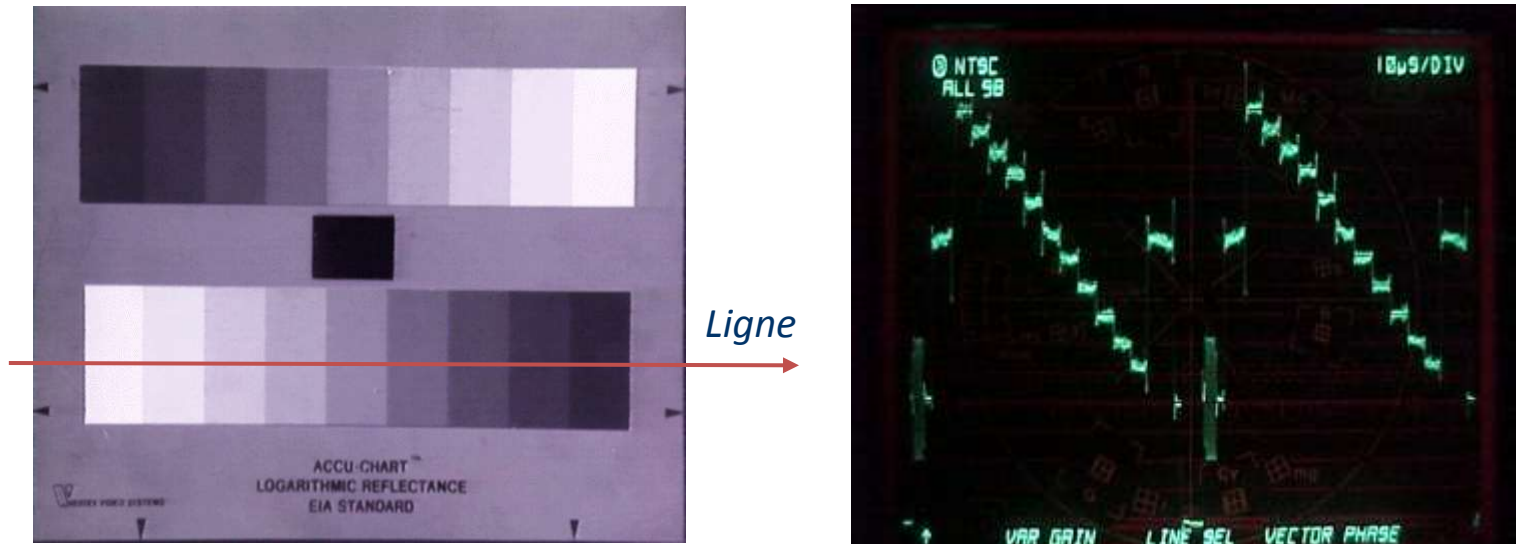
# Acquisition d'un signal analogique non-standard

## Synoptique d'une chaîne d'acquisition analogique non-standard : Carte MATROX SOLIOS XA



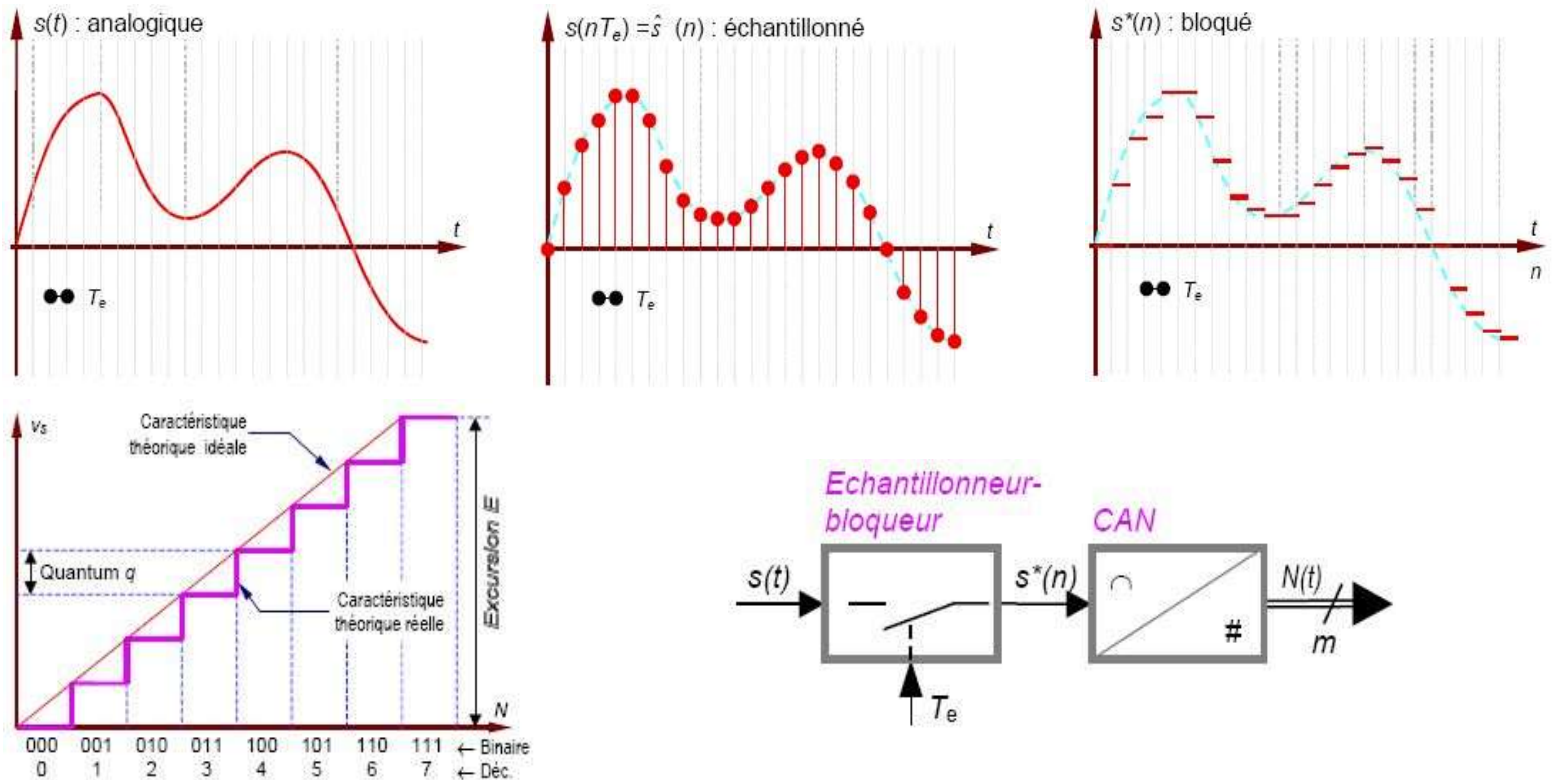
# Numérisation du signal

Beaucoup de caméras disposent à ce jour d'une ressortie analogique. Dans ce type de format, l'image vidéo est codée par une variation de tension ou les niveaux de tension représentent les niveaux d'intensité (luminosité) de la scène.



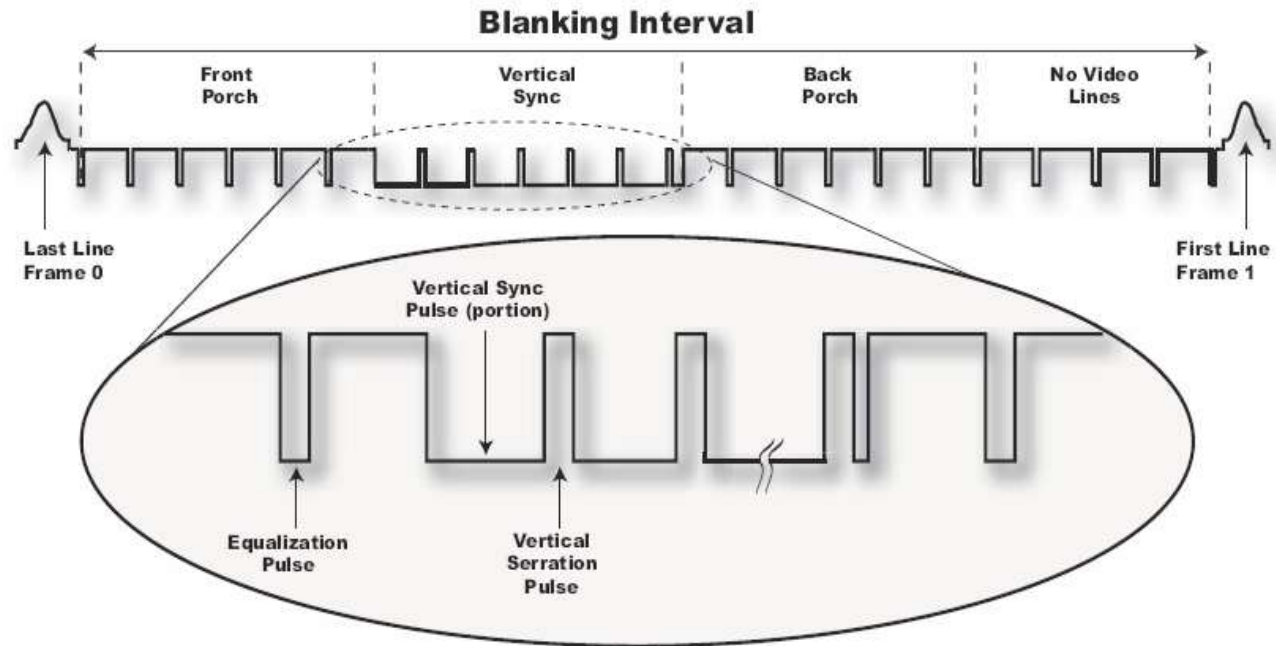
# Numérisation du signal

Pour permettre à un ordinateur d'utiliser un signal analogique, il est nécessaire de convertir ce signal en signal numérique. Cette tâche est effectuée par un convertisseur analogique-numérique (CAN) qui échantillonne le signal analogique à un intervalle régulier



# Numérisation du signal

Pour que la carte d'acquisition numérise le signal vidéo analogique, il faut qu'elle connaisse exactement quand l'information des pixels arrive. Ceci est possible grâce aux signaux de synchronisation. On distingue le signaux de synchronisation ligne (HD, HSYNC ou HVALID), synchronisation image (VD, VSYNC ou VALID)\* et synchronisation pixels (CCLK, DATA\_VALID). Ces signaux peuvent être encodés dans le signal vidéo composite ou transmis séparément.

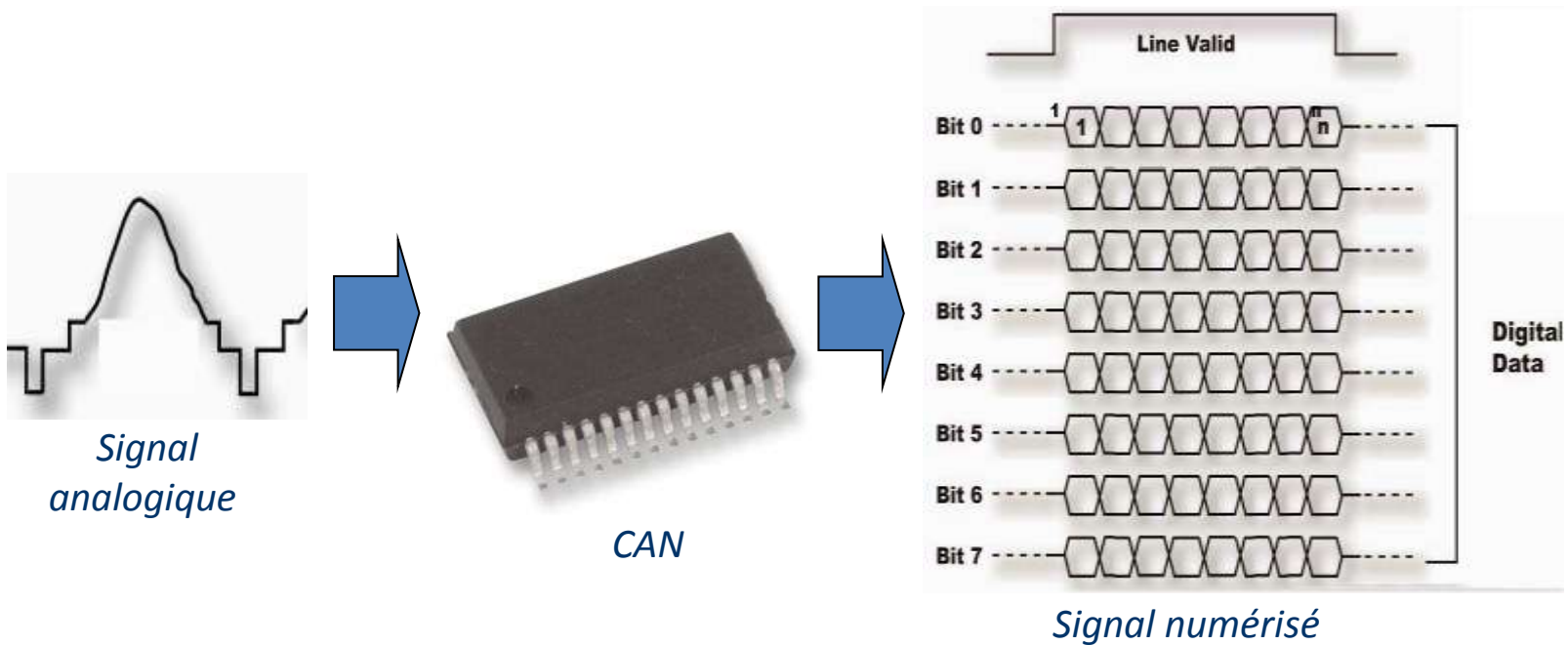


\* : *cas d'une caméra matricielle*

# Numérisation du signal

Si la caméra ne fournit pas de pixel clock, il faudra régénérer cette information à partir de la synchronisation ligne et d'un circuit à PLL (Phase lock loop) installé sur la carte.

La précision des signaux de synchronisation et du pixel clock a un effet direct sur la qualité du signal numérisé (défaut de jitter). Pour un meilleur résultat, ces signaux devront être fournis par la caméra directement.



# De l'analogique au numérique

L'évolution technologique des capteurs et les besoins des utilisateurs nécessitent de définir de nouveaux supports pour la transmission des données

## Inconvénients de l'analogique :

- ✓ Bande passante vidéo limitée
- ✓ Problème de l'analogique (jitter, clamp, ...)
- ✓ Mauvaise immunité aux parasites
- ✓ Coût de l'interfaçage (nécessité d'une carte d'acquisition, câble compliqué à réaliser, ...)
- ✓ Manque de fonctionnalités (pas de paramétrage utilisateur, pas de mise à jour / maintenance possible à distance,...)

## Avantages du numérique :

- ✓ Qualité d'image
- ✓ Précision
- ✓ Résistance aux perturbations
- ✓ Possibilité de traitement
- ✓ Stockage et transport des données
- ✓ Réduction des coûts / intégration / Fiabilité



# Notion de bande passante vidéo

## Bande passante vidéo

*La bande passante est une contrainte majeure dans la définition d'une chaîne d'acquisition.*

*La bande passante vidéo utile pour transférer des images brutes (sans compression) en sortie d'une caméra peut être calculée de la manière suivante :*

*Bande passante = Résolution\_X \* Résolution\_Y \* Fréquence\_Image \* Data\_Format*

*Avec Data Format = 1 (mono8) =1.5 (YUV4.1.1) =2 (YUV 4.2.2 ou mono16) et =3 (RGB)*



Exemple 1 : Caméra vidéo standard CCIR

Format de l'image : 768 x 575 pixels

Profondeur : 8 bits (Monochrome)

Fréquence image : 25 FPS

*Bande passante nécessaire :*

*768 x 575 x 25 x 1 = 10,53 Mo/sec*

*= 84,23 Mbit/sec*



Exemple 2 : Caméra DALSA 4M60

Format de l'image : 2352 x 1728

pixels

Profondeur : 10 bits / Monochrome

Fréquence image : 62 FPS

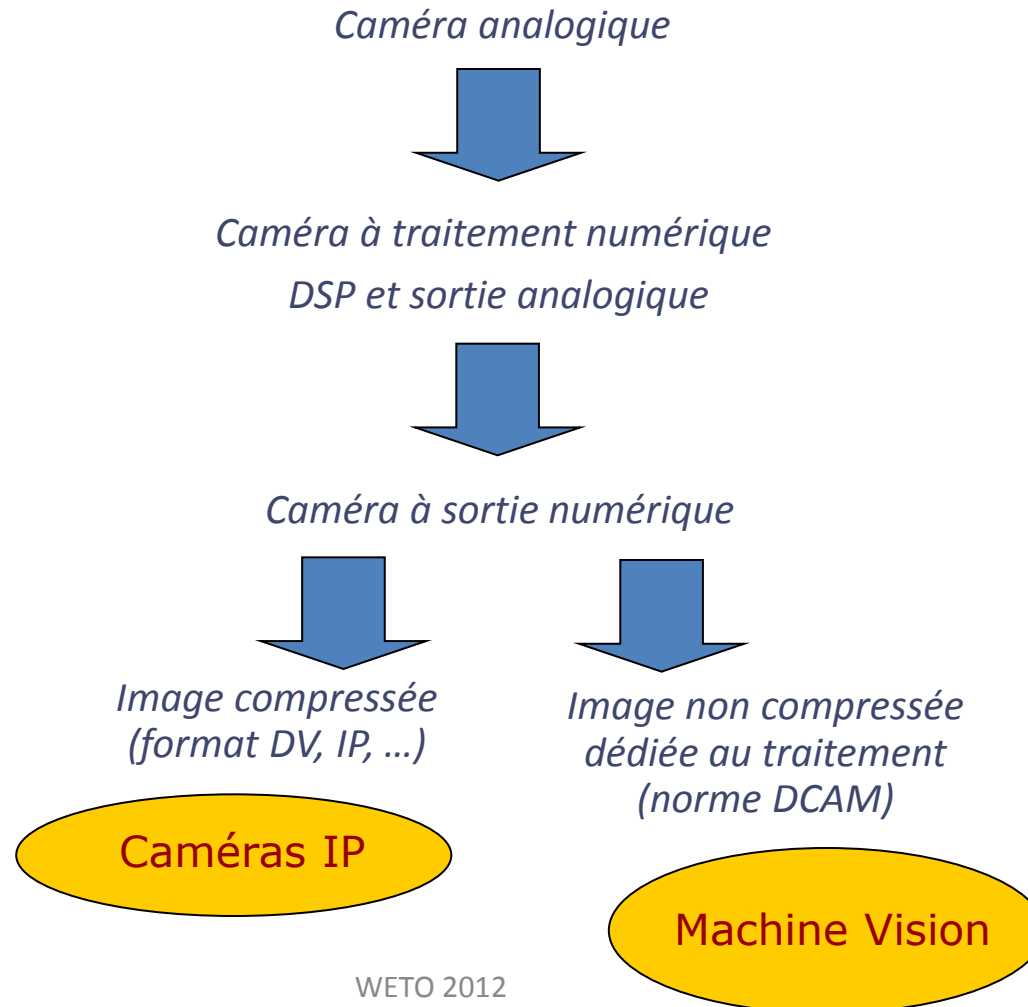
*Bande passante nécessaire :*

*2352 x 1728 x 62 x 2 = 480 Mo/sec*

*= 3,75 Gbit/sec*

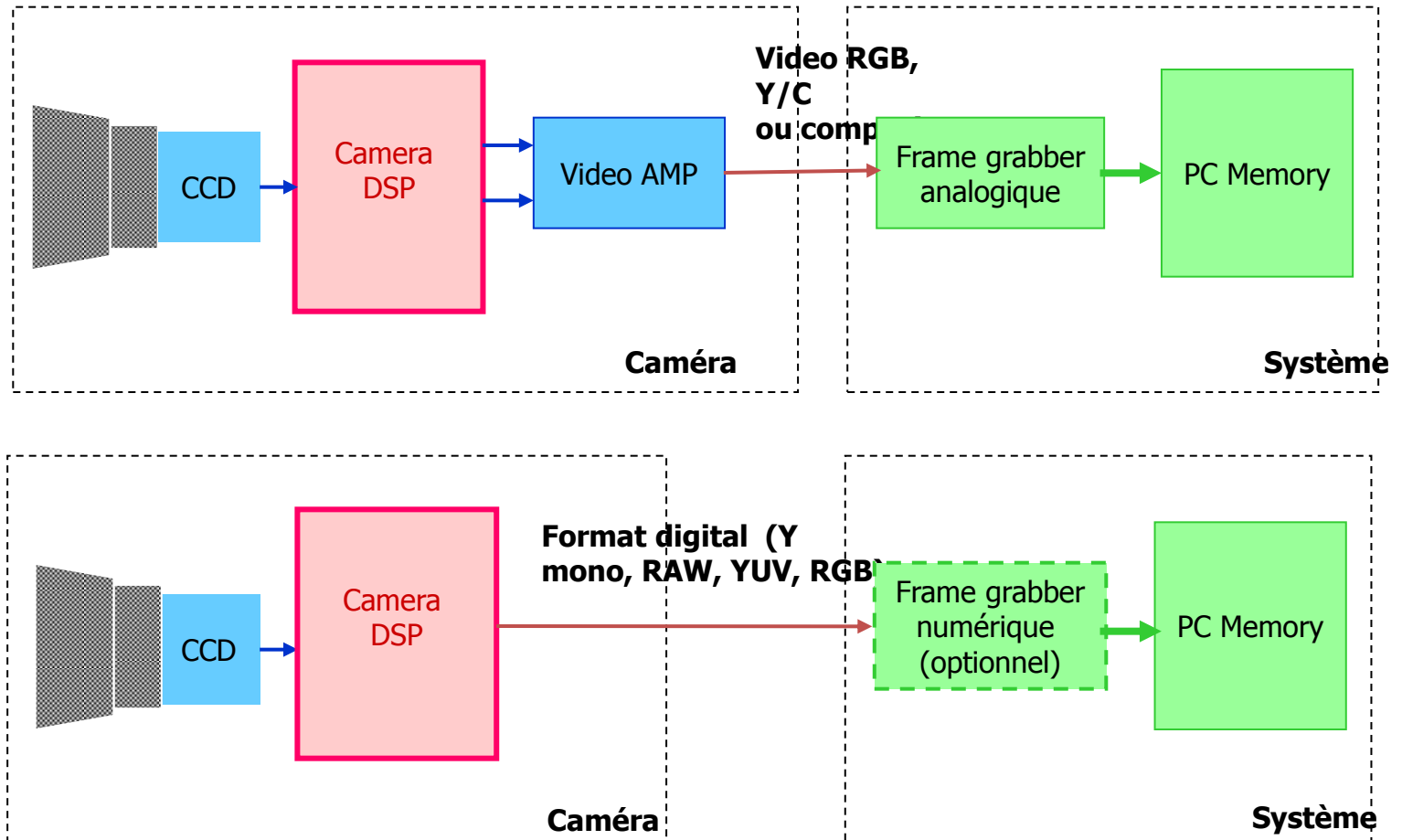
# De l'analogique au numérique

## Evolution des caméras



# De l'analogique au numérique

## Evolution des caméras



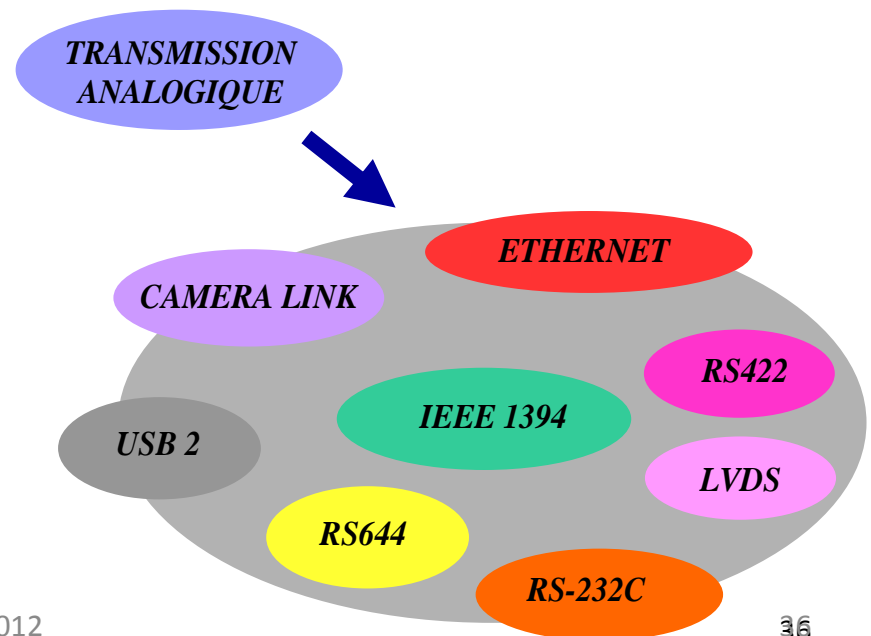
# De l'analogique au numérique

Le transfert des données de la caméra vers le PC peut s'appuyer sur un grand nombre de technologie différentes ayant chacune ses propriétés. Voici une vision globale des technologie les plus répandues :

Analogique standard et non standard

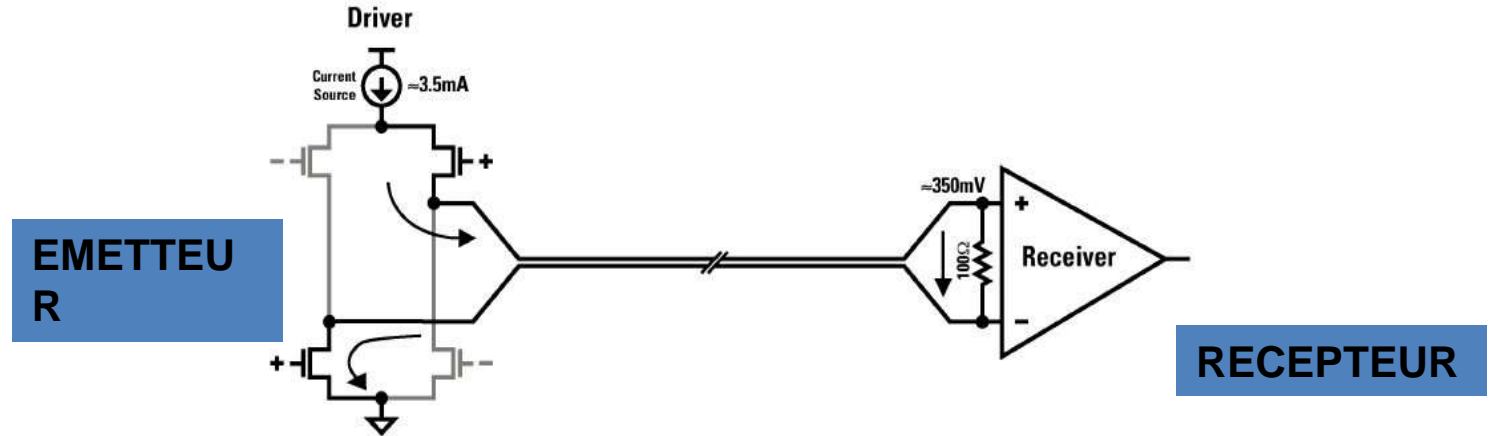


- ✓ Numérique RS422 et RS644 (LVDS)
- ✓ Camera Link
- ✓ FireWire : IEEE1394
- ✓ Gigabit Ethernet
- ✓ USB 2.0



# Le signal numérique RS422 et RS644 (LVDS)

Les lignes couplées sont conçues pour être pilotées par des signaux différentiels



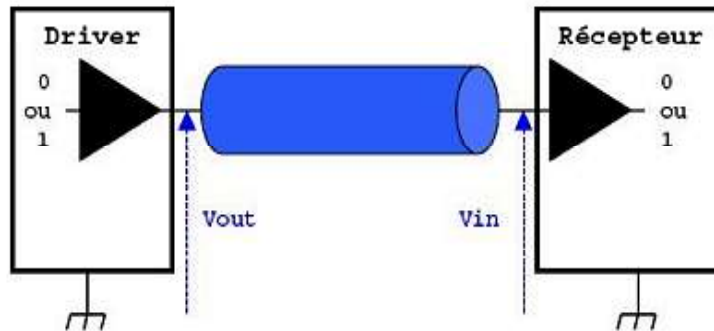
- L'avantage de la transmission différentiel est l'élimination du bruit de mode commun
  - On est donc capable de transférer des signaux de faible niveau de tension dans un environnement perturbé
  - Plus les niveaux sont faibles, plus la fréquence de commutation peut être élevée

LVDS (Low Voltage Differential Signaling) est un moyen de transfert en mode différentiel présentant des différences de potentiels de l'ordre de 350mV

# Le signal numérique RS422 et RS644 (LVDS)

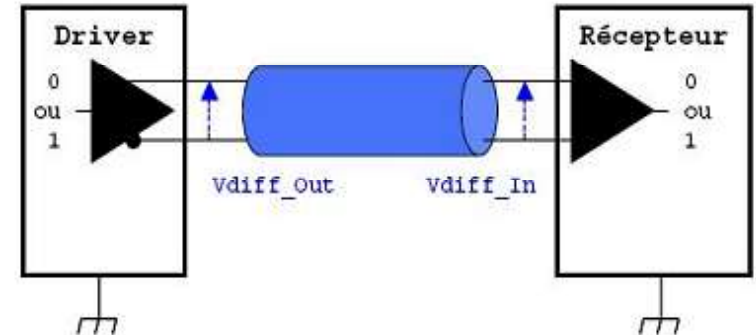
## Terminaison des lignes

Terminaison simple (PCI)



- ❖ Le 0 ou le 1 logique est transmis au moyen d'un potentiel par rapport à la masse
- ❖ Le récepteur conclut qu'il reçoit :
  - Un 1 logique lorsque  $V_{in} > V_{ih}$
  - Un 0 logique lorsque  $V_{in} < V_{il}$

Terminaison différentielle (PCI Express)



- ❖ Le 0 ou le 1 logique est transmis au moyen de la différence de potentiel entre les 2 lignes de la paire différentielle
- ❖ Le récepteur conclut qu'il reçoit :
  - Un 1 logique lorsque  $V_{diff\_in} > \text{Seuil}$
  - Un 0 logique lorsque  $V_{diff\_in} < \text{Seuil}$

Les signaux doivent être terminés par une impédance égale à l'impédance caractéristique des paires torsadées pour éviter les réflexions dans le câble. La résistance de terminaison est généralement égale à 100 ohms en LVDS.

# Le signal numérique RS422 et RS644 (LVDS)

## Comparaison des formats RS422 et RS644 (ou LVDS)

Caracteristiques	RS-422	RS-644
Low / High voltage (min/max) [V]	0.5 / 4.0	1.0 / 1.4
Voltage swing (typical) [V]	+/- 3.0	+/- 0.35
Receiver threshold [V]	+/- 0.20	+/- 0.10
Receiver input voltage tolerance [V]	0.0 ~ 5.0	0.0 ~ 5.0
Terminaison [Ohm]	100	100
Maximum data rate per line pair [Mbits/s]	15 (<30)	655
Maximum cable lenght at 20MHz (typical) [m]	5	20
Maximum cable lenght at 40MHz (typical) [m]	impossible	11
Power requirement (tranmitter +receiver) for 20 line paire at 20Mbits/s (typical) [W]	3.75	0.93

# Le bus Camera Link

Le bus Camera Link





# Le bus Camera Link

## Présentation générales :

Le bus Camera link est basé sur la technologie Channel Link développé par National Semiconducteur

- Bande passante : 2,38 Gbits/s (280 Mo/s) en mode BASE
- 3 types de configuration : BASE, MEDIUM, FULL
- Liaison point à point
- 1 caméra par interface
- Requiert une carte d'acquisition spécifique (driver et API propriétaire)
- Longueur maximale des câbles : 10 mètres @85MHz
- Alimentation séparée ou PoCL (Power Over Camera Link)

Adapté aux applications de vision les plus exigeantes



*Caméra  
Camera  
Link*



*Câble Camera  
Link*



*Carte d'acquisition  
Camera Link*

# Le bus Camera Link

- Avantages

- Transmission de données à haut débit ( jusqu'à 2,38 Gbit/s )
- Simplification de l'interface LVDS ou RS422
- Standardisation de la connectique
- Coût

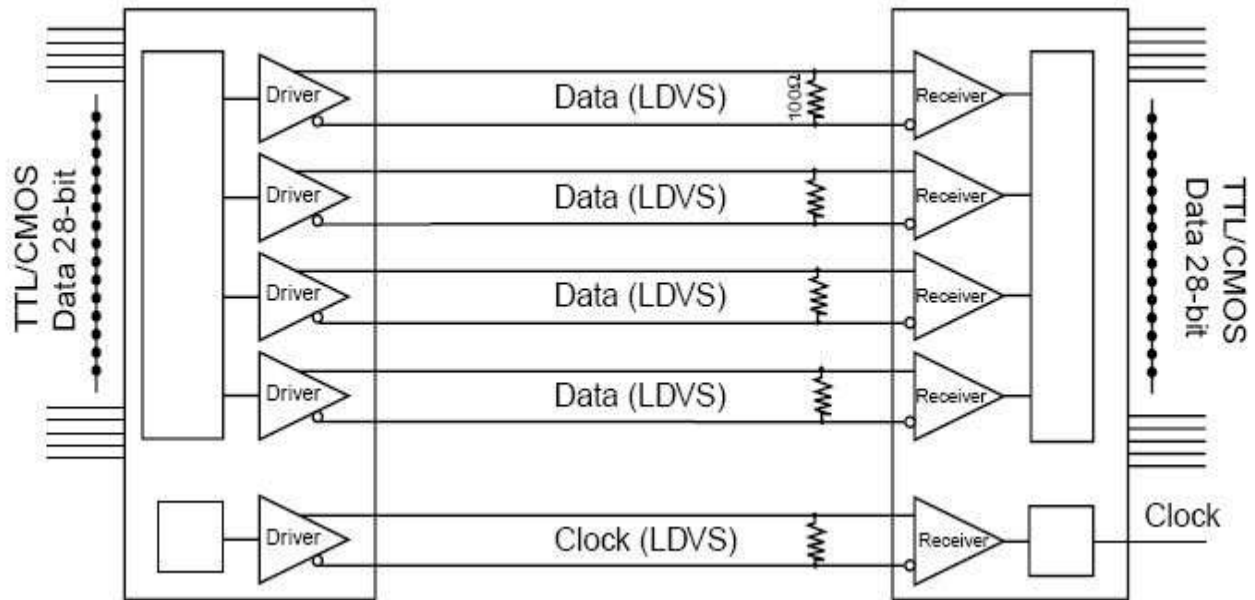
- Signaux caméra

- Transmission LVDS (Channel Link™)
- 28 bits de données (base)
- 4 Signaux de contrôle CC1~CC4
- Communication série
- Alimentation séparée ou PoCL



# Le bus Camera Link

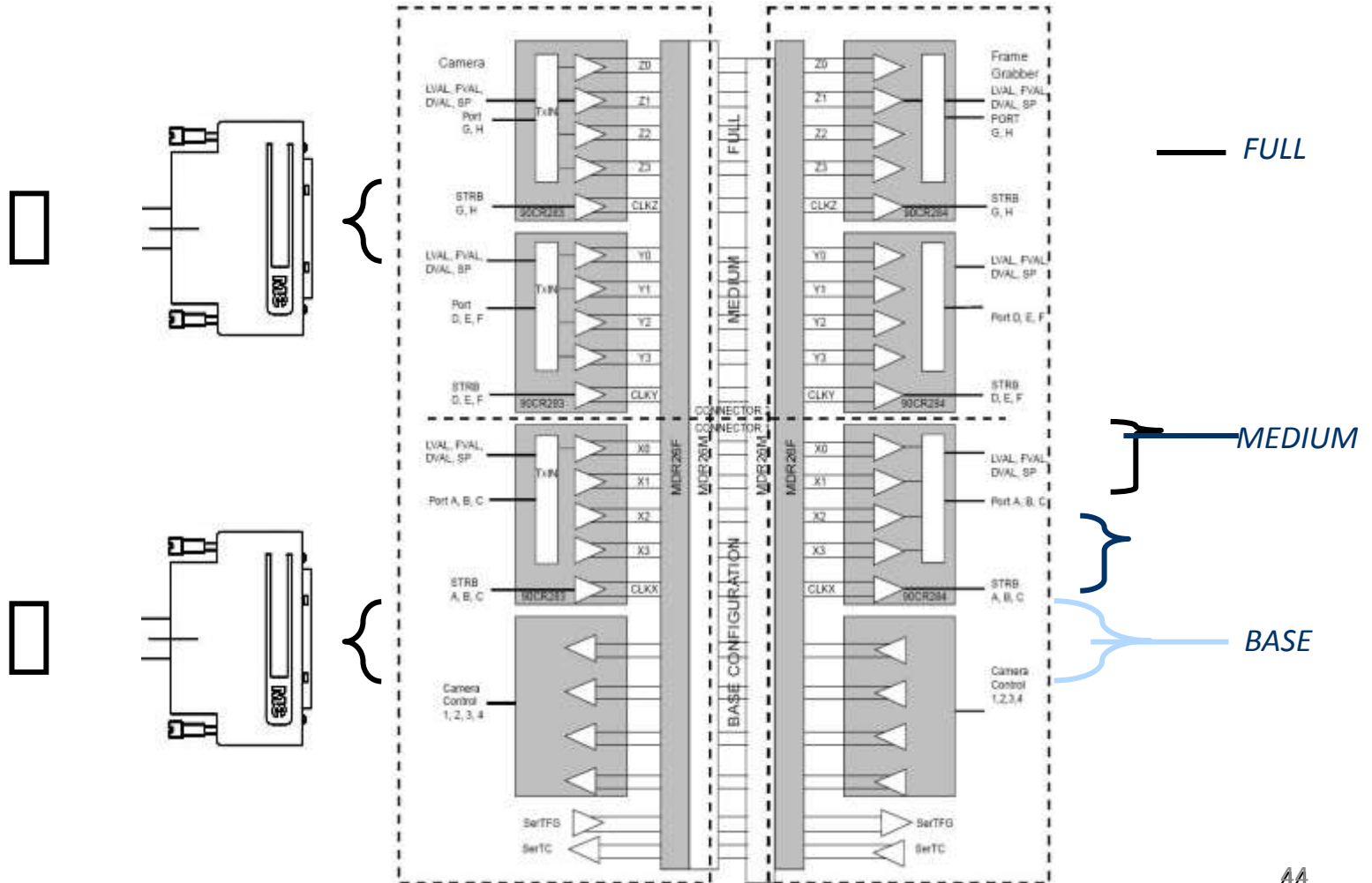
Description du Channel link :



BASE : 1 Channel link  
MEDIUM : 2 Channel link  
FULL : 3 Channel link

# Le bus Camera Link

3 types de configuration : BASE, MEDIUM et FULL



# Le bus Camera Link

3 types de configuration : BASE, MEDIUM et FULL

	BASE	MEDIUM	FULL
1-3 x 8 bit	✓	✓	✓
1-2 x 10 bit	✓	✓	✓
1-2 x 12 bit	✓	✓	✓
24 bit RGB	✓	✓	✓
4 x 8 bit		✓	✓
3-4 x 10 bit		✓	✓
3~4 x 12 bit		✓	✓
30 bit RGB		✓	✓
36 bit RGB		✓	✓
8 x 8 bit			✓
10 x 8 bit			✓



*Format non prévu dans la norme Camera link mais supporté*

# Le bus Camera Link

- Connecteurs standards MDR26 ou SDR26 (version miniature *miniCL*)

*Connecteur  
MDR 26 points*



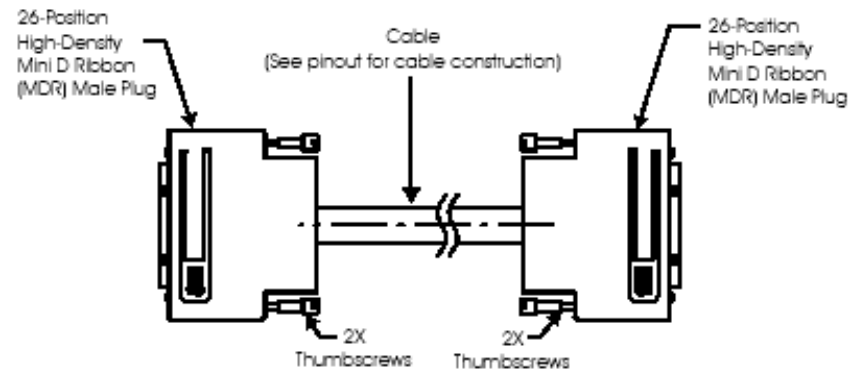
*Connecteur  
SDR 26 points*

- Cables Standards en version MDR-MDR, MDR-SDR et SDR-SDR

Longueur des cables = 10 mètres max. @85MHz

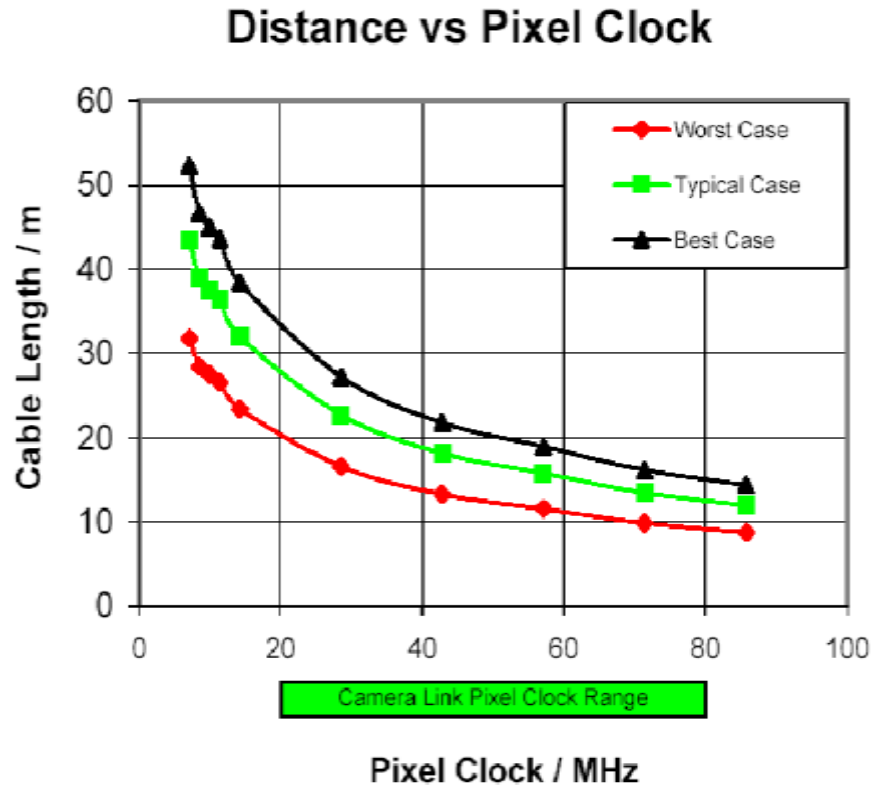
Exemple (chez 3M) Ref:14X26-SZLB-XXX-0LC

XXX=longueur (1 à 10 metres, ex: 300 = 3 metres)



# Le bus Camera Link

- Distance maximum des cables en fonction de la fréquence Pixel Clock  
Caméra



- Extension possible au travers de boîtier répéteur Camera link, répéteur FO et Gigabit Ethernet.

# Le bus Camera Link

## Amélioration du Camera Link : Power Over Camera Link (PoCL)

Utilisation des broches 1 et 26 pour l'alimentation (13 et 14 : retour alimentation)

- Alimentation : 12V
- Consommation max : 4W

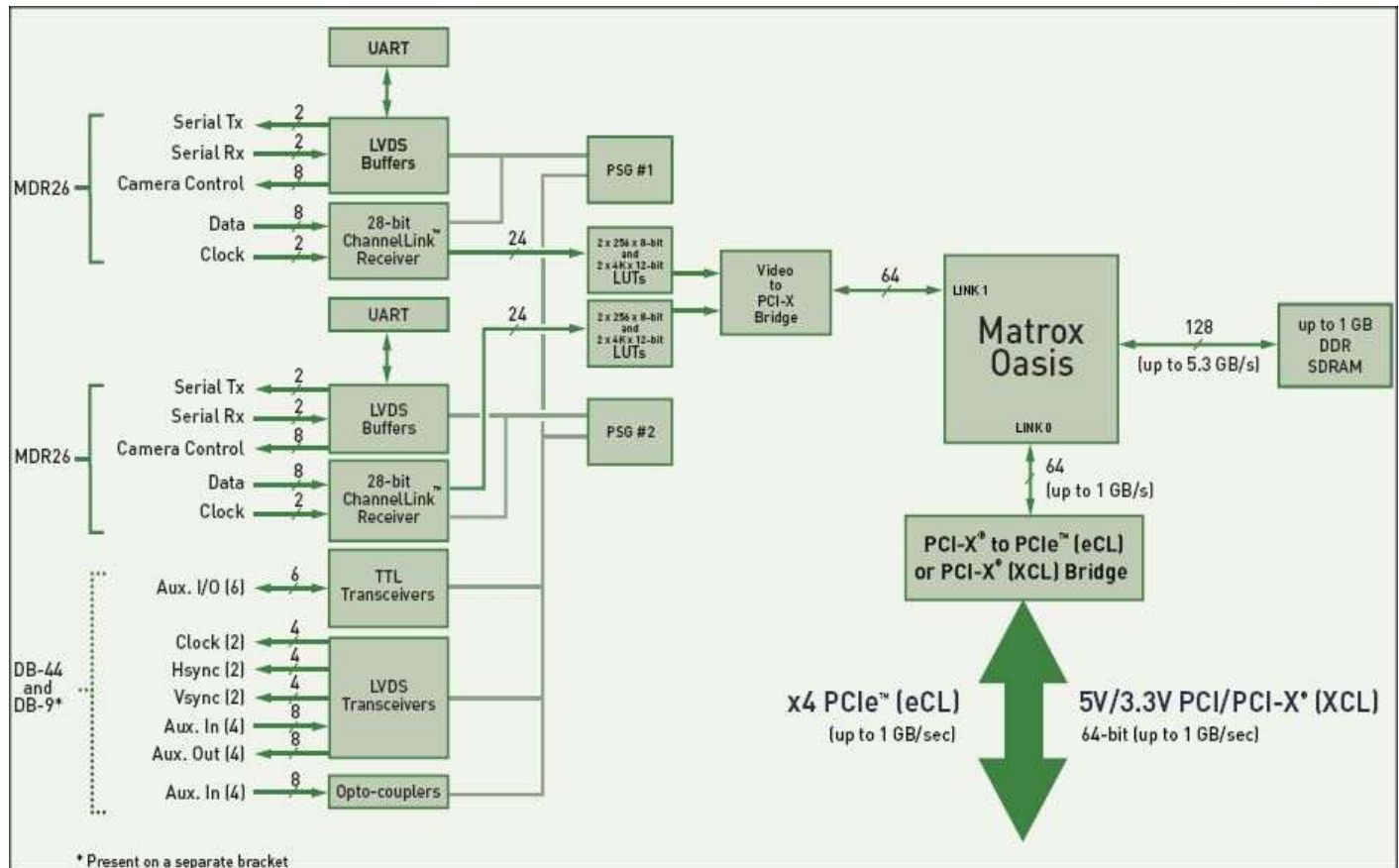
## Tableau de compatibilité :

Frame grabber	Camera	Cable	Operability
Switchable PoCL frame grabber	Conventional	Conventional	OK
		PoCL	OK
	PoCL	Conventional	NOK
		PoCL	OK
Dedicated PoCL frame grabber	Conventional	Conventional	NOK
		PoCL	NOK
	PoCL	Conventional	NOK
		PoCL	OK
Conventional frame grabber	Conventional	Conventional	OK
		PoCL	OK
	PoCL	Conventional	NOK
		PoCL	NOK



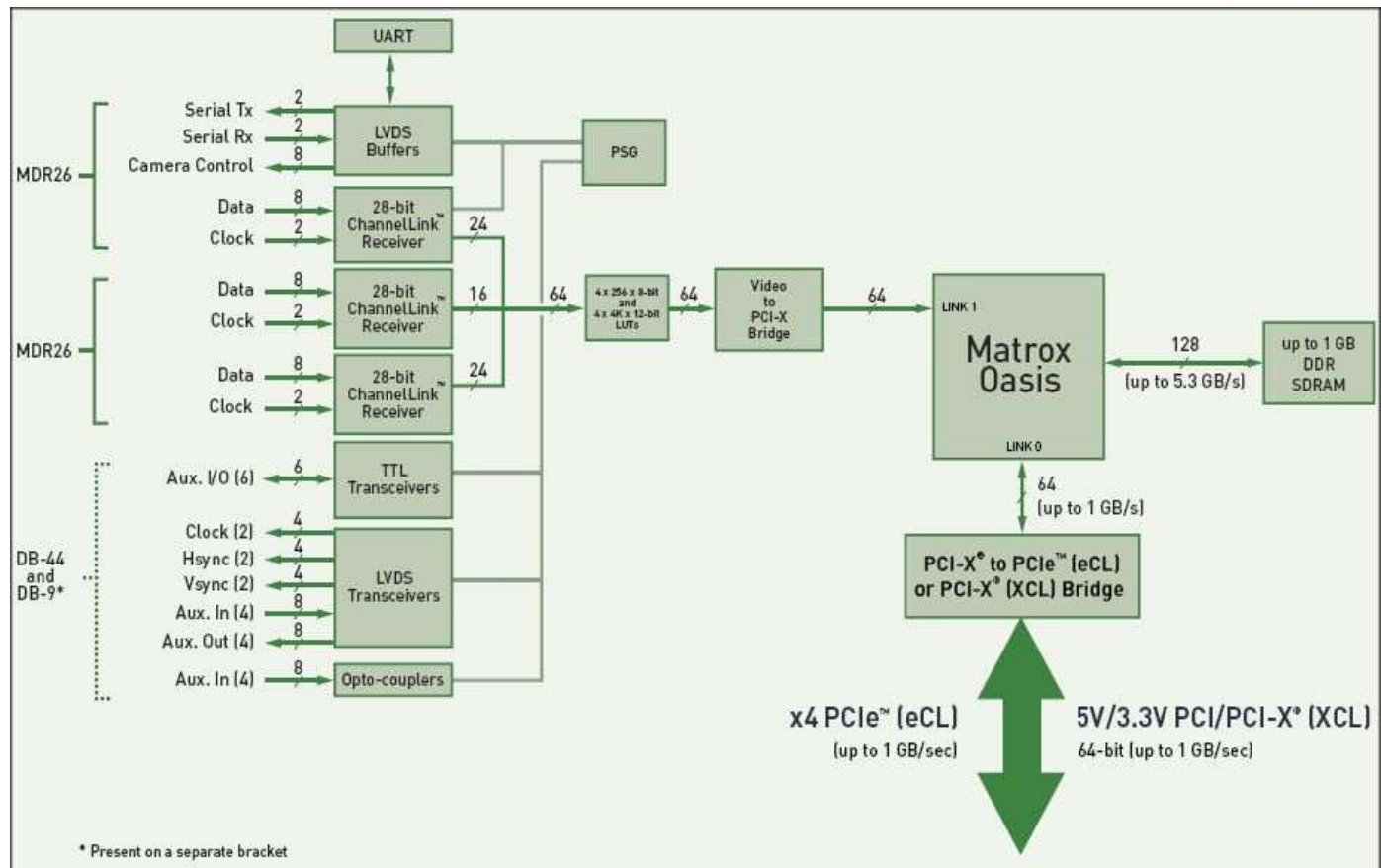
# Le bus Camera Link

Synoptique d'une chaîne d'acquisition Camera Link :  
Carte MATROX HELIOS XCL Dual Base



# Le bus Camera Link

Synoptique d'une chaîne d'acquisition Camera Link :  
Carte MATROX HELIOS XCL Single Full



# Le bus firewire IEEE1394 (i.link)

Le bus Firewire IEEE-1394  
ou i.link



# Le bus firewire IEEE1394 (i.link)

## Généralités :

- Développé par Apple en 1995
- Amélioration 1394A -> 1394B en 2004
- Solution alternative au bus USB2 pour la connexion de périphériques haut débit
- Standardisation des protocoles (+ de 70 documents décrits)
- Evolution future : transmission à 3,2 Gbits/s\*



*Caméra IEEE-1394*



*Câble IEEE1394  
6 pts vers 9 pts*



*Répéteur*

\* Valeur définie dans la norme IEEE1394B

# Le bus firewire IEEE1394 (i.link)

## Caractéristiques principales :

- Insertion/extraction à chaud (allocation dynamique des périphériques, ...)
- Reconnaissance automatique des périphériques (Plug & Play)
- Jusqu'à 63 périphériques peuvent être raccordés à un même bus
- 1023 bus 1394 peuvent être implémentés dans un même système
- Transmission isochrone et asynchrone @400MBS (800MBS en 1394B)
- Distance maximum entre périphériques :
  - 4.5mètres en IEEE1394A (10 metres en pratique)
  - jusqu'à 100 mètres en IEEE1394B (UTP5)
- Extension possible au travers de repeteur cuivre ou FO
- Alimentation intégrée (sauf connecteur 4 pts)
- Driver générique IEEE1394 standard

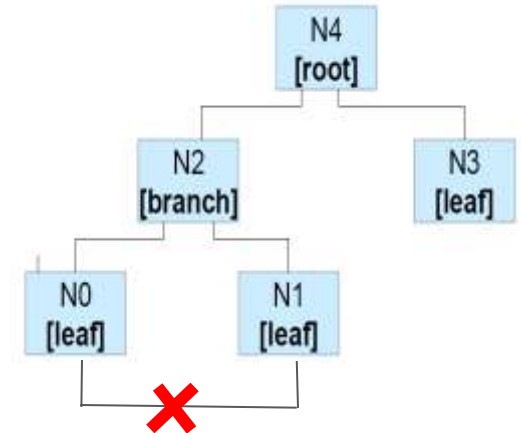
# Le bus firewire IEEE1394 (i.link)

- Bus Hot Plug & Play (insertion/extraction à chaud)
  - ↳ Reset BUS à chaque nouvelle connexion
  - ↳ Reconnaissance automatique de l'équipement
  - ↳ Configuration automatique
  - ↳ Allocation dynamique de la Bande Passante
- Le bus est géré par trois services :
  - ↳ Le gestionnaire de transaction isochrone (IRM)\*
    - ↳ Il alloue les numéros des canaux et les bandes passantes
  - ↳ Le maître de cycle \*
    - ↳ Il génère les paquets de synchronisation (Cycle start)
  - ↳ Le maître de bus
    - ↳ Il vérifie que chaque nœud est alimenté
    - ↳ Il peut également fournir aux autres nœud des informations sur les débits Max de transfert inter ports.

\* : nœud racine

# Le bus firewire IEEE1394 (i.link)

- Jusqu'à 63 périphériques peuvent être connectés sur un même port (répéteurs)
- Constitution en arbre (boucle non autorisée en IEEE1394a)
- Au maximum 16 répéteurs peuvent exister entre le noeud racine et le dernier périphérique (max : 72 mètres)

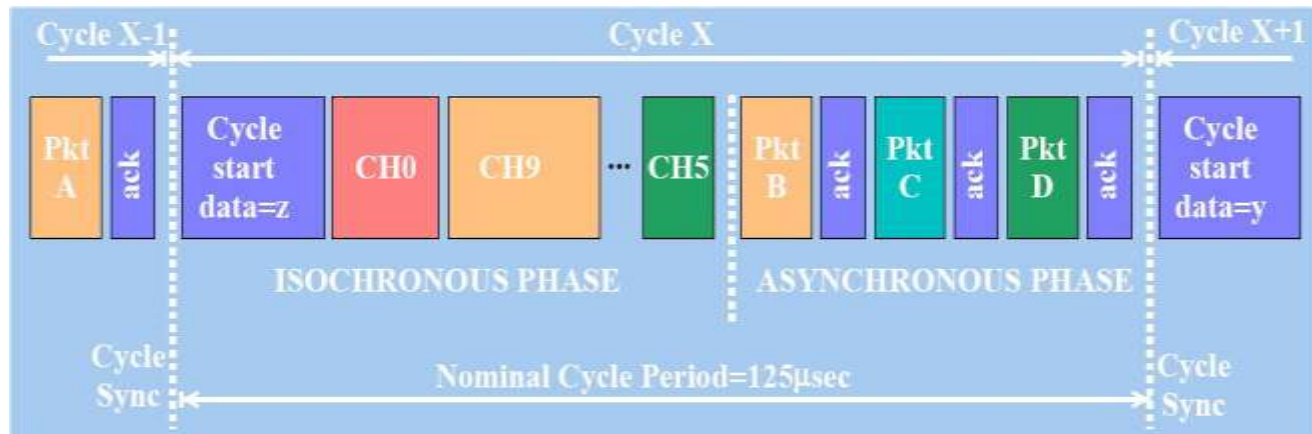


# Le bus firewire IEEE1394 (i.link)

## Transmission des données :

Tous les périphériques fonctionnent en répéteurs (les données reçues sur un port sont automatiquement retransmis sur les autres ports :

- ↪ Transmission Isochrone: Transmission temps réel (pas de perte de données)  
(exemple : contrôle à distance de la caméra)
- ↪ Transmission Asynchrone: Garantie de transmission  
(exemple : transfert d'images)



Bus cycle : 125µs / 8000 cycles par seconde

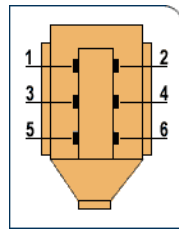
- 4048 bits par cycle @400Mbit/sec en 1394A [ $BP_{image} = 32\text{Mo/sec}$ ]
- 8096 bits par cycle @800Mbit/sec en 1394B [ $BP_{image} = 64\text{Mo/sec}$ ]



# Le bus firewire IEEE1394 (i.link)

## Connecteurs standards, compacts et économiques :

- 4 points : 2 paires torsadées (1 signal, 1 horloge)
  - Alimentation non fournie
  - destiné pour les PC portables
  
- 6 points : 2 paires torsadées + alimentation (VP alim +VG masse)

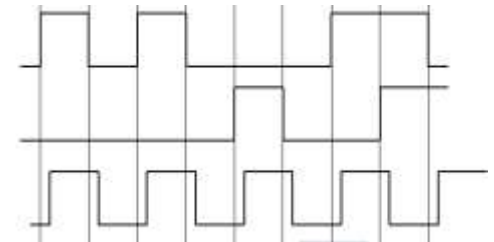


PIN	SIGNAL
1	VCC
2	GND
3	/TPB
4	TPB
5	/TPA
6	TPA

Data  
TPA récepteur

Strobe  
TPB récepteur

Data ⊕ Strobe



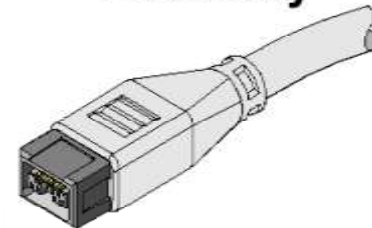
- 9 points : 3 paires torsadées + alimentation



Connecteur standard  
1394a

WETO 2012

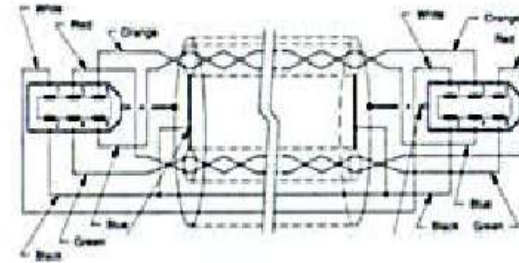
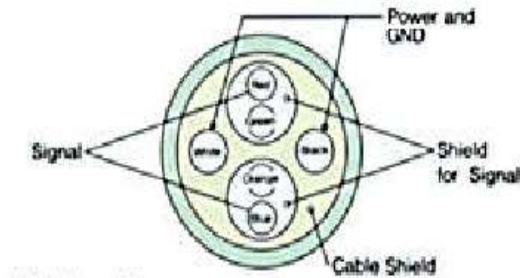
**Beta-only**



Connecteur standard  
1394B

# Le bus firewire IEEE1394 (i.link)

- Câbles standards en 4pts-6pts, 6pts-6pts, 6pts-9pts et 9pts-9pts
  - longueur standard : 2, 4.5 et 10 m
  - câbles croisés



- Extension possible au travers de répéteurs IEEE1394 cuivre ou FO



*Répéteurs IEEE1394A  
et IEEE1394B*



*Répéteur  
IEEE1394-UTP5*



*Répéteur  
IEEE1394-FO*



*Répéteur sur  
coaxial*

# Le bus firewire IEEE1394 (i.link)

- 5 types de médias existent en IEEE1394B :
  - La paire torsadées courtes (STP)
  - La paire torsadées courtes (UTP)
  - La fibre optique plastique (POF,HPCF)
  - La fibre de verre
  - Le câble coaxial (RG174/RG59)

Type	Lenght	S100B	S200B	S400B	S800B	S1600B	S3200B
UTP5	~100m	x					
POF	~50m	x	x				
HPCF	~100m	x	x				
GOF	~100m			x	x	x	(x)
STP	~4,5m			x	x	x	(x)
COAX	20~40m				x		

(x): en étude

# Le bus firewire IEEE1394 (i.link)

Bande passante en IEEE-1394 :

Format	Mode	Resolution	Bits	Fréquence image (Hz)							
				240	120	60	30	15	7,5	3,75	1,875
Format 0	0	160x120 (YUV 4:4:4)	24	640	320	160	80	40	20		
	1	320x240 (YUV 4:2:2)	16	2560	1280	640	320	160	80	40	20
	2	640x480 (YUV 4:1:1)	12	10240	5120	2560	1280	640	320	160	80
	3	640x480 (YUV 4:2:2)	16	10240	5120	2560	1280	640	320	160	80
	4	640x480 (RGB)	24	10240	5120	2560	1280	640	320	160	80
	5	640x480 (Y mono8)	8	10240	5120	2560	1280	640	320	160	80
	6	640x480 (Y mono16)	16	10240	5120	2560	1280	640	320	160	80
Format 1	0	800x600 (YUV 4:2:2)	16	16000	8000	4000	2000	1000	500	250	
	1	800x600 (RGB)	24		8000	4000	2000	1000	500		
	2	800x600 (Y mono8)	8	16000	8000	4000	2000	1000	500		
	6	800x600 (Y mono16)	16	16000	8000	4000	2000	1000	500	250	
	3	1024x768 (YUV 4:2:2)	16		12288	6144	3072	1536	768	384	192
	4	1024x768 (RGB)	24			6144	3072	1536	768	384	192
	5	1024x768 (Y mono8)	8	24576	12288	6144	3072	1536	768	384	192
Format 2	7	1024x768 (Y mono16)	16		12288	6144	3072	1536	768	384	192
	0	1280x960 (YUV 4:2:2)	16			10240	5120	2560	1280	640	320
	1	1280x960 (RGB)	24			10240	5120	2560	1280	640	320
	2	1280x960 (Y mono8)	8		20480	10240	5120	2560	1280	640	320
	6	1280x960 (Y mono16)	16			10240	5120	2560	1280	640	320
	3	1600x1200 (YUV 4:2:2)	16			16000	8000	4000	2000	1000	500
	4	1600x1200 (RGB)	24				8000	4000	2000	1000	500
	5	1600x1200 (Y mono8)	8		32000	16000	8000	4000	2000	1000	500
7	1600x1200 (Y mono16)	16			16000	8000	4000	2000	1000	500	

S400
  S800
  S1600
  S3200
  non supporté

# Exemple : calcul de bande passante

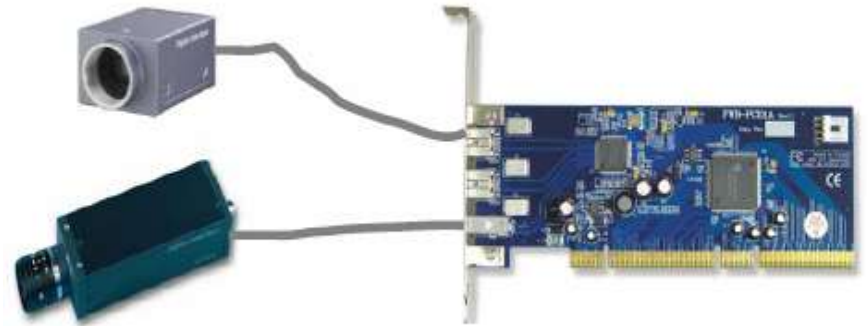
Exemple : interfaçage d'une caméra 1394a et 1394B

## Rappel

1394a = 4096 bytes / packet

1394b = 8192 bytes / packet

- XCD-U100 :  
1600x1200 Mono8 15fps @ S800  
4000 bytes / pkt
- XCD-SX910 :  
1280x960 Mono8 15fps @ S400  
2560 bytes / pkt



La vitesse du bus (carte) est définie à 800MBS

Les données de la caméra XCD-SX910 doivent être doublées en 800MBS

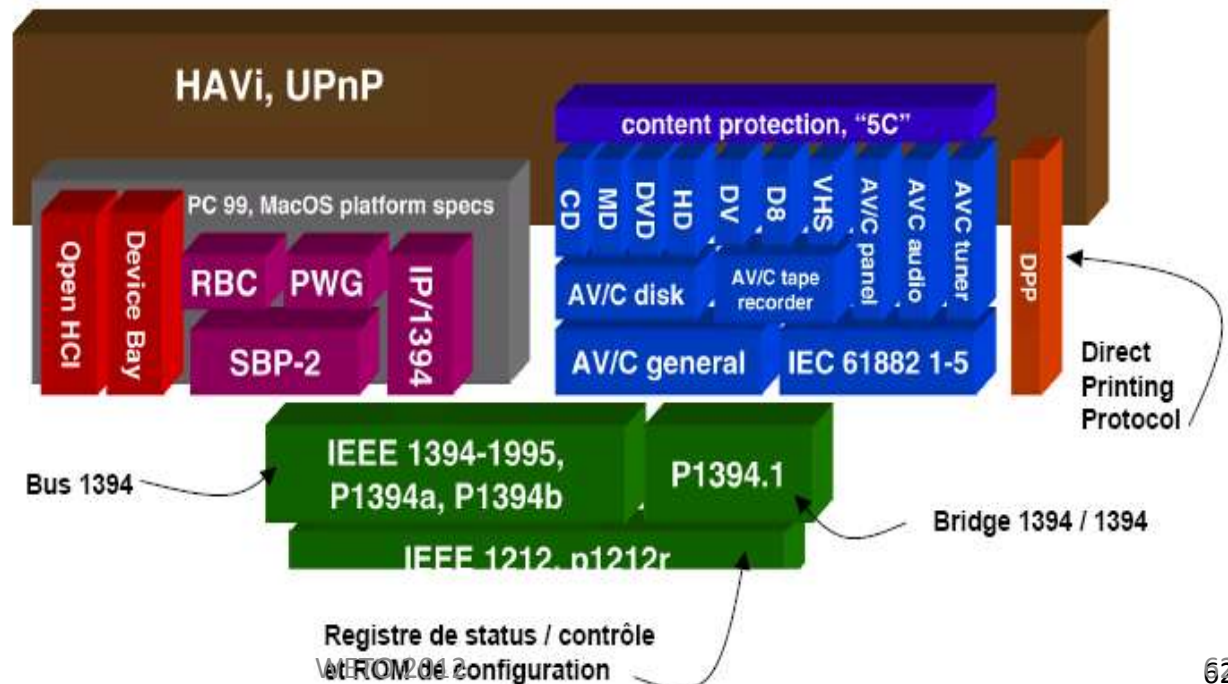
D'ou la bande passante nécessaire pour acquérir les 2 caméras qui est égale à:

$$4000 + 2 * 2560 = 9120 \text{ bytes / pkt} > 8192 \text{ bytes / pkt.}$$

# Le bus firewire IEEE1394 (i.link)

Il existe plus de 70 documents décrivant les normes de transmission sur le bus IEEE1394 :

- La norme DCAM (v1.3) définit le protocole d'échange de données vidéo non compressée (format image, ...) ainsi que les registres de contrôle de la caméra (gain, shutter, ...)
- La norme DVCAM définit le protocole d'échange de données vidéo compressé





# Le bus Gigabit Ethernet

## Le bus Gigabit Ethernet



# Le bus Gigabit Ethernet

## Avantage du bus Gigabit Ethernet :

- Nombre de périphériques illimitées sur un réseau (switch)
- Bande passante : 1 Gbits/s (125 Mo/s)
- Longueur maximale de câble : 100 mètres
- Transmission non isochrone
- Alimentation séparée (ou PoE via Splitter)



*Caméra Gigabit Ethernet*



*Câble Ethernet*



# Le bus Gigabit Ethernet

## Les différents réseaux Ethernet d'hier et de demain :

- Standard Ethernet : bande passante max. de 10 Mbits/s
- Fast Ethernet : bande passante max. de 100 Mbits/s (12,5 Mo/s)
- GigE (Gigabit Ethernet) : jusqu'à 1 Gbits/s (125 Mo/s)
- 10GigE (10 Gigabit Ethernet) : demain jusqu'à 10 Gbits/s

## Exemple de débit en fonction des formats des caméras :

640x480@60fps : 140 Mbits/s [17Mo/s]

1024x768@30fps : 180 Mbits/s [22,5Mo/s]

2048pixels@35kHz : 546 Mbits/s [68Mo/s]

# Le bus Gigabit Ethernet

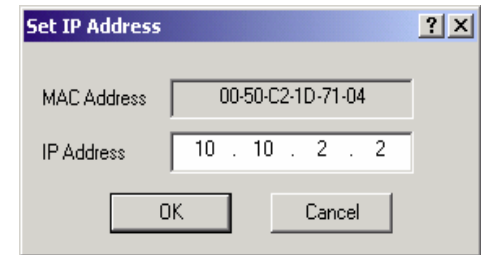
- Le Gigabit Ethernet est une transmission point à multipoint

Chaque dispositif dispose d'une adresse MAC qui lui est unique et d'une adresse IP fixe, programmable ou automatique par DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

Le MAC filtre les trames qu'il reçoit au moyen de l'adresse

Le bus Ethernet permet 3 types d'adresse :

- UNICAST : adressage d'une station unique
- MULTICAST : adressage d'un groupe de station  
IP : 239.0.0.0 ~ 239.255.255.255 (local)
- BROADCAST : adressage de toutes les stations  
IP: 255.255.255.255



- Les données sont envoyées sous forme de paquets (trames)

**En octets**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 ... 1513	1514	1515	1516	1517
Adresse MAC destination						Adresse MAC source						Type de protocole		Données		FCS/CRC		

*1500 octets par paquets émis*

Les meilleures performances sont obtenues avec les cartes supportant le mode trames étendues (jumbo frame)

# Le bus Gigabit Ethernet

Les périphériques peuvent être raccordés directement entre-eux soit au travers de hub (repetiteur) ou de switch (concentrateur) Ethernet.

- Le HUB (ou répéteur) Ethernet :

Un hub (ou répéteur) Ethernet permet la connexion de plusieurs plusieurs ordinateurs ou périphériques dans un réseau Ethernet, en régénérant le signal, et en répercutant les données émises par l'un vers tous les autres. Le hub fait office de simple répéteur et c'est à chacune des périphériques de faire le tri des infos qui lui sont destinées ou pas. Les hub sont caractérisés par un nombre de connexion (4, 5, 8, 10, 16, 24, ...). Ils sont remplacés aujourd'hui par les switchs dans tous les réseaux actuels.

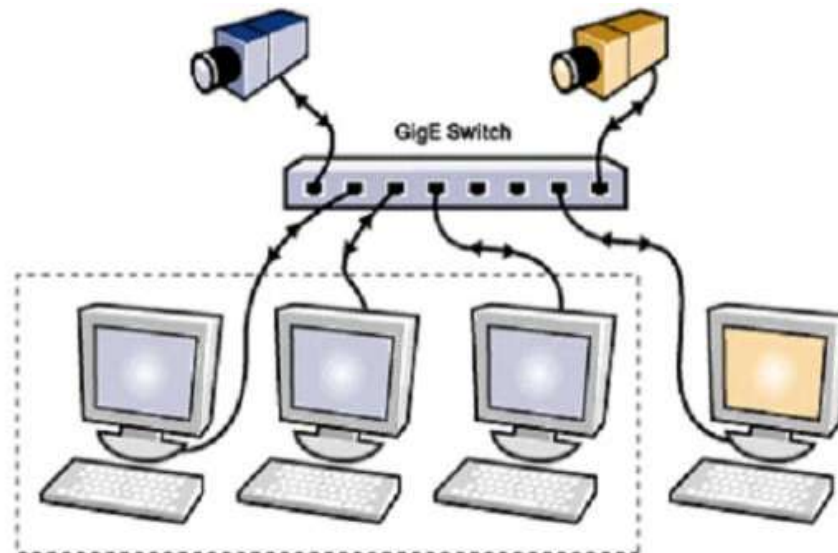


Hub Ethernet  
4 ports

# Le bus Gigabit Ethernet

- Le switch (ou commutateur) Ethernet :

Le switch (ou commutateur) Ethernet a un rôle similaire sauf que, contrairement à un concentrateur, un commutateur ne se contente pas de reproduire sur tous les ports chaque information qu'il reçoit. Il sait déterminer sur quel port il doit envoyer une trame, en fonction de l'adresse à laquelle cette trame est destinée. un switch décode l'entête de trame pour ne l'envoyer que vers le port Ethernet associé, ce qui réduit le trafic sur l'ensemble du câblage réseau par rapport à un hub (qui renvoie les données sur tous les ports, réduisant la bande passante en provoquant plus de collisions)

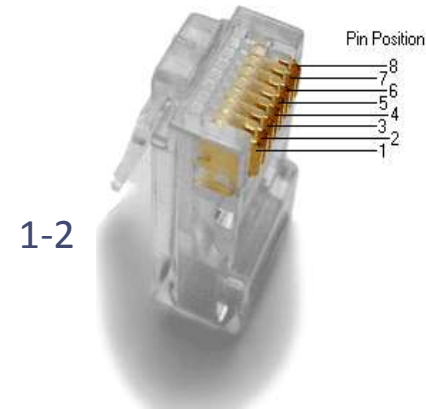


**Multi-camera to multi-PC Ethernet Link**

# Le bus Gigabit Ethernet

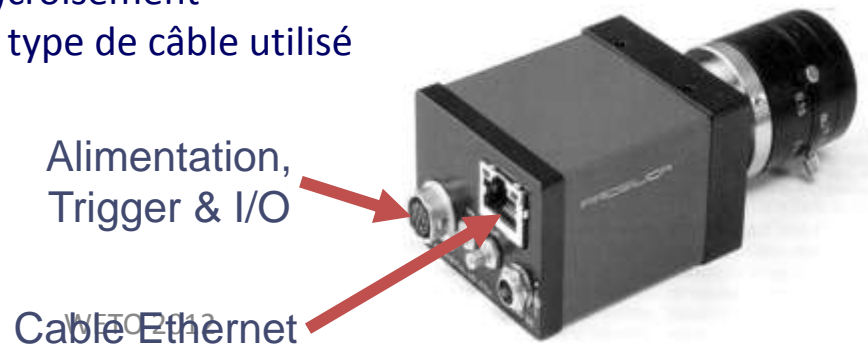
## Câbles et connecteurs :

- Câble RJ45 (RJ: Registered Jack) standard en catégorie 5E ou 6
  - Câble en version droit ou croisé
- en Ethernet 10 base 100 (100Mbit/s), seul les broches 1-2 et 3-6 sont utilisées
- en Gigabit Ethernet (1Gbit/s), les 8 broches sont utilisées



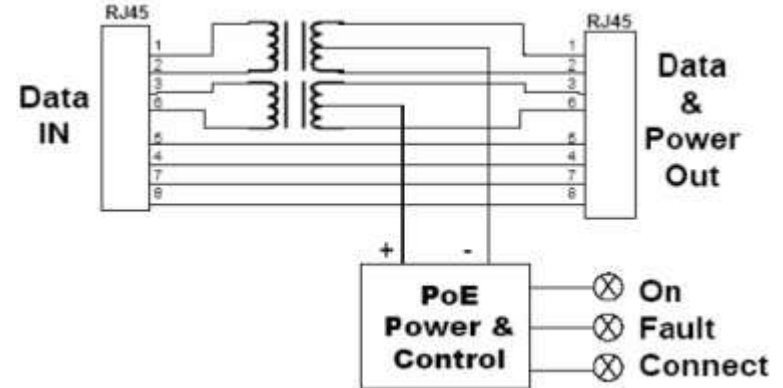
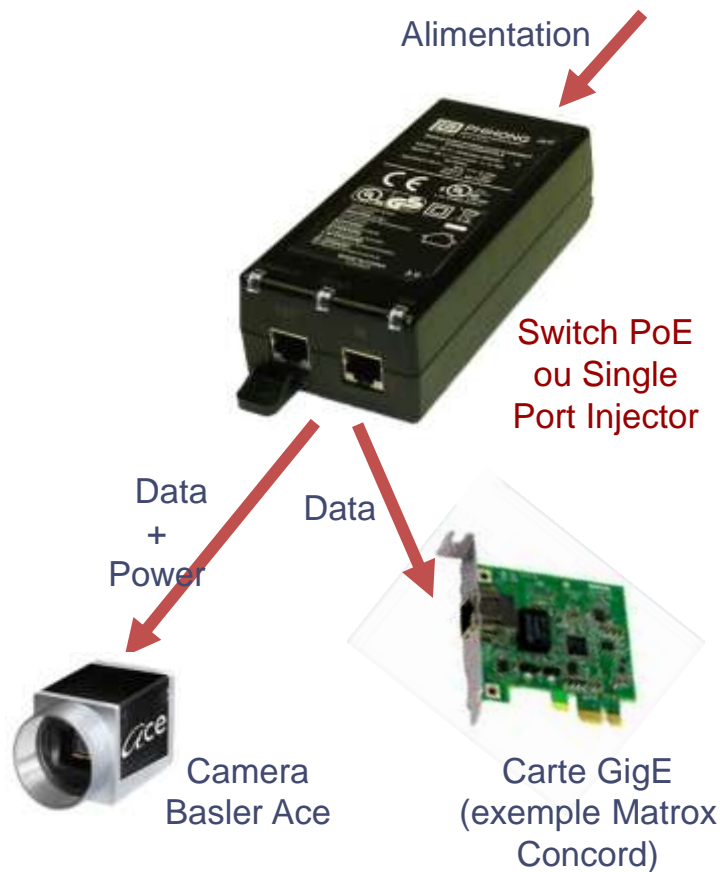
- Un câble croisé doit être utilisé lorsque 2 postes de travail (ou 1 poste et 1 caméra) sont raccordés ensemble.
- Un câble droit doit être utilisé lorsque 1 poste de travail (ou 1 caméra) doit être raccordé à un concentrateur (hub) ou un commutateur (switch).

Aujourd'hui, certains équipements réseau moderne sont capable de faire du (dé)croisement automatique en fonction du type de câble utilisé



# Le bus Power over Ethernet (PoE)

L'alimentation des caméras peut se faire par le bus au travers d'un single port injector ou d'un switch PoE



## Références produits :

ISE-B29463 : Single Port Injector

ISE-B30579 : switch 8 ports PoE

# Le standard GigE Vision

## Les standards GigE Vision & GENICAM

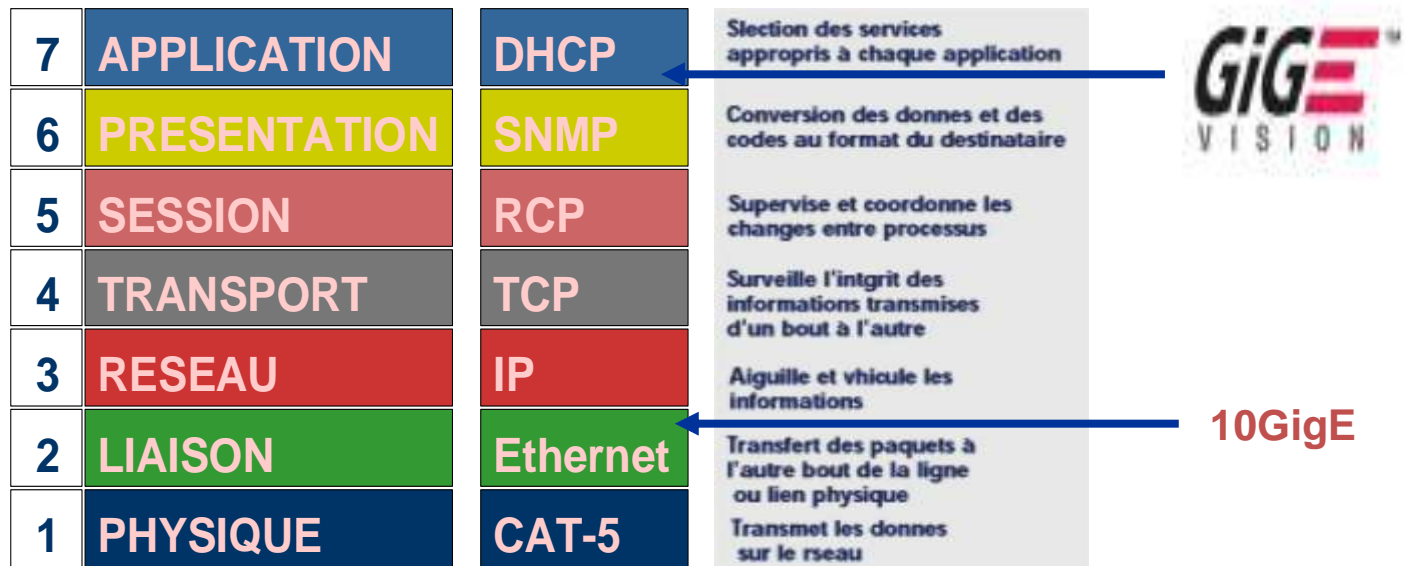


GEN<i>CAM



# Le standard GigE Vision

- *Standard développé en mai 2006 et maintenu par l'AIA (Automated Imaging Association)*
- *Protocole de transmission video sur les réseaux GigE et 10GigE demain sans effort puisque c'est un standard (couche) uniquement logiciel*



# Le standard GigE Vision

Le standard GigE Vision s'appuie sur les atouts du bus Gigabit Ethernet :

- Les ports GigE sont aujourd'hui communs sur les PC et portables : pas forcément besoin d'un frame grabber
- Grande bande passante : 125Mo/s en monoport, 500Mo/s en quad port
- Supporte de longues distances entre caméras et PC :
  - jusqu'à 100m avec de simples câbles CAT5e ou CAT6
  - 500m FO multimode ; 3kms FO Monomode
- Permet une mise en réseau de caméras : ajout facile et moins coûteux d'un nouveau système de prise de vue (sécurité - surveillance)
- Multicasting (envoi des images d'une caméra vers plusieurs PC) : partager le traitement, l'affichage
- Coût de câblage réduit : facilité pour fabriquer le câble sur site
- Facilité d'utilisation, de mise en oeuvre
- Evolutivité : bientôt 10GigE : migration sans effort, pas de changement dans le soft

# Le standard GigE Vision

Il repose sur les standards Ethernet existants (IEEE et Internet) avec les extensions suivantes :

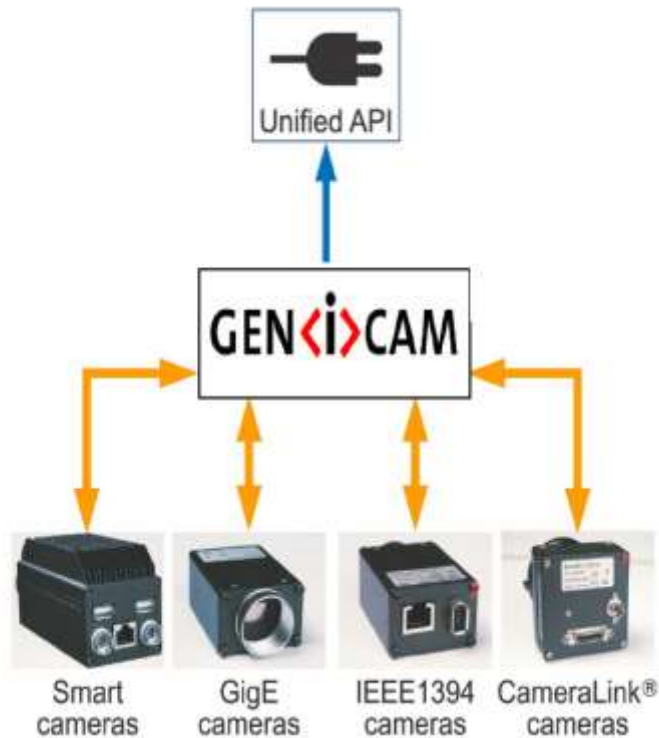
- *Device discovery : pour retrouver une caméra sur un réseau*
- *Device descriptor (basé sur fichier XML) : pour décrire l'ensemble des caractéristiques d'une caméra (selon le standard GEN<i>CAM)*
- *Control protocol : pour contrôler la caméra et l'application (registres)*
- *Streaming protocol : pour la transmission des données (pixels) et garantir qu'aucun packet n'est perdu*



# GEN<i>CAM

GENeric programming I nterface for CAMera

- *Standard créé par l'EMVA (European Machine Vision Association) en mai 2006*
- *But : créer une interface de programmation unifiée, indépendante du support physique utilisée (l'interface de programmation doit rester le même quelque soit le modèle et le fournisseur de matériel)*



# GEN<i>CAM

GENeric programming I nterface for CAMera

- *Le standard GenICam consiste en plusieurs modules pour répondre aux fonctions suivantes pour l'utilisateur :*
  - *Configurer la caméra (fichier XML)*
  - *Acquérir des images (module GenAPI)*
  - *Fournir une interface graphique (Viewer)*
  - *Générer des événements (fin d'exposition...)*
  - *Transmettre d'autres données en plus des données images (timestamping...)*
- *Cela passe par :*
  - *Standardisation des noms des caractéristiques (trigger...)*
  - *Classification des caractéristiques (obligatoires, recommandées, optionnelles)*
  - *Fichier standard de description des caméras*

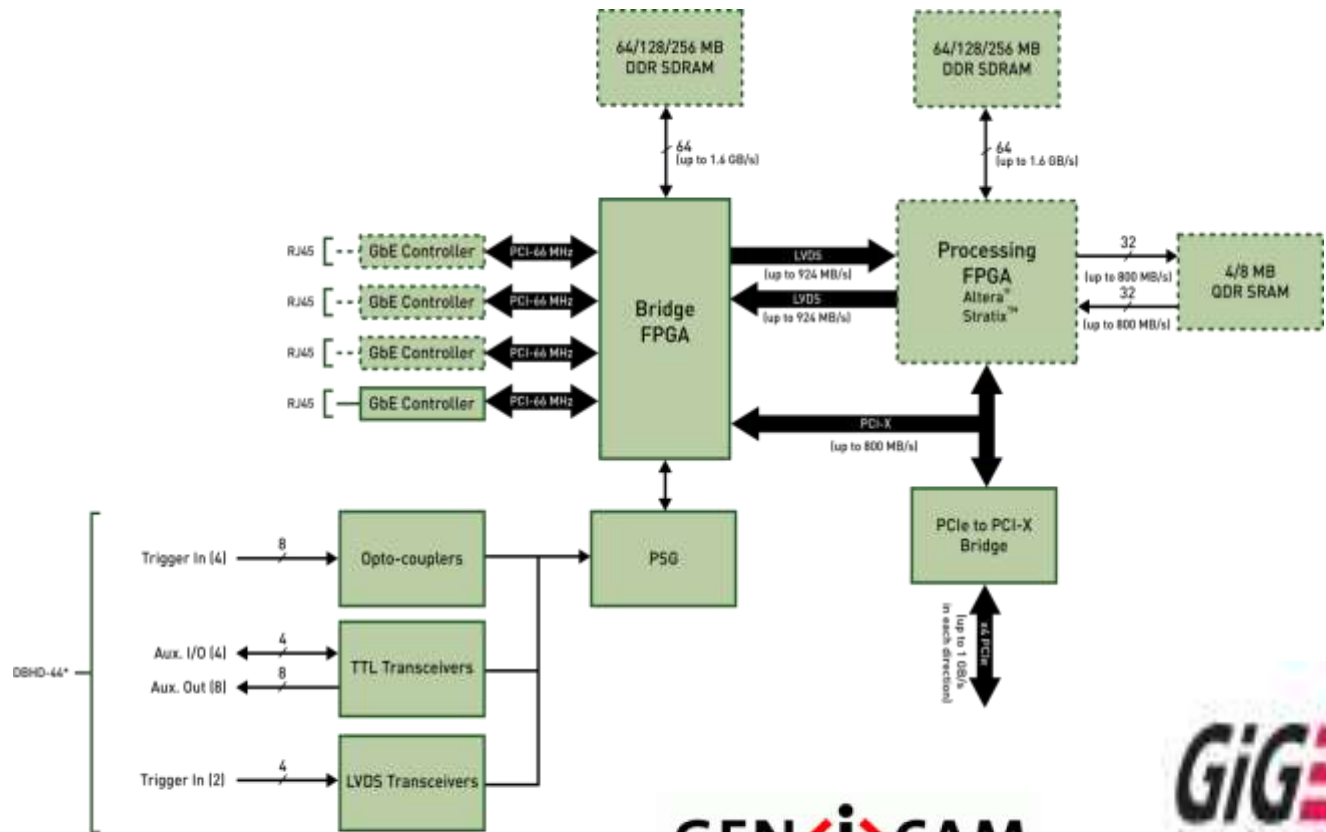
**GEN<i>CAM**



**AIA**

# Les différents standards de communication

## Synoptique d'une chaîne d'acquisition multi-caméras Gigabit Ethernet évoluée : Carte MATROX Solios GigE



----- Optional  
 \* Present on a separate bracket

**GEN*i*CAM**

**GiGE<sup>™</sup>**  
 VISION

# Le bus Universal Serial Bus (USB)

## Le bus USB (Universal Serial Bus)



# Le bus Universal Serial Bus (USB)

## Généralité :

- Développé par Intel en 1995
- Amélioration USB1.1 -> USB2.0 en 2000
- Remplacement des ports I/O d'un PC: RS232C, parallèle, PS/2, Joystick
- Choix important de périphériques disponible à ce jour : (claviers, souris, disques dur, appareils photo, imprimantes, scanners, webcam, clés mémoires, ...)
- Ne convient pas aux applications requérant de hautes cadences ou des résolutions élevées.



*Câble USB*



*Caméras USB*



# Le bus Universal Serial Bus (USB)

## Caractéristiques principales:

- Insertion/extraction à chaud (allocation dynamique, mise en veille à distance, ...)
- reconnaissance des périphériques (Plug & Play)
- Jusqu'à 127 périphériques peuvent être raccordés à un même bus
- Distance maximum entre périphériques : 4.5mètres
- Extension possible au travers de repeteur (hub)
- Topologie en arbre
- Au maximum 5 hubs peuvent exister entre le hub racine et le périphérique
- Alimentation par le bus ou séparée
- Driver et API propriétaires



*Câble USB*

2



*Caméras USB*

# Le bus Universal Serial Bus (USB)

## Le débit maximum :

- USB 1.x : mode lent (1.5Mbit/sec) et rapide (12Mbit/sec)
- USB 2.0 : version actuelle supporte 1.5 ~ 480 Mbit/sec
- USB 3.0 : future version 4.8Gbit/sec (2010)

## La bande passante :

La bande passante est partagée temporellement entre tous les périphériques.  
L' USB définit quatre types de transferts :

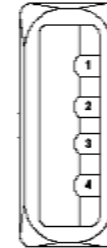
- *transfert de commande* : utilisé pour l'énumération et la configuration des périphériques
- *transfert d'interruption* : utilisé pour fournir des informations de petite taille (exemple: clavier, souris, ...)
- *transfert isochrone* : utilisé pour effectuer des transferts volumineux (bande passante garantie)
- *transfert en masse (bulk)* : utilisé pour transférer des informations volumineuses, avec garantie d'acheminement, mais sans garantie de bande passante

C'est le processeur Host qui est à l'initiative et qui contrôle tous les trafics

# Le bus Universal Serial Bus (USB)

## Le brochage :

- Brochage 4 points
  - 2 pour les données (paire différentielle)
  - 1 alim / 1 masse
- Alimentation incluse
  - 5V de 100 à 500mA max



Contact	Signal	Couleur du fil
1	Vcc	Rouge
2	Data-	Blanc
3	Data+	Vert
4	Ground	Noir

## Les connecteurs :

- Grande variété de connecteurs sur le marché



*USB1.1*

*USB2.0  
Type A*

*USB2.0  
Type A*

*Mini USB*

# Comparaison des différents bus numériques

Comparaison des bus numériques actuels :

	USB 2.0	IEEE1394 (Firewire)
Nombre maximum de périphériques	127	63
Connexion à chaud	Oui	Oui
Plug & Play	Oui	Oui
Longueurs des câbles	4.5m	4.5m (10/7m en pratique)
Data rate [MB/s)	480	400 / 800
Alimentation incluse	Oui	Oui
Applications	Clavier, souris, Joystick, Hub, Audio, clé mémoire, scanner, webcam	Graveur DVD, <b>caméra digitale</b> , stockage de masse, scanner, imprimante
Coût	Faible	Moyen

# Comparaison des différents bus numériques

## Comparaison des bus numériques actuels:

	<b>Gigabit Ethernet</b>	<b>Camera link</b>
Nombre maximum de périphériques	Infini	1
Connexion à chaud	Oui	Non
Plug & Play	Oui	Non
Longueurs des câbles	100m	10m (@85MHz)
Data rate [MB/s)	1000	2380 (base)
Alimentation incluse	Non	PoCL
Applications	Camera IP, <b>Caméra digitale (matricielle et linéaire)</b> , réseau d'ordinateurs, switch	<b>Cameras matricielles et linéaires sophistiquées</b>
Coût	Faible	Elevé

# Les formats de fichiers

- FSTF (Flexible Stream Transport Format ), ADVS Working Group
- Issues : a standard file format
- Aims :

The Flexible Stream Transport Format (FSTF) defines a file format for storing streams of data such as measurements from scientific equipment. The format is built as a generic and extensible binary file format which is fitted for storing of large amounts data such as 16 bit video frames. The Astronomical Digital Video (ADV) file format is built on the top of the FSTF and is designed to particularly store astronomical time-stamped video observations. The ADV file format is used by the Astronomical Digital Video System (ADVS).

- The FSTS and ADV formats are open file formats that are developed by the ADV Standard Working Group at <http://tech.groups.yahoo.com/group/adv-standard/>.

# Conclusion

Comparaison des bus numériques actuels:

