

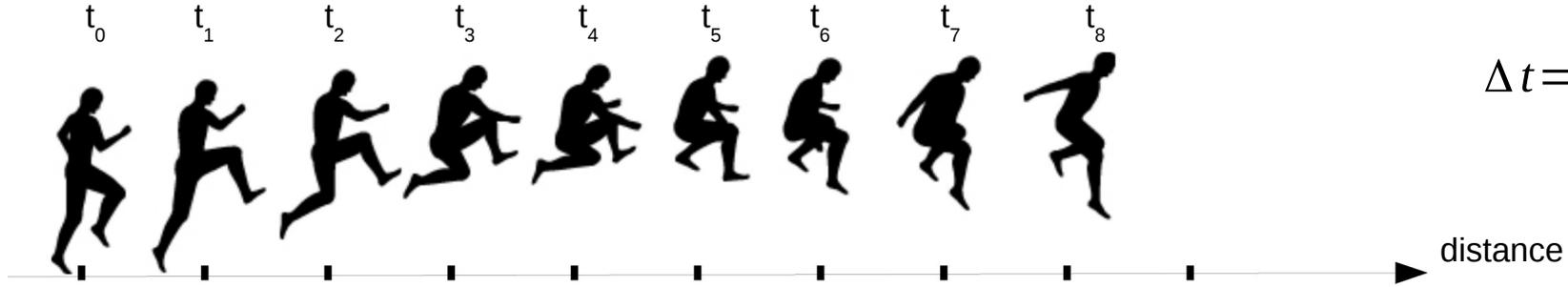
# Procédé de datation des images et de caractérisation de la fréquence d'acquisition des caméras vidéo

**Michel GRIMALDI<sup>1</sup>, Philippe ARLOTTO<sup>2</sup>, Olivier CARON<sup>3</sup>**

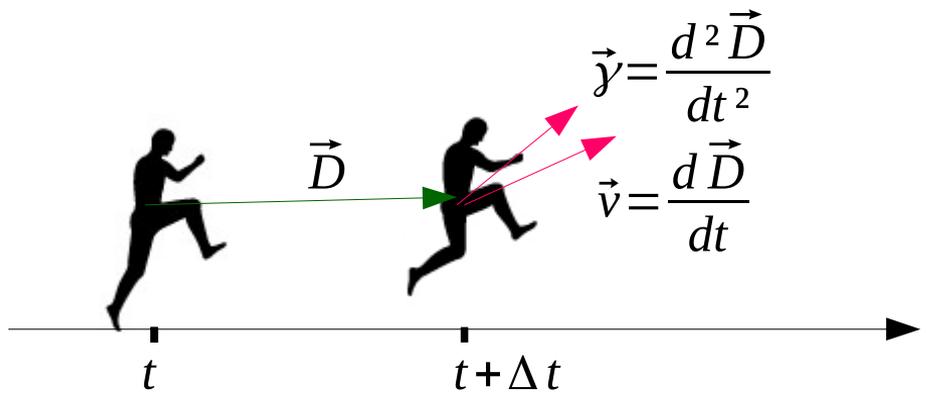
<sup>1</sup> *I.U.T de Toulon - département GEII - Laboratoire MIO*

<sup>2</sup> *I.U.T de Toulon - département GEII - plateforme SMIoT*

<sup>3</sup> *Université de Toulon - Laboratoire LAMHESS*



$$\Delta t = t_{i+1} - t_i$$



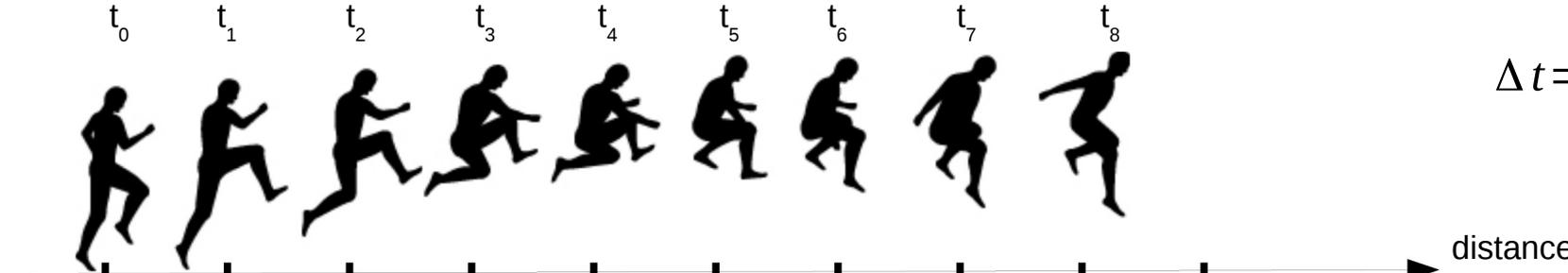
$$\Delta t = \frac{1}{f_{acq}}$$

(Δt?)

### Estimation du déplacement

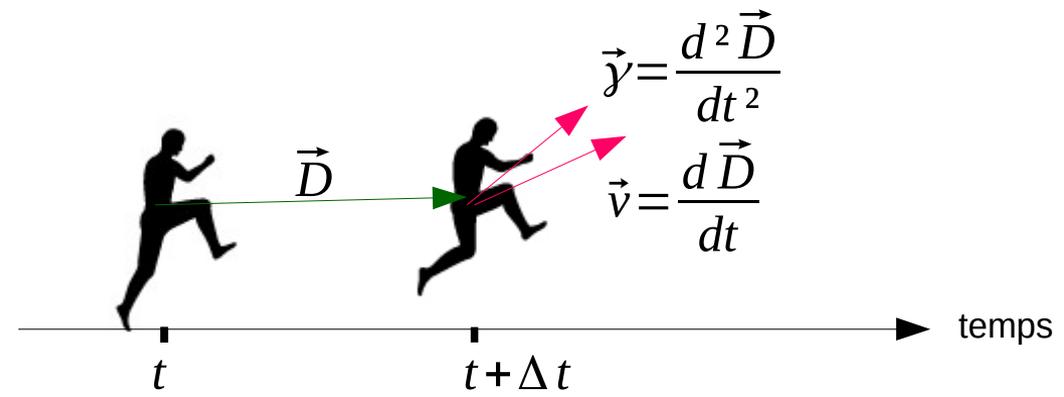
- suivi de points caractéristiques
- modèles de Markov
- modèles bayésiens
- ondelettes
- ...

**La fréquence d'acquisition est-elle stable et exacte ?**

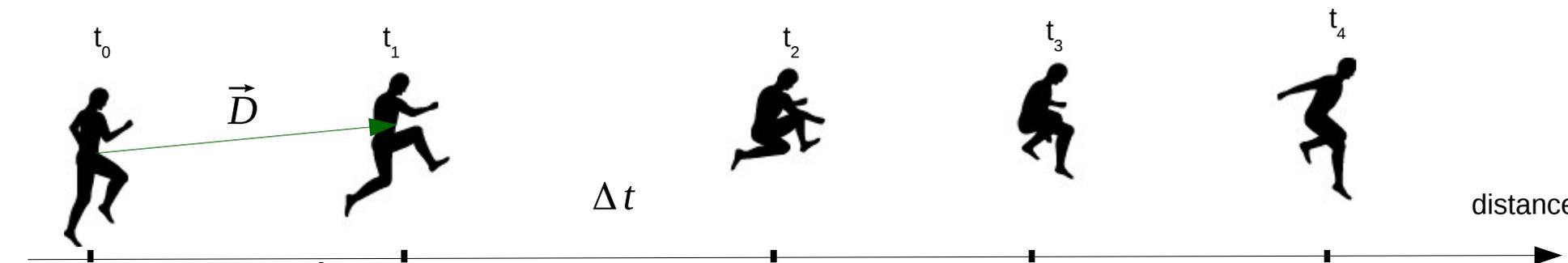


$$\Delta t = t_{i+1} - t_i$$

mouvement réel

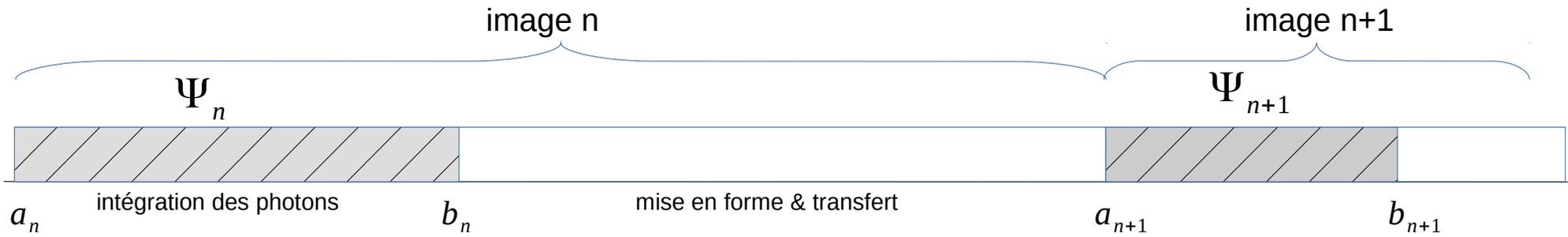
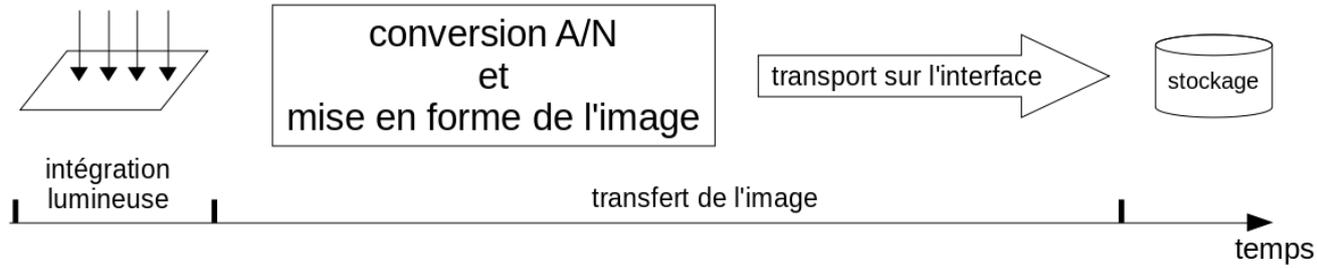


$$\Delta t = \frac{1}{f_{acq}}$$



mouvement observé

# Modèle d'acquisition des caméras numériques



$p_n(x, y)$  intensité du pixel

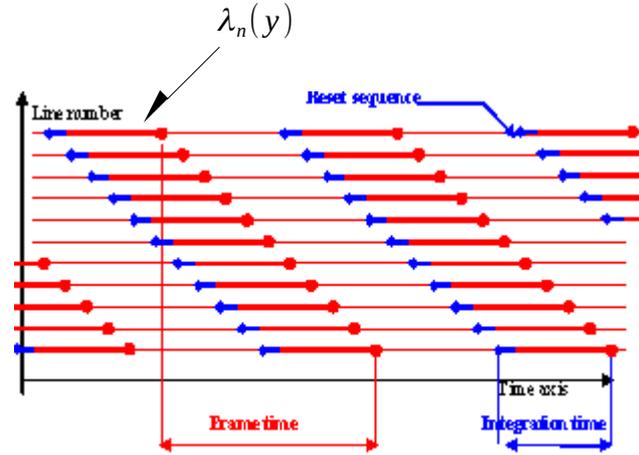
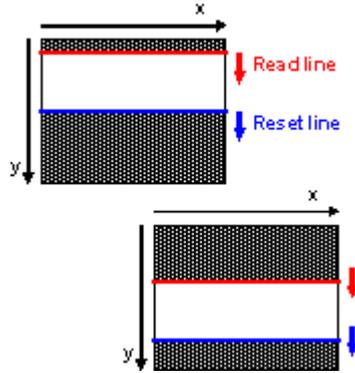
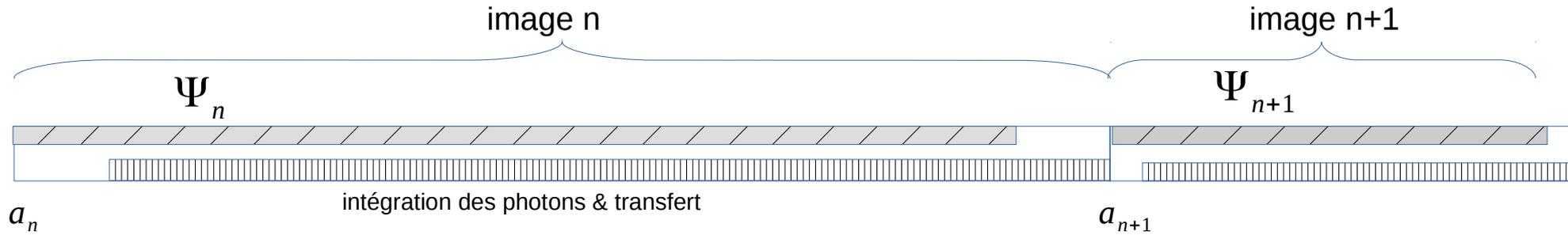
$\Omega_{xy}$  surface du pixel

$\xi(x, y, t)$  énergie lumineuse reçue

$$p_n(x, y) \sim \iiint_{\Omega_{xy}, \Psi_n} \xi dx dy dt$$

obturateur global « *global shutter* »

# Modèle d'acquisition des caméras numériques



source:  
<http://www.siliconimaging.com>

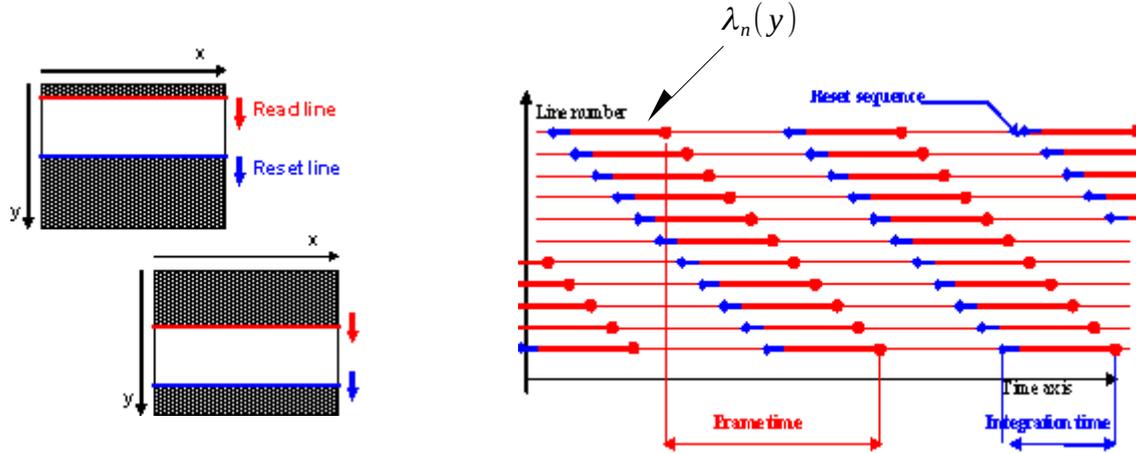
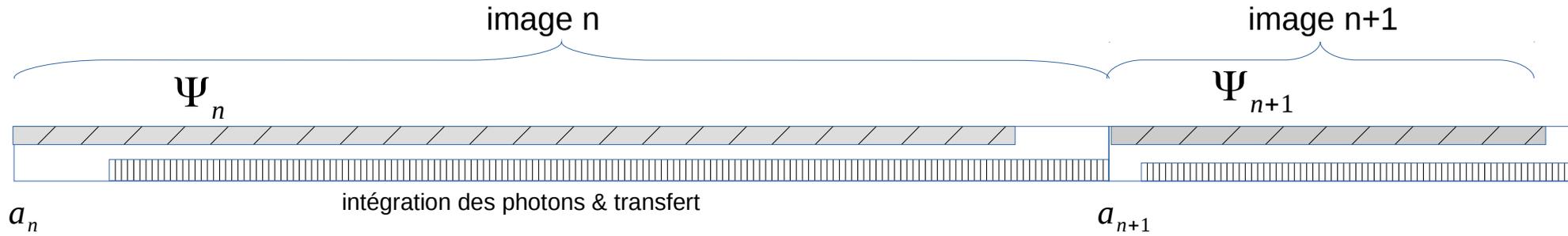
- Basler :**
- Rolling Shutter in the **ERS** Mode.
  - Rolling Shutter in the **Global Reset Release** Mode.

- $p_n(x, y)$  intensité du pixel
- $\Omega_{xy}$  surface du pixel
- $\xi(x, y, t)$  énergie lumineuse reçue
- $\lambda_n(y)$  temps d'intégration de la ligne y

$$p_n(x, y) \sim \iiint_{\Omega_{xy}, \lambda_n(y)} \xi dx dy dt$$

obturateur déroulant «rolling shutter»

# Modèle d'acquisition des caméras numériques



Effet « rolling shutter »



$p_n(x, y)$  intensité du pixel

$\Omega_{xy}$  surface du pixel

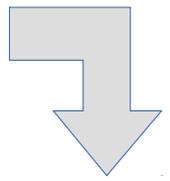
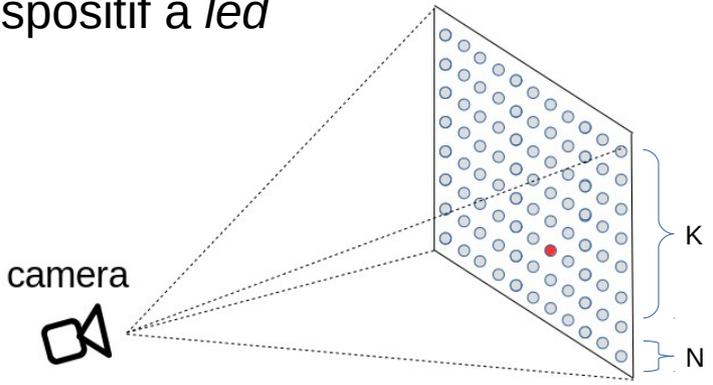
$\xi(x, y, t)$  énergie lumineuse reçue

$\lambda_n(y)$  temps d'intégration de la ligne y

$$p_n(x, y) \sim \iiint_{\Omega_{xy}, \lambda_n(y)} \xi dx dy dt$$

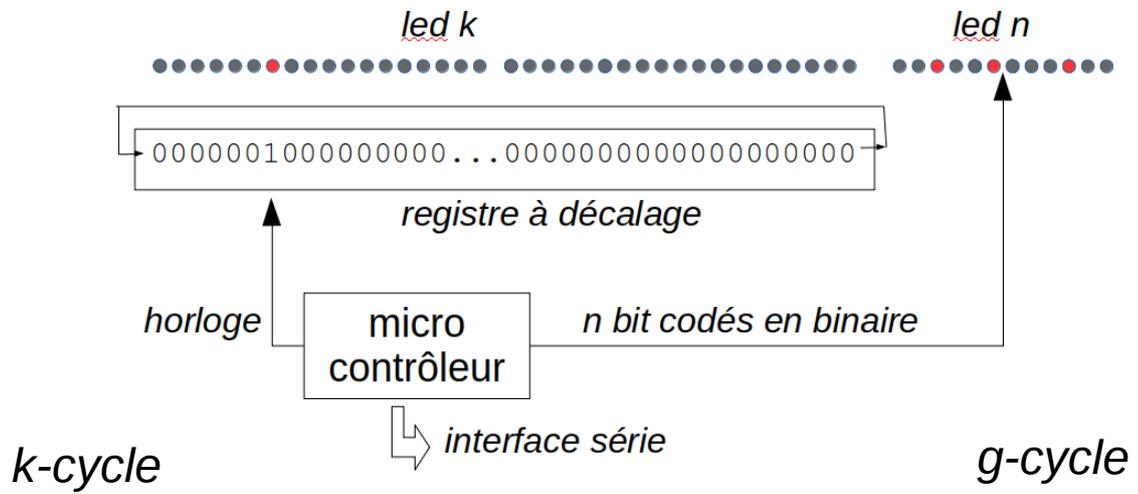
obturateur déroulant «rolling shutter »

# Dispositif à led

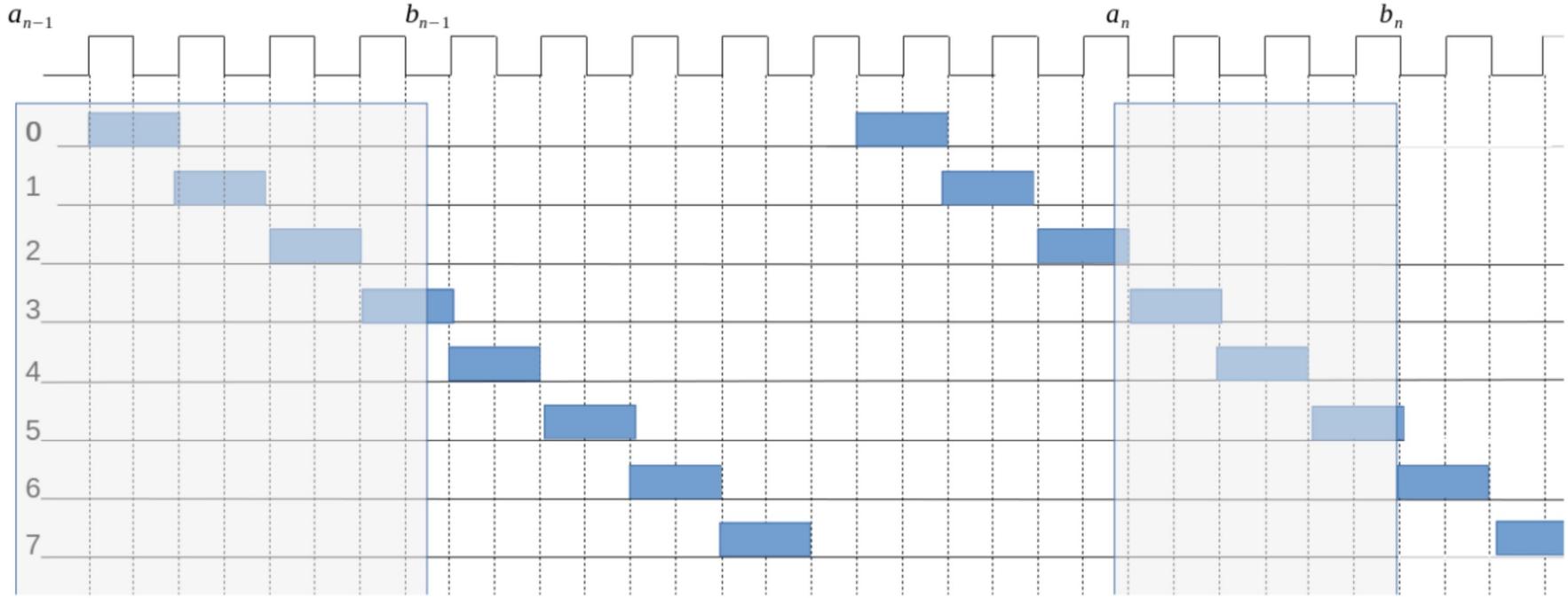
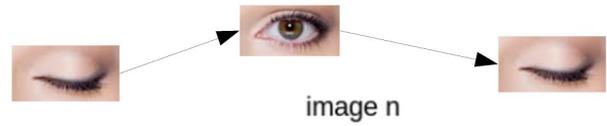


# Électronique de commande des led

$T_0$ , la période de l'horloge principale  
 $T_1 = k T_0$ , la période du *k-cycle*  
 $T_2 = 2^N T_1$ , la période du *g-cycle*

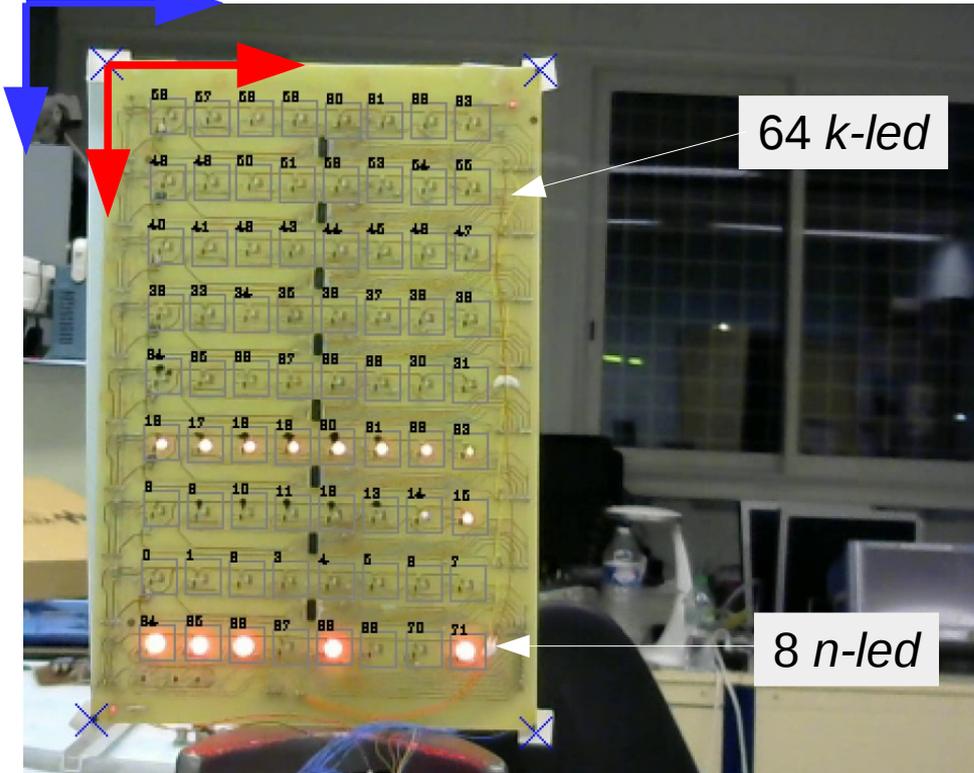


Principe: k=8



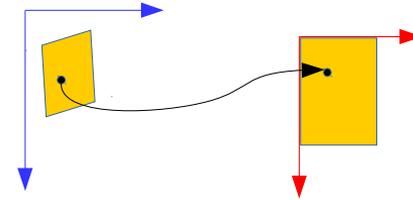
k-cycle

format A4

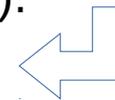


## TRAITEMENTS

- Désignation du référentiel (4 coins).
- Évaluation de la matrice de déformation globale (perspective).



- Correction de la déformation.
- Localisation et détermination de l'intensité des *led*.
- Décodage de numéro du *k-cycle* (code Gray).
- Écriture du fichier de résultats (csv).



frame	led 0	led 1	led 2	led 3	led 4	led 5	led 6	led 7	led 8	led 9	led 10	...	led 58	led 59	led 60	led 61	led 62	led 63	cycle
1	171	167	169	163	178	166	163	170	184	254	252	...	194	188	188	250	252	254	181
2	172	171	167	164	172	167	160	167	166	181	162	...	191	182	177	174	182	187	181
3	169	165	167	161	174	166	163	167	170	166	160	...	196	186	177	174	180	186	182
4	172	171	170	163	172	166	163	169	169	170	165	...	193	185	179	177	185	186	214
5	170	167	164	166	173	167	162	172	169	175	165	...	195	189	178	182	184	189	215
6	172	169	165	170	175	165	164	173	172	174	165	...	194	187	179	177	187	193	216
7	167	167	171	164	172	165	167	170	167	172	163	...	193	186	179	177	186	189	217
8	174	171	172	173	173	170	165	167	169	178	164	...	194	187	178	180	185	191	218
9	174	169	170	165	174	168	162	167	169	172	169	...	195	188	179	182	188	188	219
10	172	169	171	170	174	172	166	172	170	178	163	...	200	185	177	184	185	192	220
11	252	253	255	253	255	254	162	166	170	184	167	...	198	186	180	180	185	189	221



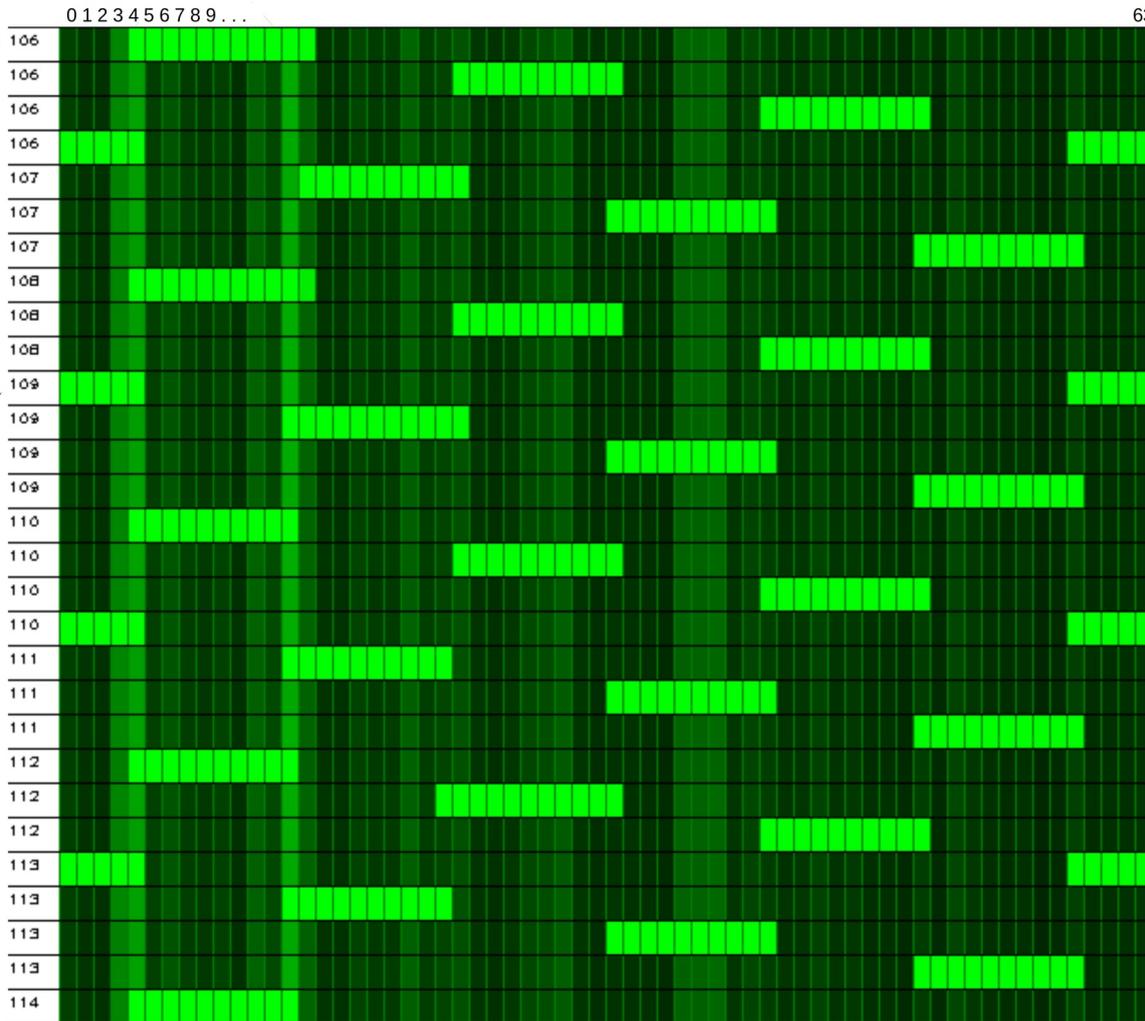
Basler ace

n° cycle



n° led

une image  
par ligne

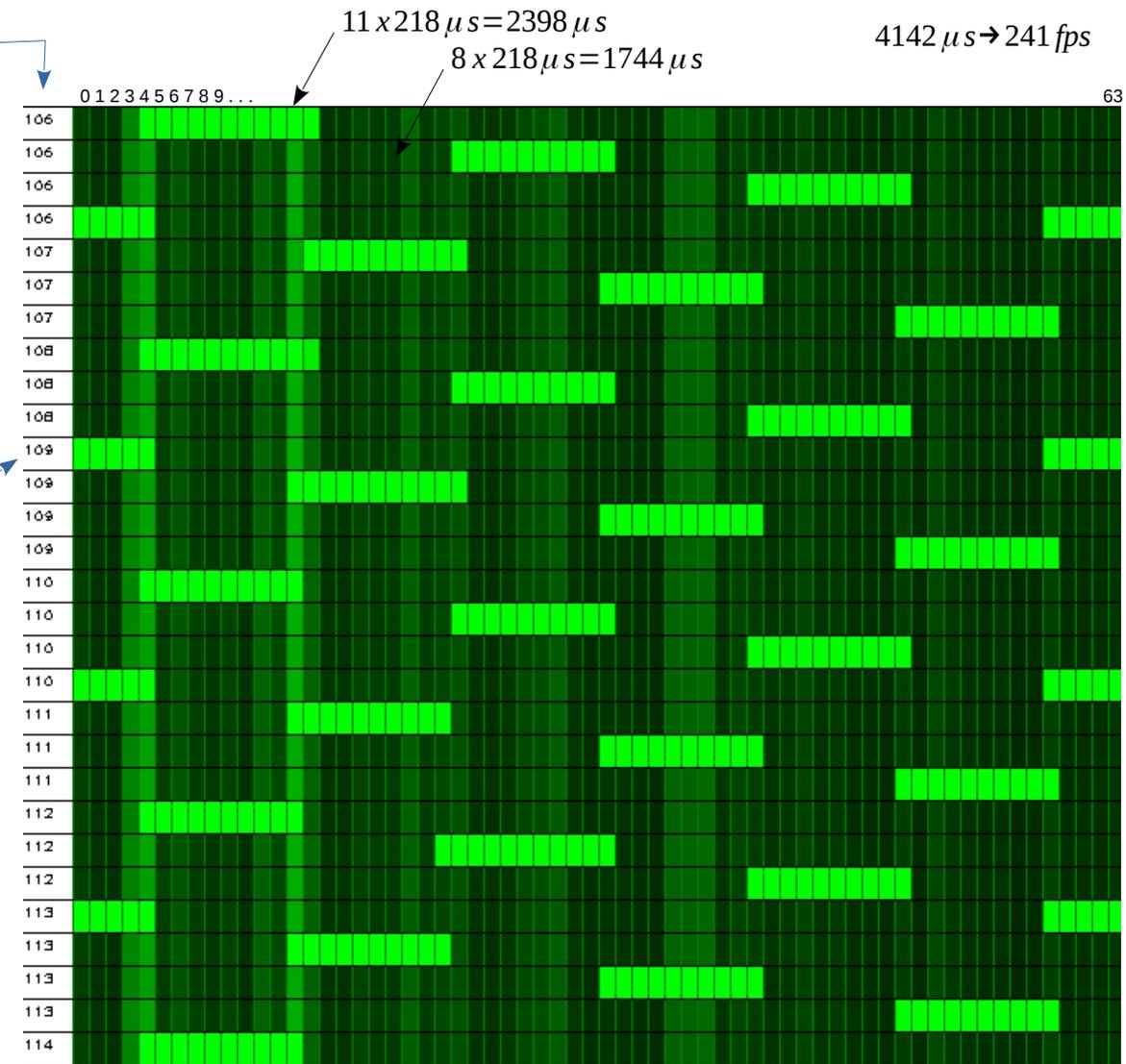


*global shutter*  
 déclenchement externe  
 250 fps max



Basler ace

n° cycle



une image  
par ligne

$T_0 = 218 \mu s$

*global shutter*  
déclenchement externe  
250 fps max



Basler ace

n° cycle

n° led

une image  
par ligne

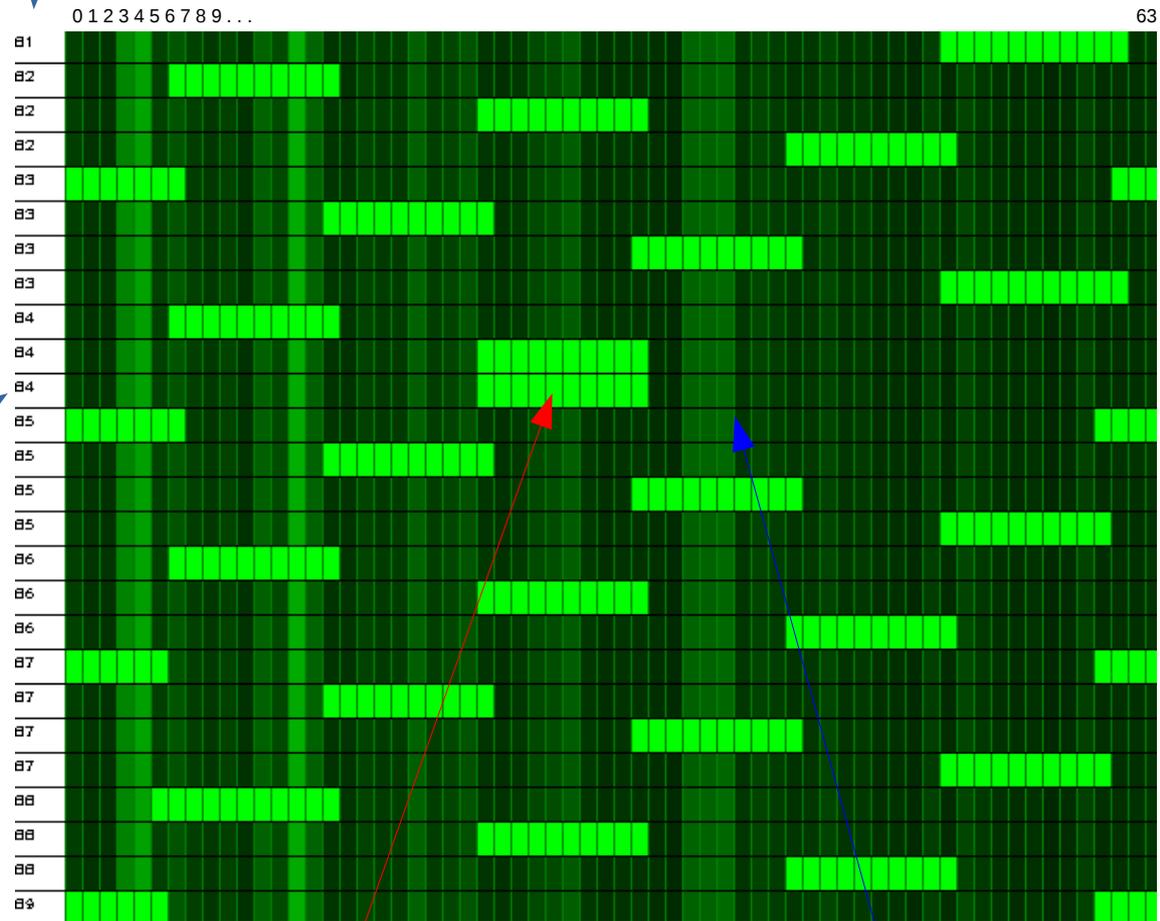


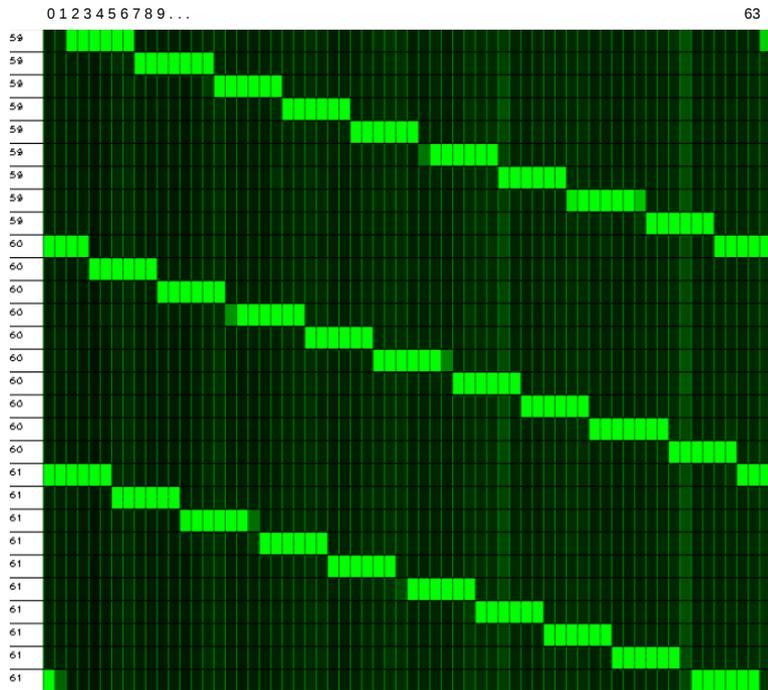
image dupliquée

image manquante

*global shutter*  
déclenchement externe  
250 fps max

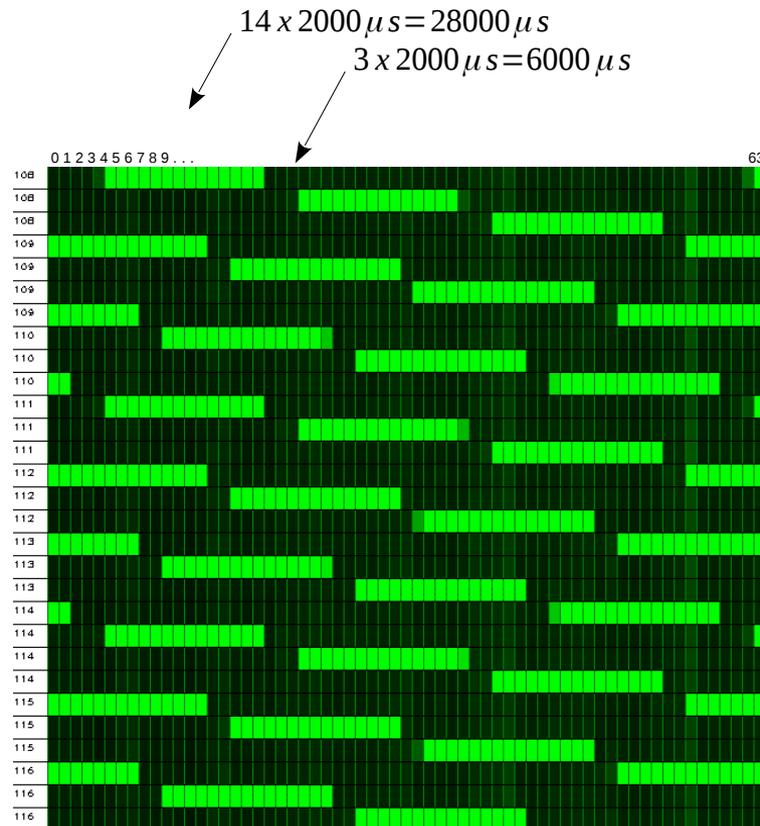


logitech C270



$T_0 = 6000 \mu s$

*variation lente*



$T_0 = 2000 \mu s$

*variation rapide*

$34000 \mu s \rightarrow 29,5 \text{ fps}$

anomalies

images  
d'artefact

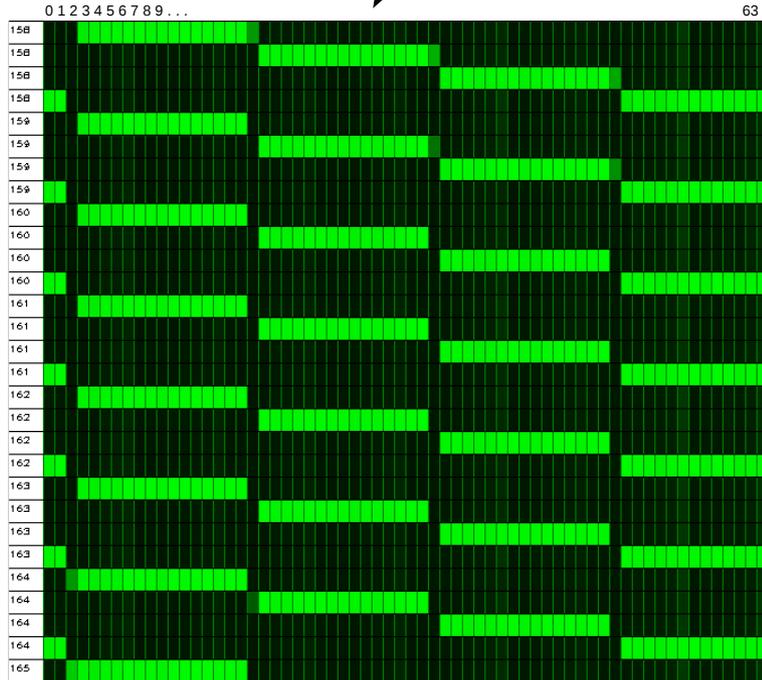


Xiaomi Redmi

$32000 \mu s \rightarrow 31,25 \text{ fps}$

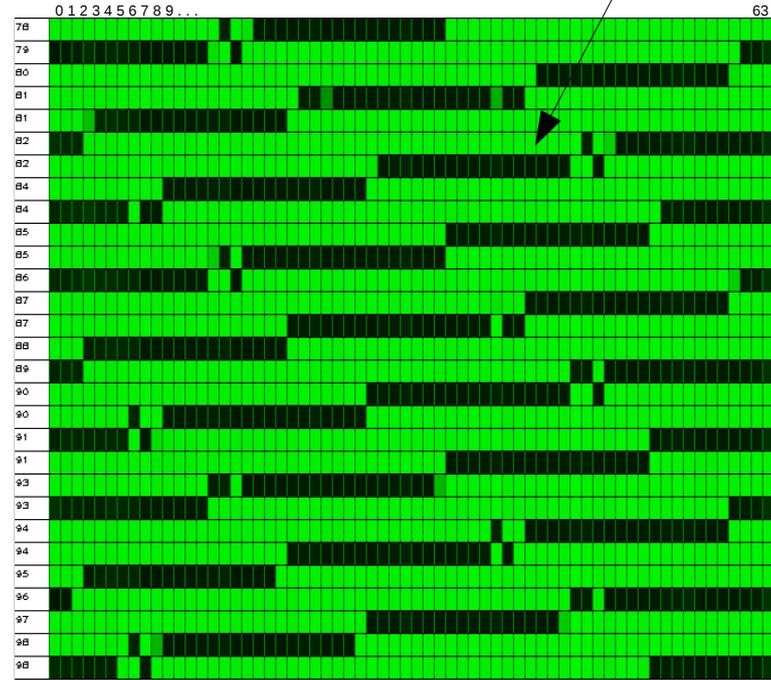
$16 \times 2000 \mu s = 32000 \mu s$

images d'artefact



$T_0 = 2000 \mu s$

*variation lente*



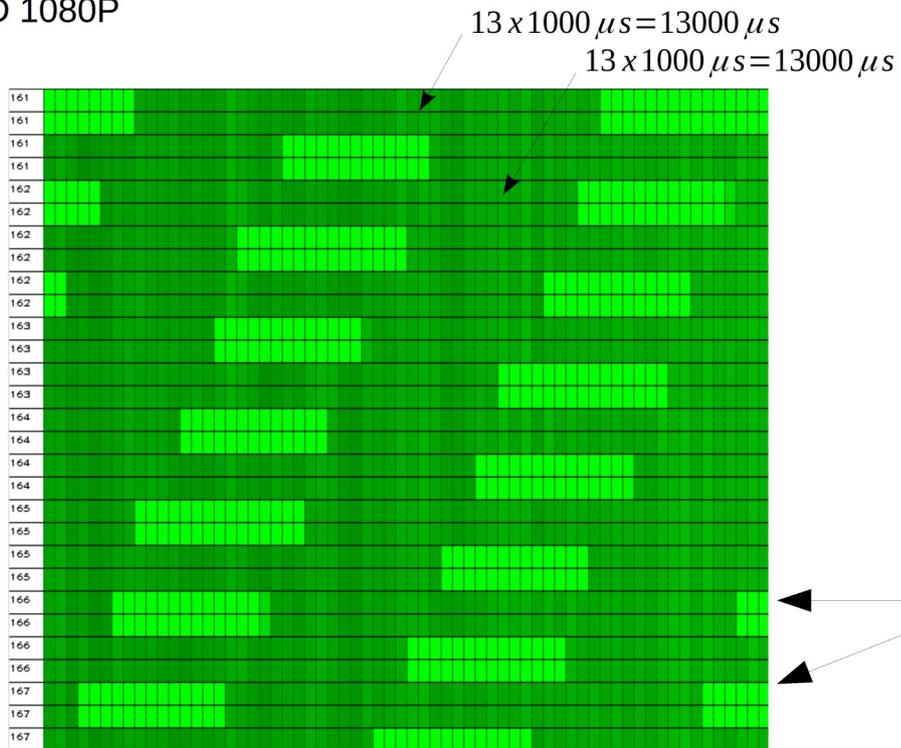
$T_0 = 800 \mu s$

*variation rapide*



Qumox HD 1080P

$26000 \mu s \rightarrow 38,5 \text{ fps}$



trames entrelacées

images  
d'artefact

$T_0 = 1000 \mu s$

*rolling shutter*



$17000 \mu s \rightarrow 58,8 \text{ fps}$

Panasonic HC V500

$17 \times 1000 \mu s = 17000 \mu s$

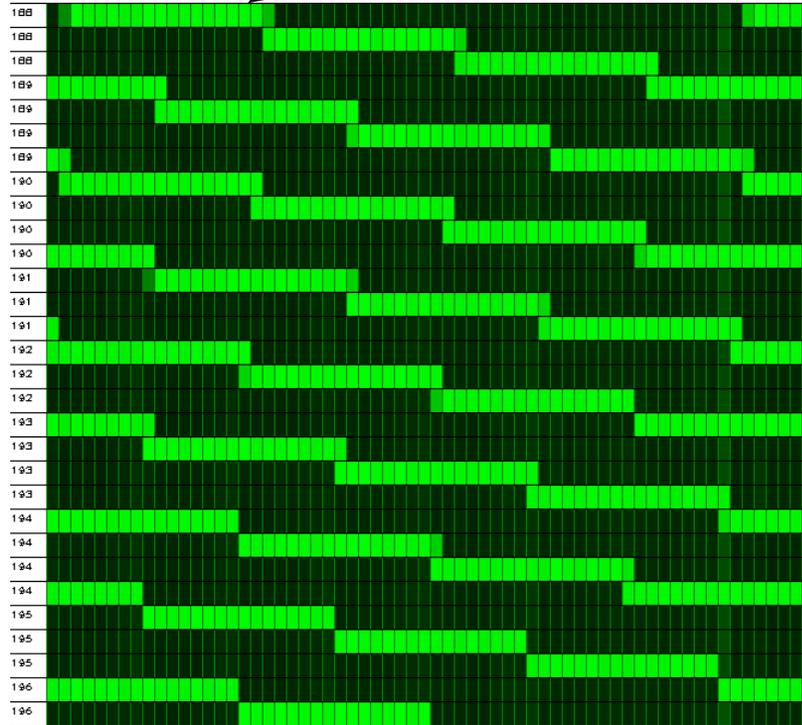


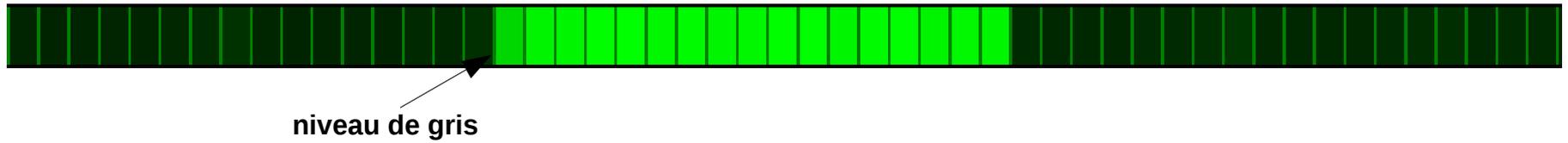
image  
d'artefact

$T_0 = 1000 \mu s$

*rolling shutter*

- Le procédé présenté permet de caractériser les caméras sur deux points:
  - *mode d'acquisition : global shutter vs. rolling shutter,*
  - fréquences d'acquisition, moyenne et instantanée, des images.
- Certaines caméras sont à proscrire pour l'analyse du mouvement :
  - fréquence d'acquisition variable,
  - *rolling shutter* (analyse de mouvements rapides).

- Introduction du dispositif lors de l'acquisition d'images biomécaniques dans le domaine du sport pour datation *a posteriori*.
- Augmentation de la résolution temporelle, prise en compte des effets de bord.



- Correction des effets « *rolling shutter* » pour l'analyse du mouvement avec des caméras à bas coût.