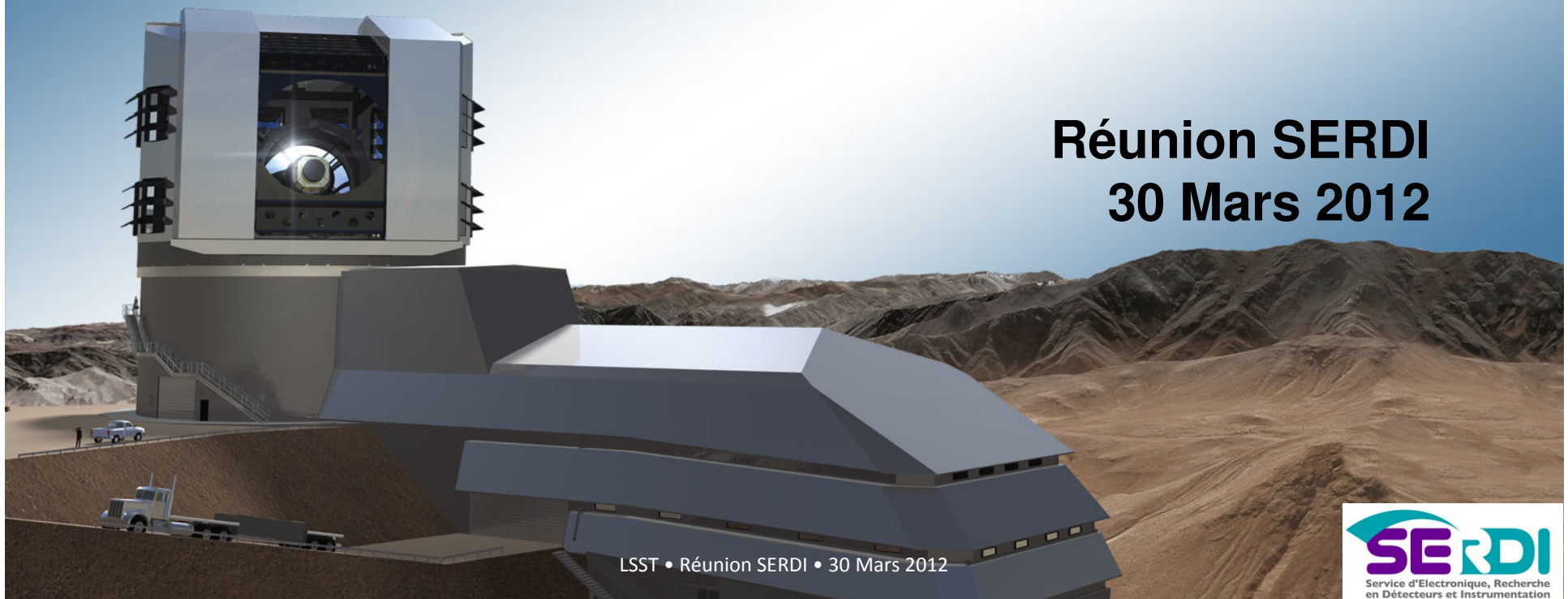


# Large synoptic Survey Telescope: “the widest, fastest, deepest eye of the new digital age” ...

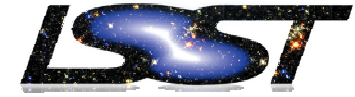
Vanessa Tocut

Réunion SERDI  
30 Mars 2012



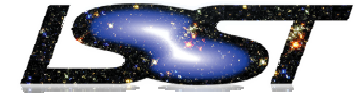
# Un nouveau télescope: pourquoi?

---



- WIDE (large)
  - LSST sera un télescope à grande ouverture et large champ, équipé d'une caméra de 3200 Mpixel pour l'observation des objets astronomiques de faible luminosité.
- FAST (rapide)
  - LSST devra parcourir rapidement le ciel profond, suivre des objets qui bougent ou changent : de l'explosion de supernovae aux astéroïdes orbitant près de la Terre.
- DEEP (profond)
  - LSST devra cartographier des milliards de galaxies, sonder l'univers à la recherche de la matière noire et de l'énergie noire.

# Un nouveau télescope: où?

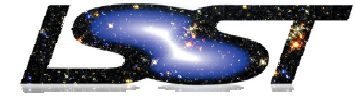


Chili – site de Cerro Pachon situé à 2680 m d'altitude  
et reconnu pour ses nuits claires et son faible taux d'humidité

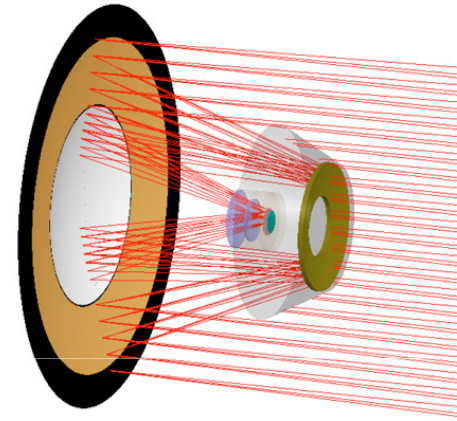
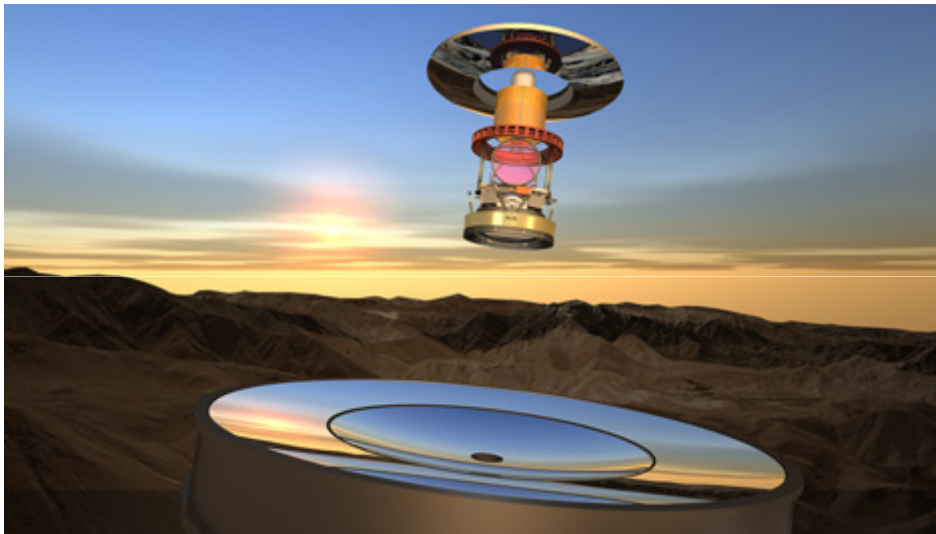




# Un nouveau télescope: comment?



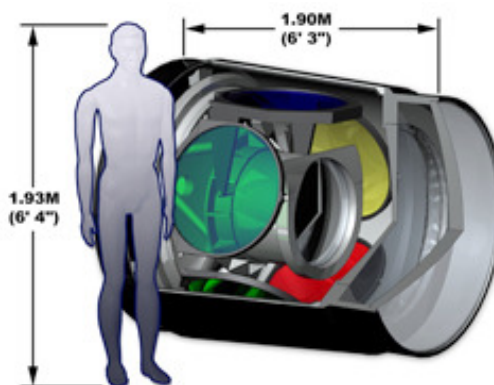
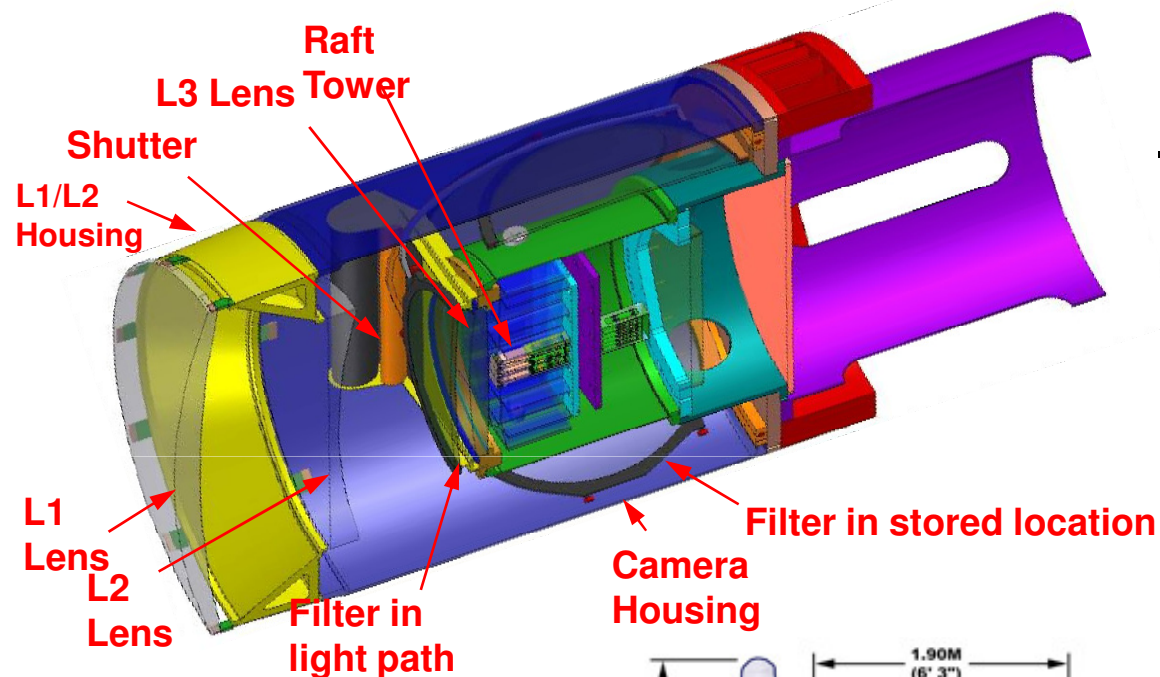
- télescope de type Paul-Baker: optique très compact
- 3 miroirs focalisent la lumière: miroirs primaire et tertiaire concentriques
- 3 lentilles de correction de champ sur la camera



## Miroir primaire:

- 8m de diamètre

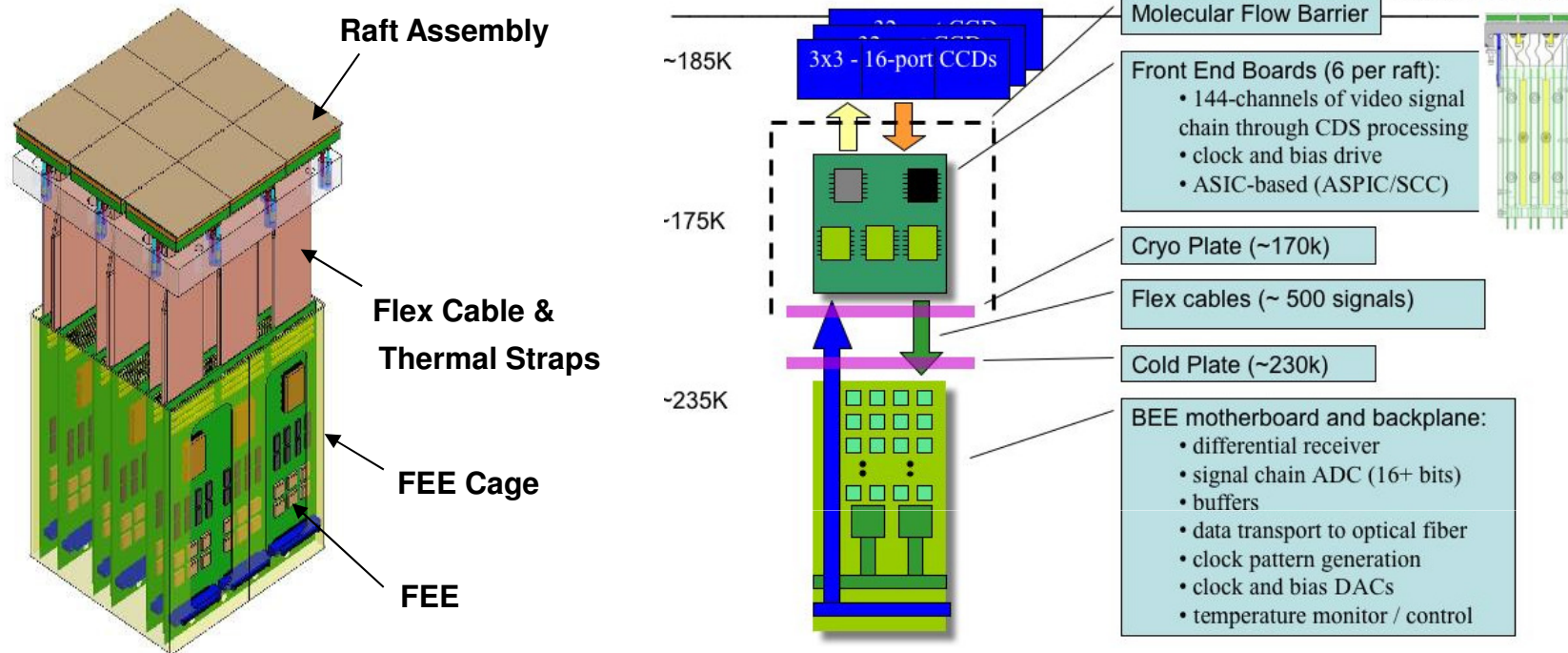
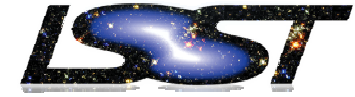
# Un nouveau télescope: comment?



## Plan focal LSST:

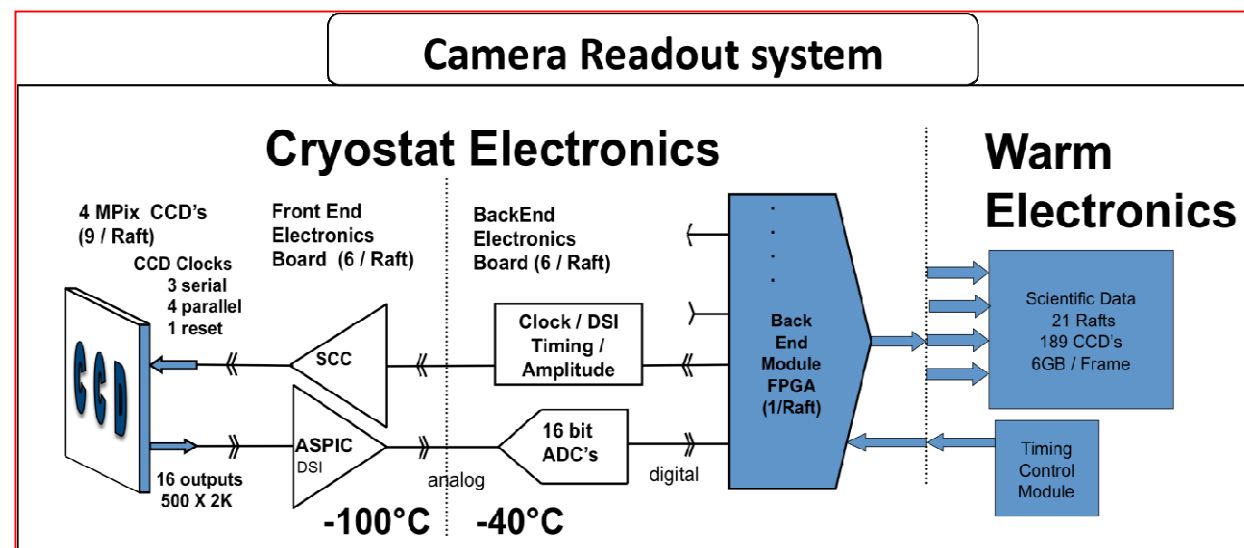
- Mosaïque de CCD de 16M pixels pour un total de 3.2G pixels
- CCD segmentés: 16 sorties / CCD opérant à 550kHz
- Gain prévu de  $3\text{-}5 \mu\text{V}/e^-$  avec une capacité totale de 200.000  $e^-$

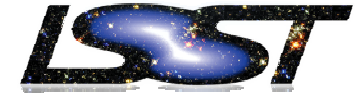
# Système d'acquisition vidéo



RAFT TOWER

3024 voies d'électronique

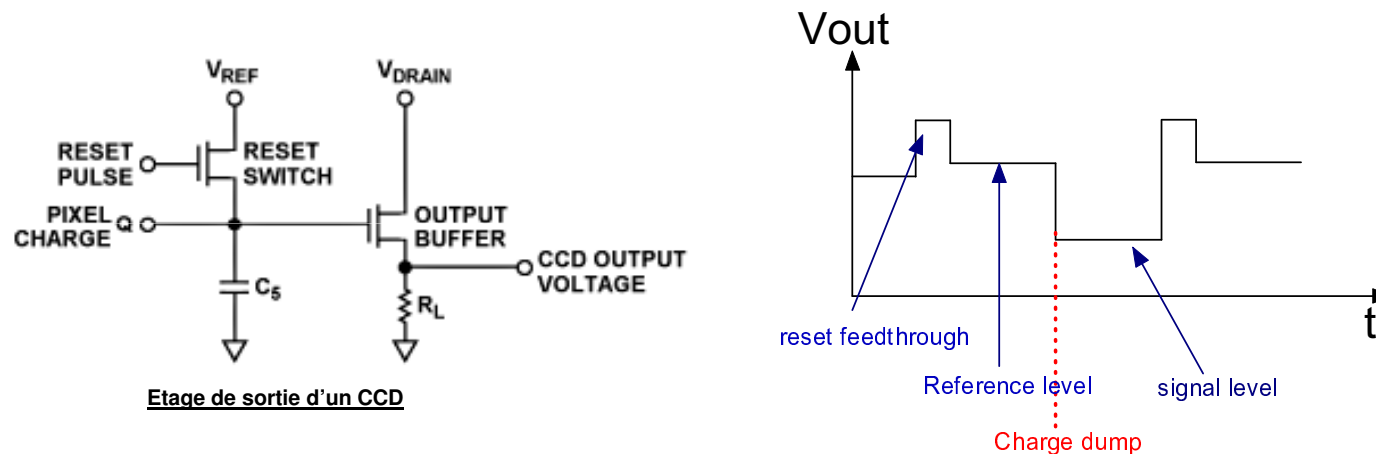




- Température de fonctionnement: **173K**
- Vitesse de lecture des CCD: **550kHz**
- Budget puissance: **25mW/canal**
- Bruit maximum: **7 $\mu$ V**
- Crosstalk : **10<sup>-4</sup>** level [ 0.01% (goal) - 0.05% (max) ]
- Gamme dynamique d'entrée: 0 – 400mV
- Linéarité: **0.5%**

# ASPIC: Integration double rampe

- **Signal de sortie d'un CCD = signal de faible niveau:**
  - chaque photo-électron produira quelques  $\mu\text{V}$ .
- **Forme du signal complexe – nécessité d'un timing précis**



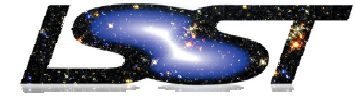
Le traitement de l'image doit se faire en lisant le niveau de référence et le signal

➤ La différence de ces signaux donnera le nombre d'électrons du pixel lu

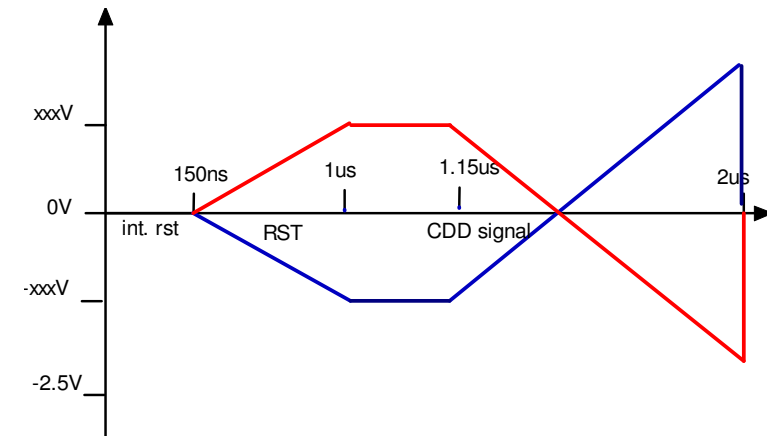
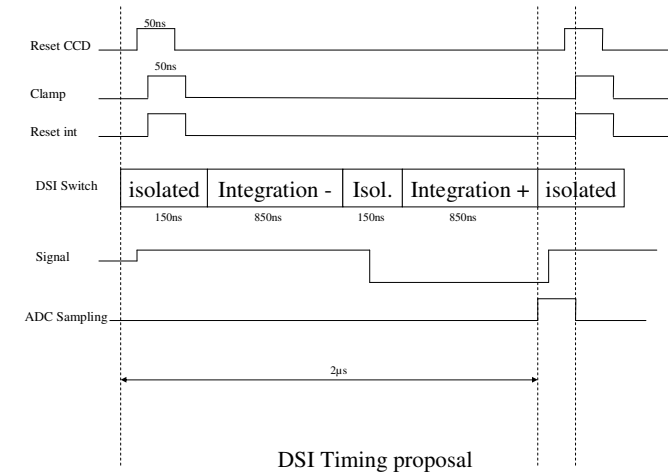
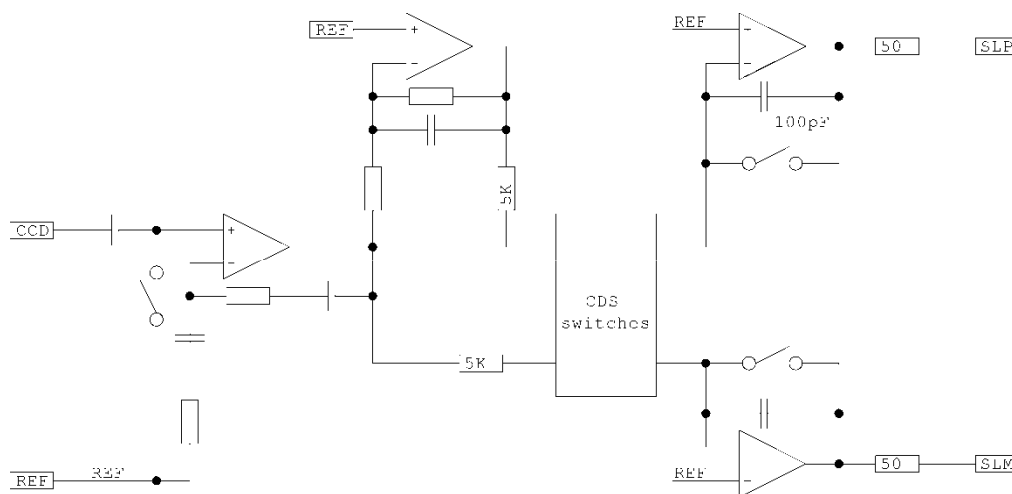
➤ **Technique: Correlated Double Sampling**



# ASPIC: Integration double rampe

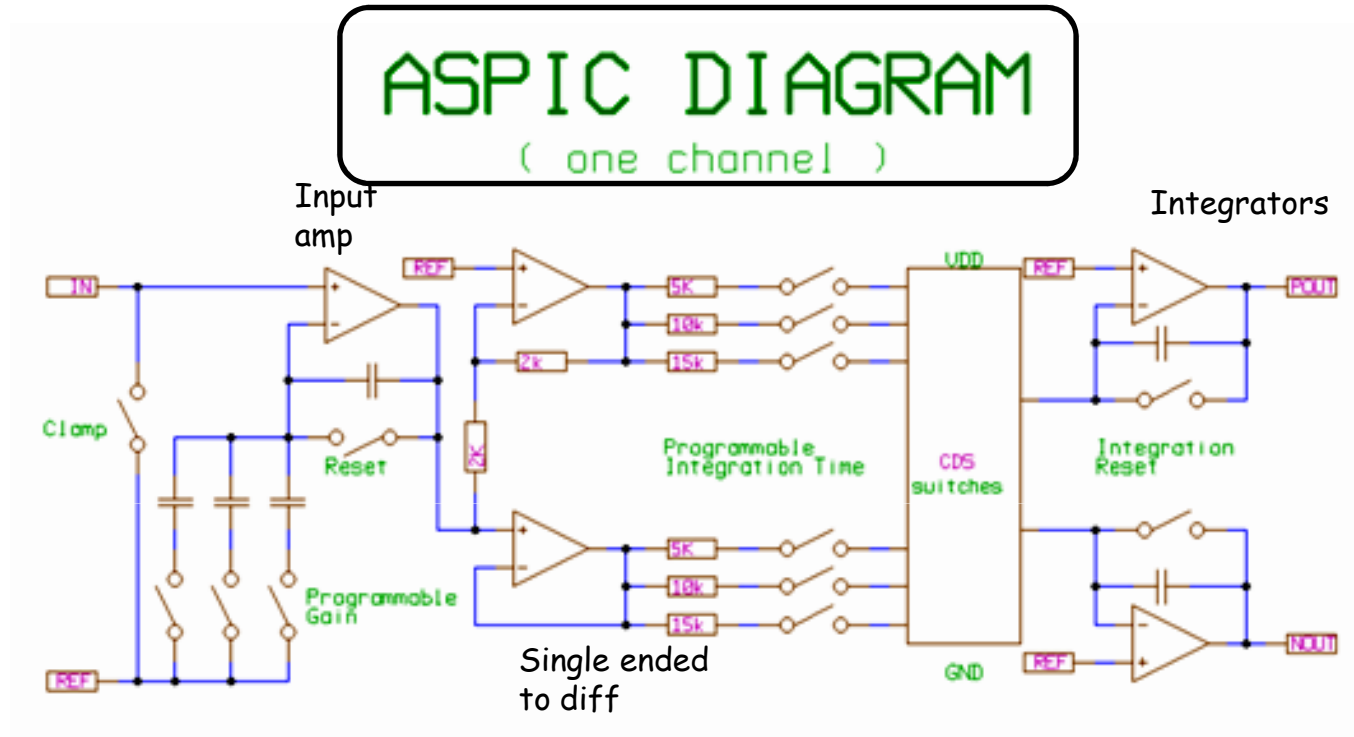
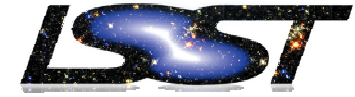


- Dual Slope Integrator



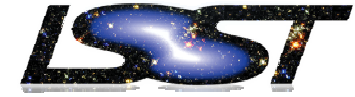
- Suppression automatique du bruit de reset des CCD
- Utilisé dans SNAP: *A low power, wide dynamic range multigain signal processor for the SNAP CCD* – JP Walder et Al. – NSS Oct 2004.

# ASPIC II : schéma de principe



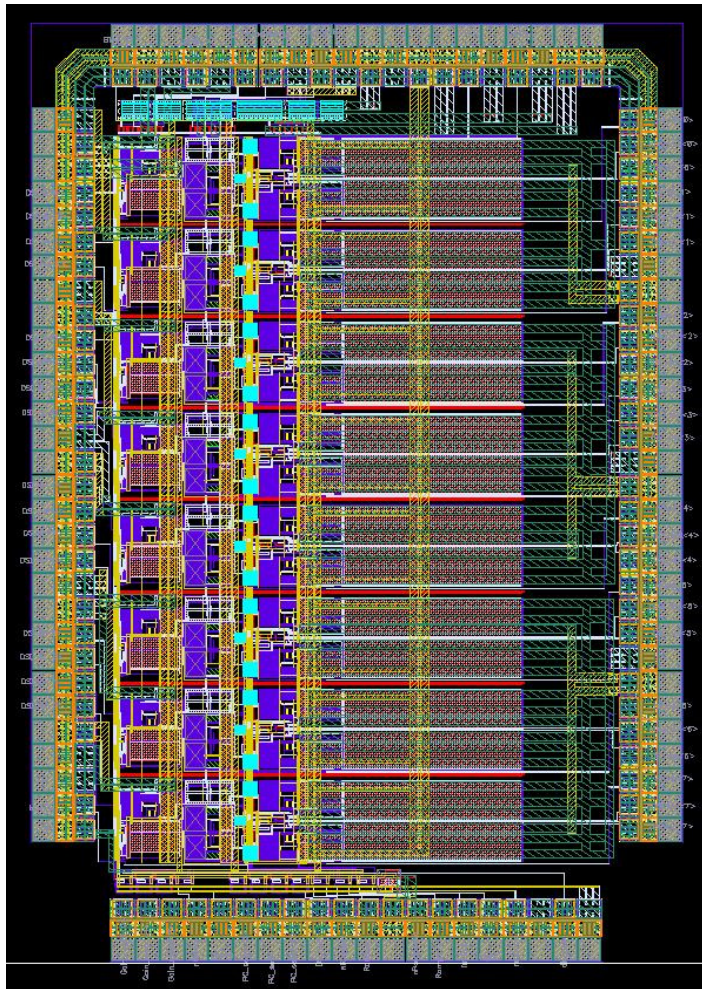
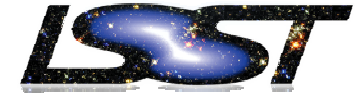
- **3 gains programmable:** 2.5 – 5 – 7.5  
↳ Prise en compte de la dispersion de gain dans les CCD
- **3 constantes d'intégration programmables:** 500ns – 1µs – 1.5µs  
↳ Prise en compte de timing différents
- **mode repos:** réduction de la puissance consommée d'un facteur 1000 pendant les temps d'exposition

# ASPIC II : performances



	Spec nominales	Résultats
Puissance dissipée @ 173K	25mW	25mW (with extra bias) (2mW in idle mode)
Gain	5	6
linéarité	0.5%	0.3%
Bruit @ 173K – Gain 5	7 $\mu$ v	4.8 $\mu$ V (5.9 $\mu$ V @ 296k)
Bruit @ 173K – Gain 2	Pas de Specs	6 $\mu$ V (8.8 $\mu$ V @ 296k)
Crosstalk	0.05% max (0.01% goal)	0.02%

# ASPIC II



- Techno : CMOS 0.35 $\mu$ /5V
- Vendeur : AMS
- Encapsulation:
  - CQFP100
  - QFN100
- 8voies DSI

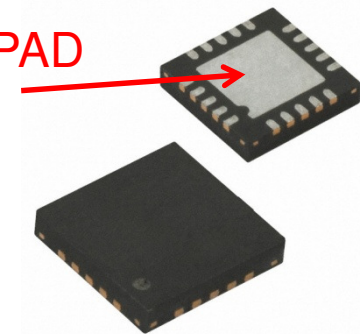
QFP Package



	Meas.
Noise @ -100°C	5.7 $\mu$ V

QFN Package

Thermal PAD

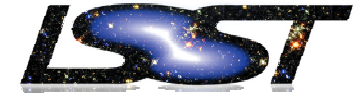


	Meas.
Noise @ -100°C	4.8 $\mu$ V



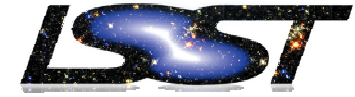
√

# ASPIC III : nouveaux objectifs & spécifications

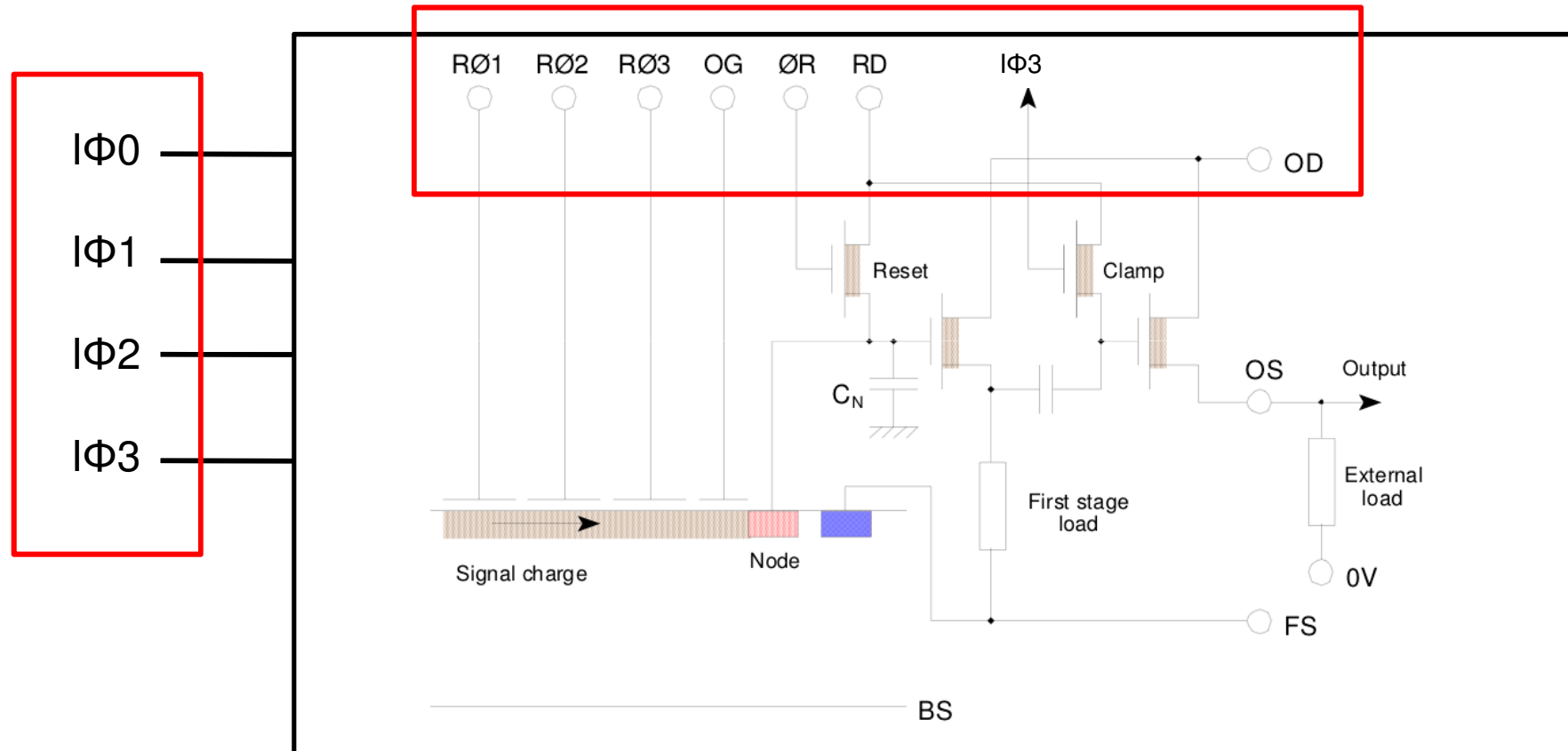


	spécifications
temperature de fonctionnement	173 K
Puissance @ 173K	25mW
CCD full Well	e2v:150 – 200 ke- : nominal 180ke- ITL: 70 – 90 ke- : nominal 90 ke-
Gain CCD	e2v: 5.75 $\mu\text{V}/\text{e}^-$ ITL : 5.5 $\mu\text{V}/\text{e}^-$
Gain	1.7-6
Vitesse de lecture des CCD	0.1- 1 MHz 550 kHz nominal
Linéarité	0.5%
Noise @ 173K	Moins de 2 e- soit 10 $\mu\text{V}$

# CABAC: Clock And Bias Asic for CCD



## Transfert de charges et alimentation d'un CCD: principe



# CABAC: Clock And Bias Asic for CCD

## Caractéristiques des CCD

### OD & Biases

Back substrate  
Front substrate  
Guard  
Output Drain  
Output Gate  
Reset Drain  
Test inject source  
Test injectgate

e2v CCD250		ITL/STA1920A		HPK S10892-03			
				-	<u>expose</u>	<u>readout</u>	<u>erase</u>
BS	-70	BB	-10	VBB	50	30	0,2
FS	0	SUB	0	VGR	0	0	0
GD	30	SC	16	-	-	-	-
VOD	30	OD	27	VOD	-5	-20	-5
VOG	2	OG	-2	VOG	-5	-5	-5
VRD	18	RD	15	VRD	-5	-12	-5
-	-	-	-	VISV	-5	-12	-5
-	-	-	-	VIGV	0	0	0

### Clocks

Parallel  
Serial  
Reset Gate  
Summing Well  
Transfer Gate

HI	LO	HI	LO	HI	LO	erase
9	0	4	-11	-5	3	6
10	0,5	4	-4	-6	3	6
9	0	10	-2	-6	5	
-	-	4	-4	-6	5	
-	-	-	-	-5	3	

### Capacitances (estimated)

Parallel per phase  
Serial per phase  
  
RG  
SW  
TG

64 nF	unavailable	25 nF	(2K x 1K device)
320 pF	unavailable	50 pF	
unavailable	unavailable	10 pF	
- -	- -	10 pF	
- -	- -	100 pF	

← baseline

# CABAC: Clock And Bias Asic for CCD

---

- OD & Biases:
  - 2 OD : 8 bits pour des niveaux programmable de 13 à 36V, 16 mA sur une charge de :  $100\Omega + .1\mu F$
  - 1 RD : 8 bits pour des niveaux programmable de 13 à 36V, sur une charge de  $1k\Omega + .1\mu F$
  - 1 GD : 8 bits pour des niveaux programmable de 13 à 36V, sur une charge de  $1k\Omega + .1\mu F$
  - 1 OG : 8 bits pour des niveaux programmable de 0.1 à 4.8V, sur une charge de  $1k\Omega + .1\mu F$
- Clocks :
  - 4 parallèles: 8 bit pour la programmation du courant jusqu'à 300mA sur  $\Delta V = 20V$  max
  - 4 séries: 8 bit pour la programmation du courant jusqu'à 16mA max



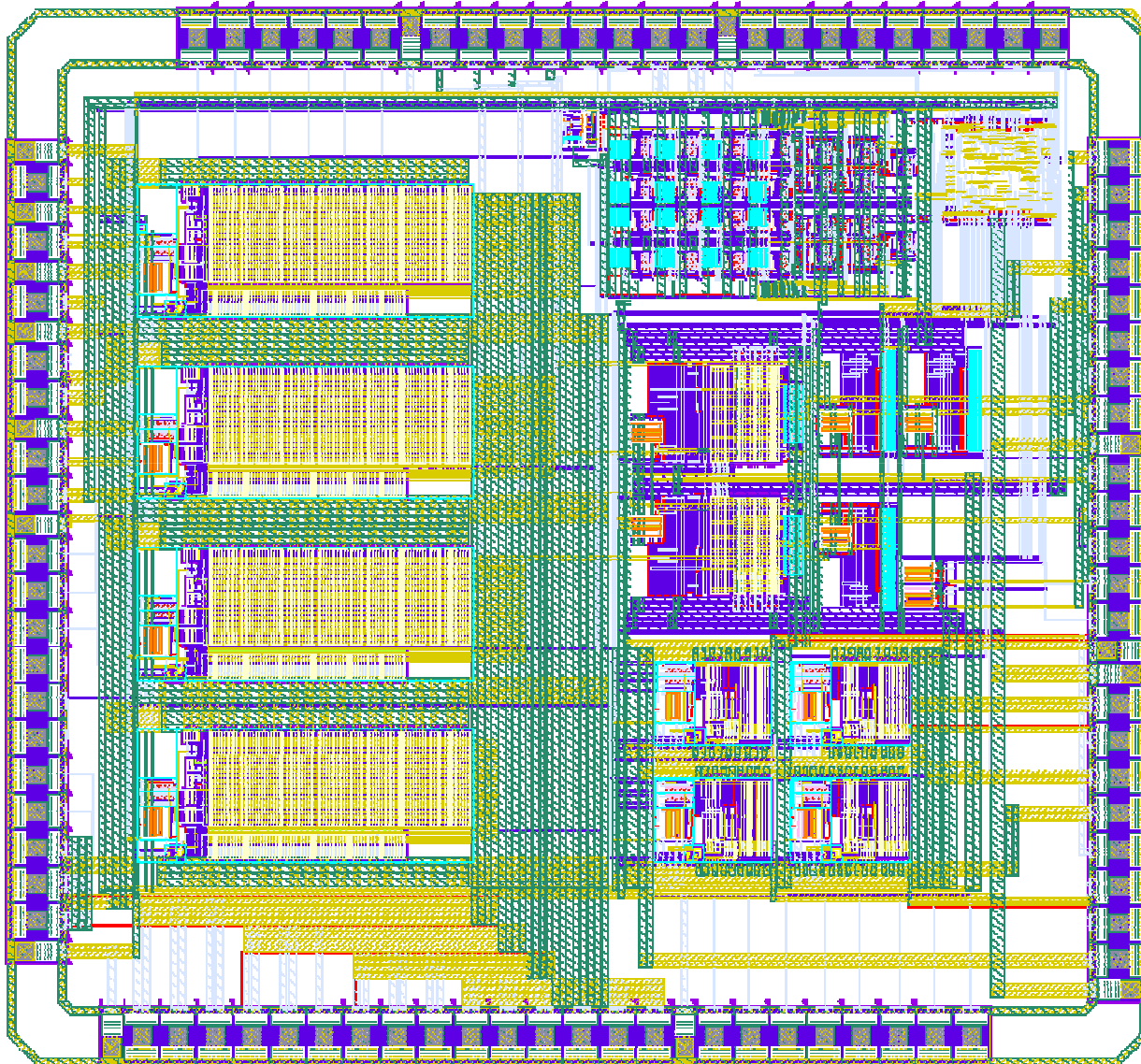
# CABAC: Clock And Bias Asic for CCD

- **Process** : AMS CMOS 0.35 $\mu$ m 50V, H35B4D3
- **Paramètre spécifique Life Time Accelerator (LTacc)**  
 $\Rightarrow$  durée de vie du composant = 10 years/Ltacc en fonction de Vgs

HV NMOS Transistors	Device name	max. VGS [V]	max. VDS [V]	max. VGB [V]	max. VDB [V]	max. VSB [V]	LTacc	Device length [ $\mu$ m]	Note
High voltage NMOS with thin gate oxide	NMOS50T	1.8	34	3.6	50	3.6	100	0.5	Q1,Q3,Q4
		0.8	50				600		
		1.0	20	1.2	20		1	2.5	Q2,Q3,Q4
		3.6 (5)	50 (55)	3.6 (5)	50 (55)		2000	0.5	Q1,Q3,Q4
High voltage NMOS with mid-oxide	NMOS50M	5.5 (7)	50 (55)	5.5 (7)	50 (55)	5.5 (7)	100	0.5	Q1,Q3,Q4
		1.3		1.3	20		1	3.0	Q2,Q3,Q4

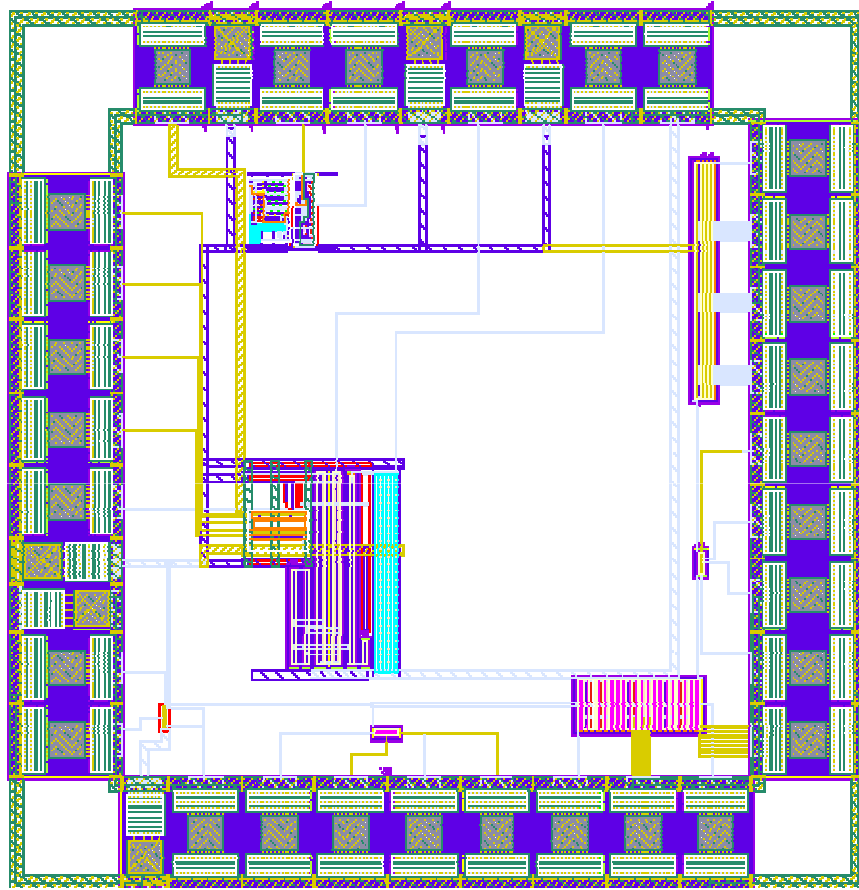
- Durée de vie à -120°C: aucune garantie du fondeur

# CABAC: Clock And Bias Asic for CCD



Surface :  $\sim 36\text{mm}^2$   
Prix: 40 keuros

# Test\_0: un galop d'essai

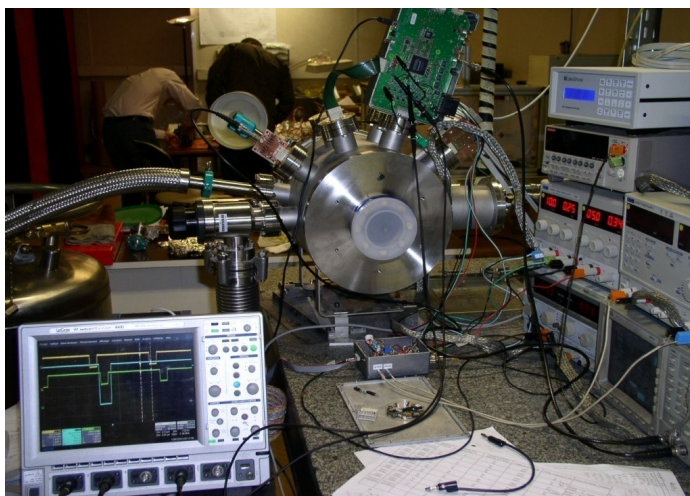


- 1 bloc d'alimentation
- 1 bloc de mesure de la température
- 6 transistors haute tension 20V – 50V

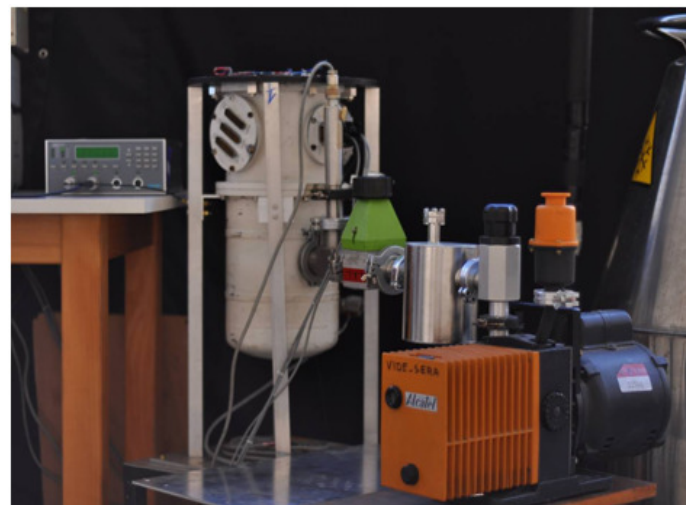
Surface : 5mm<sup>2</sup>

# ASPIC & CABAC: Bancs de tests

Voir présentation de Jimmy cet automne



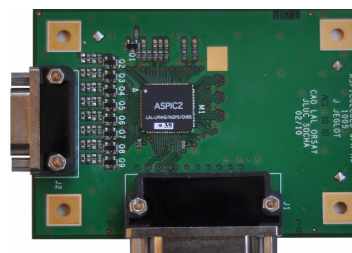
**LPNHE**



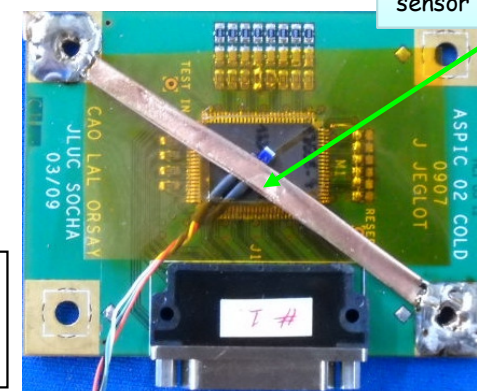
**LAL**



**LAL Cryostat**



**ASPIC  
Test Board**



Temperature  
sensor



# Perspectives: 1 seule carte d'acquisition

## 7cm réservé pour le frein thermique

ASPIC et Source de courant =  $\sim 1.22\text{W}$  à  $-120^\circ\text{C}$

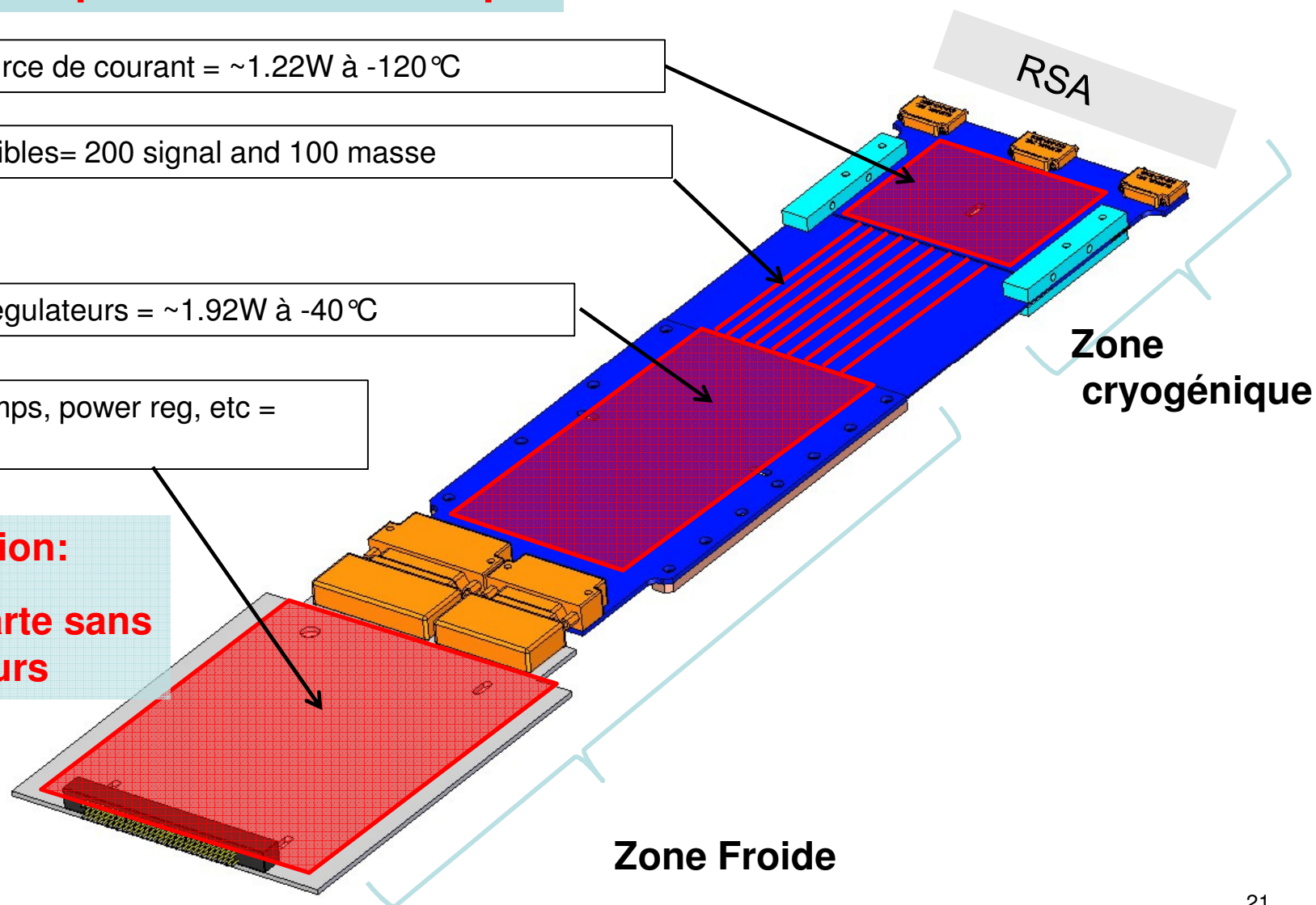
Pistes disponibles = 200 signal and 100 masse

CABAC et Regulateurs =  $\sim 1.92\text{W}$  à  $-40^\circ\text{C}$

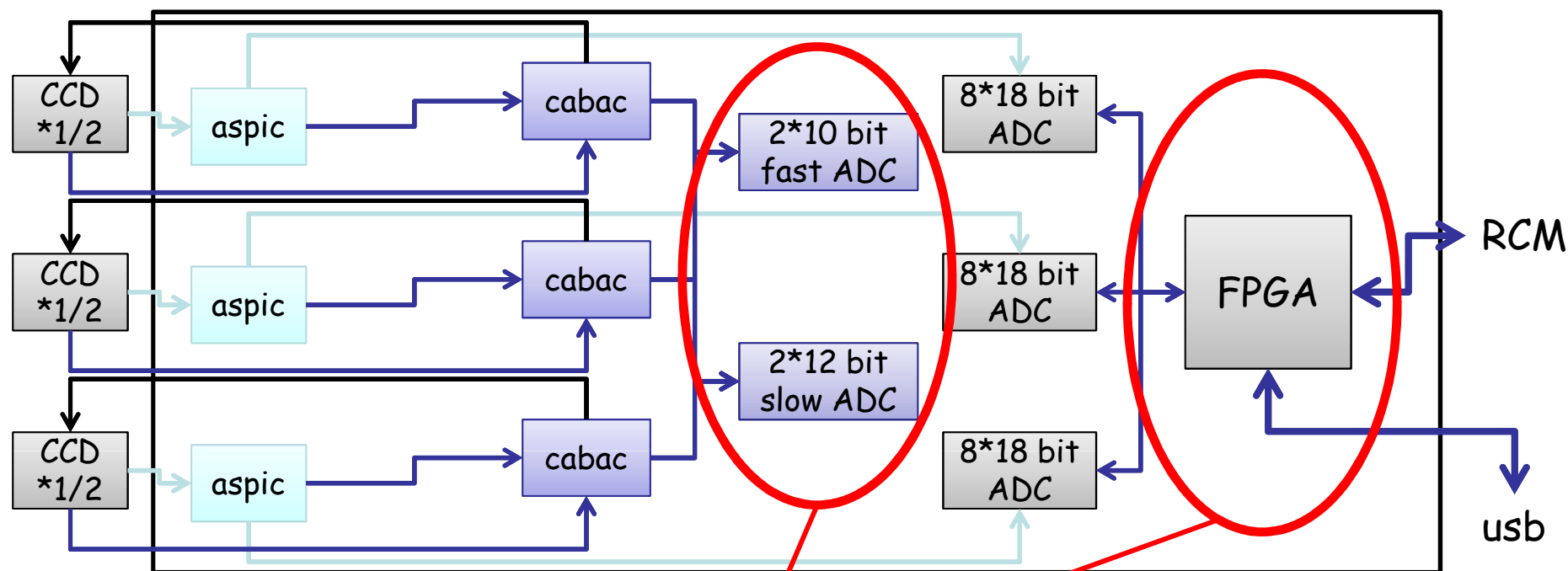
ADC's, diff amps, power reg, etc =  $\sim 3.47\text{W}$

### Autre Option:

1 seule carte sans connecteurs



# Perspectives: diagnostic sur site ou en test



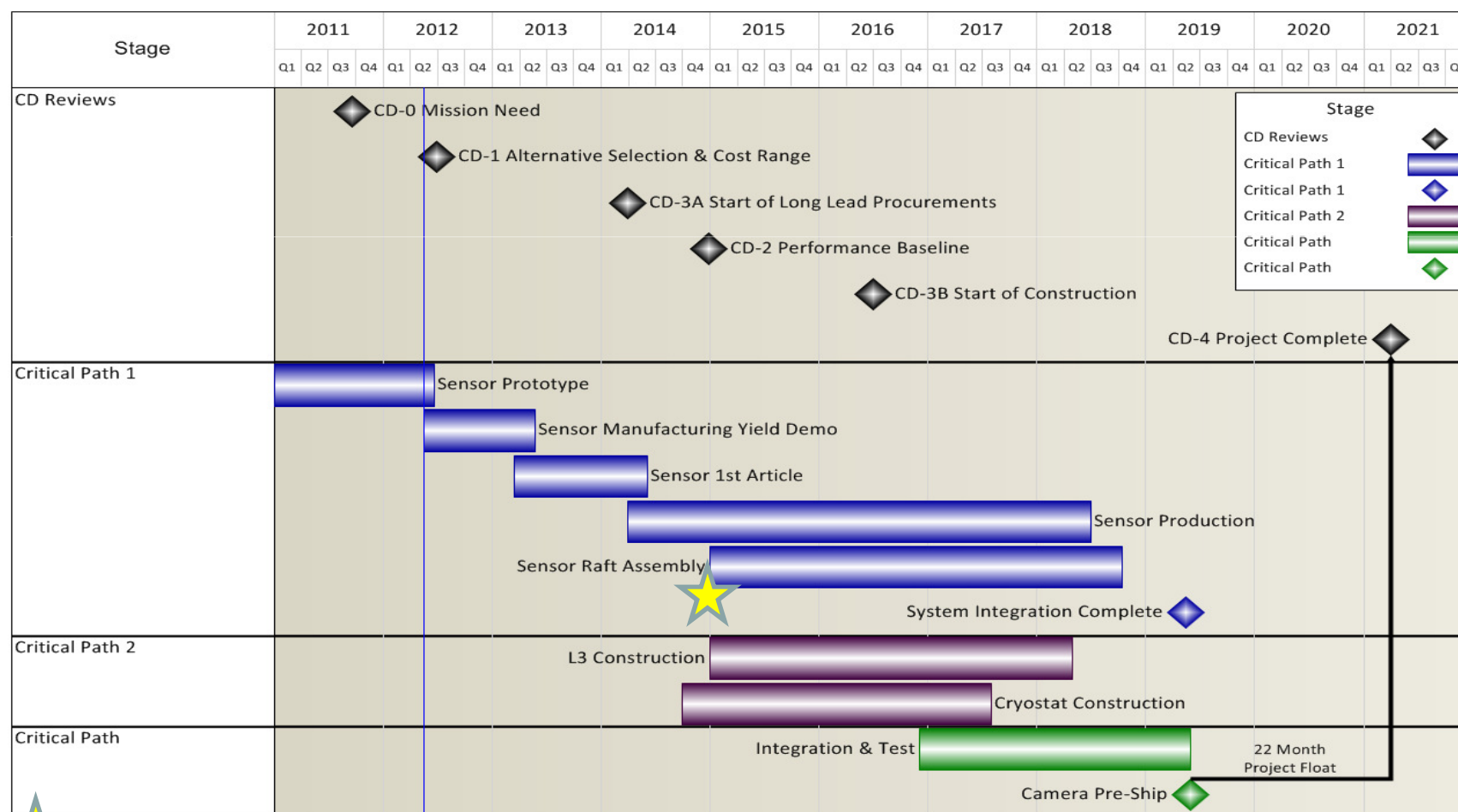
- ADC rapides:
  - visualisation des horloges: front s& niveau
  - Visualisation du signal des CCD en mode direct
- ADC lents: contrôle des tensions d'alimentation



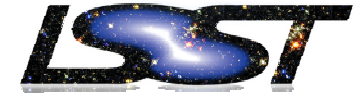
# Calendrier

- Avril 2012: soumission CABAC – 2 prototypes prévus
- Juillet 2012: soumission ASPIC III – dernier prototype
- Avant Juillet 2012: lecture d'un CCD LSST avec ASPIC II

## Planning Camera



★: Electronique finie!



## ➤ Electronique:

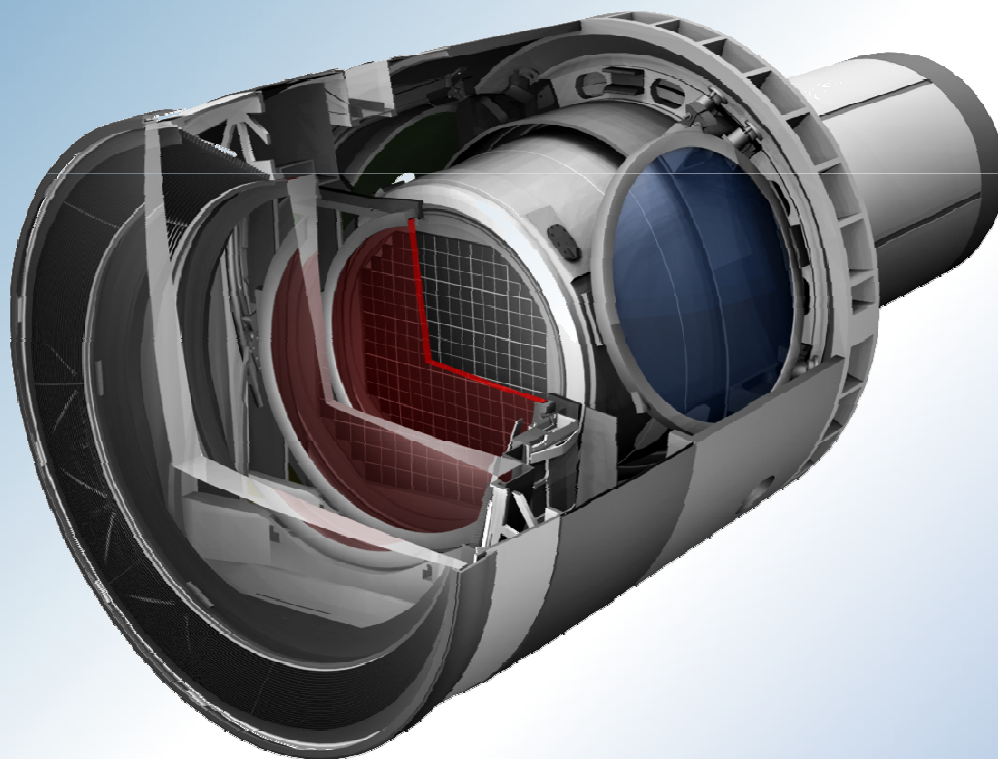
- Vanessa Tocut (resp.): conception – 40%
- Jimmy Jeglot: tests – 100%
- François Wicek: tests - ~10 à 15%
- Groupe CAO & câblage

Support de groupe détecteur (Cyril Bazin – Jean François Vagnucci) et du groupe vide (SDTM)

## ➤ Science (étude de l'énergie noire):

- Marc Moniez (resp.)
- Reza Ansari
- Jean Eric Campagne





**End**