### The Cherenkov Telescope Array

Prof. T. Montaruli, D. della Volpe, A. Basili, V. Boccone, J. Aguilar-Sanchez F. Cadoux et son equipe, D. La Marra , S. Debieux



UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Fête de fin d'année 2012 du DPNC Mardi 18 décembre 2012

cherrenkav telescope array

an observatory for ground-based gamma-ray astronomy



#### an observatory for ground-based gamma-ray astronomy

#### **1000** members working in 27 countries





UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Fête de fin d'année 2012 du DPNC Mardi 18 décembre 2012 L'Univers peut être observé dans tout le spectre électromagnétique, car il contient des objets qui produisent toutes les sortes de radiation.

Le type de radiation dépend de la température des objets astronomiques et des interactions des radiations primaires produites.

#### ...les ondes radio

... le rayonnement infrarouge

#### ... la lumière visible



rayon gamma permet l'étude des phénomènes non thermiques



Les VHE rayons gamma sont produits dans les phénomènes les plus énergiques et violents de l'univers

Les VHE rayons gamma sont, jusqu'à présent, les

parviennent à travers un chemin déterminable:

messagers les plus énergiques qui nous

nous explorons la structure du milieu

intergalactique:

Étude de la propagation dans le milieu cosmique

Etude des sources

Very Tres High Haute Energy Energie

Neutrino

## Les VHE Rayon y

Le rayonnement électromagnétique d'énergie la plus haute de notre Univers

Particules stables
→ distances cosmologiques
→ Interagissez suffit pas d'être «facilement» détectés
→ détecteurs modestes et simples

Particules neutres

→ pas déviés par les champs magnétiques cosmiques
→ permet de localiser et identifier la source d'une grande précision

### Émission de lumière Cherenkov







source stationnaire

Vitesse source inférieur Vitesse de la lumière Vitesse source supérieure Vitesse de la lumière

### Émission de lumière Cherenkov



#### Lumière Cherenkov dans le réacteur nucléaire





Piscine de Stokage dand une réacteur nucléaire

The Advanced Test Reactor (ATR) @ Idaho National Laboratory.

#### "douche"

gerbes de particules secondaires provoquées par l'entrée de photons gamma de très haute énergie dans la haute atmosphère

#### Technique d'observation du télescope Cherenkov

~10 km

120 m

- 0

#### "douche"

gerbes de particules secondaires provoquées par l'entrée de photons gamma de très haute énergie dans la haute atmosphère

#### Technique d'observation du télescope Cherenkov

~10 km

Intensité de l'image
→ Énergie de la "douche"
Orientation de l'image
→ Diretion de la "douche"
Forme de l'image
→ Particules primaires



- ★ meilleure réjection de fond
- ★ meilleure résolution angulaire
- ★ meilleure résolution énergétique



### The Cherenkov Telescope Array

## Sensibilité de CTA



CTA doit augmenter la sensibilité des détecteurs actuels d'un ordre de magnitude, améliorer les capacités en résolution angulaire et étendre le domaine spectral d'environ 10 GeV jusqu'au delà de 100 TeV.



LST



ę





## Le group DPNC est responsable de la detecteur des $\gamma$

# The Davies-Cotton SST

#### la technique mieux établie pour détecter les photons fait usage de la Photomultiplicateur





gain: 10<sup>6</sup>÷10<sup>7</sup> @supply voltages of ~ 1 kV fast response time: hundreds of ps collection efficiency: 70 ÷ 90 % large dynamic range: 10<sup>6</sup>



vacuum tube technology (bulky shape) operates at high voltages:  $1 \div 2 \, kV$ small quantum efficiency: affected by magnetic fields: B <  $10^{-3} \, T$ 

#### Le du DPNC groupe a proposé d'utiliser une solution plus innovante et moins cher: Silicon Photomultiplier

solid state technology: robust, compact, mechanically rugged and less expensive high quantum efficiency high internal gain of 105÷106

- large standardized output signal
- / high sensitivity for single photons
- excellent timing even for single photo electrons (<< 1ns) © good temperature stability

devices operate in general < 100V no nuclear counter effect (due to the standardized output)





BINARY DEVICE – one knows there was at least one electron/hole initiating the breakdown but not how many of them !!!!!



# Un déjà-vu





# Un déjà-vu



#### **Tubes/Lampes**



Transistor

# Un déjà-vu



#### **Tubes/Lampes**

### Transistor

POWER

2-BAND RADIO

#### **The Future**

### The Photon Detection Plane (PDP)



- Hexagonal Design
- Using Winston cones



- Innovative hexagonal SiPM design
- Size matches the Flashcam module design





## CTA Project Organigram

cherchillor telescope unu



Title	Start	End	Duration	2012	2013	
▼ 1) Telescope Structure and Drive	8/2/12	12/31/13	> 73.75w			
▼ 1.1) Telescope Structure Design	8/2/12	3/29/13	< 34.5w			
<ul> <li>1.1.1) Mechanical Design</li> </ul>	8/2/12	3/29/13	< 34.5w			
1.1.2) FEA Analysis	8/2/12	12/31/12	> 21.5w			
<ul> <li>1.1.3) Design Consultation with Industrial Partner</li> </ul>	1/1/13	3/29/13	> 12.75w	-		
1.1.4) Cost Calculation	3/15/13	3/29/13	< 2.25w			
* 1.1.5) Final Design	3/29/13	3/29/13			- A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	
▼ 1.2) Drive System	8/27/12	7/23/13	< 47.5w			
<ul> <li>1.2.1) Torque Calculation</li> </ul>	8/27/12	9/21/12	4w	$\bigcirc$		
<ul> <li>1.2.2) Drive Selection</li> </ul>	9/25/12	1/4/13	> 14.75w			
+ 1.2.3) Call for Tender	1/21/13	1/21/13			$\diamond$	
<ul> <li>1.2.4) Drive System Delivery</li> </ul>	3/22/13	3/22/13			· 🔶	
<ul> <li>1.2.5) Testing of Drive System at IFJ PAN</li> </ul>	3/22/13	7/23/13	> 17.5w			
▼ 1.3) Telescope Construnction	4/1/13	12/31/13	< 39.5w			
<ul> <li>1.3.1) Call For Tender</li> </ul>	4/1/13	4/22/13	< 3.25w		Ď	
▼ 1.3.2) Structure Construction	4/23/13	12/31/13	> 36w			
<ul> <li>1.3.2.1) Foundation at IFJ PAN</li> </ul>	4/23/13	7/1/13	10w			
<ul> <li>1.3.2.2) Structure Contruction at Producer Site</li> </ul>	4/23/13	10/22/13	< 26.25w			
<ul> <li>1.3.2.3) Transport of Structure to IFJ PAN</li> </ul>	10/23/13	10/31/13	< 1.5w		Ď,	
<ul> <li>1.3.2.4) Assembly of the Structure and Drive</li> </ul>	11/1/13	12/31/13	8.5w		[ 📛 ]	
System At IFJ PAN						
<ul> <li>1.3.3) Preliminary Commissioning and Functional Tests at IFI PAN</li> </ul>	12/2/13	12/31/13	< 4.5w			
▼ 2) Mirror	8/1/12	4/14/14	> 88.5w	ī.		
<ul> <li>2.1) Mirror R&amp;D and gualification</li> </ul>	8/1/12	11/1/13	> 65.5w		)	
2.2) Mirror Order	11/4/13	11/29/13	4w	-		
<ul> <li>A 2.3) Mirror shipment</li> </ul>	1/31/14	1/31/14				3
2.4) Mirror QC	2/3/14	3/3/14	< 4.25w			ò
2.5) Actuator and alignment Oualification	1/1/13	6/28/13	> 25.75w			
2.6) Actuator Solution Decision	4/2/13	4/2/13	. 25.75W			
2.7) Actuator Order	7/1/13	8/1/13	> 4.75w		× 1	
2.8) Actuator Shippent	1/6/14	1/6/14			T A	
2.9) Actuator OC	1/7/14	4/11/14	> 13.75w			
	4/14/14	4/14/14	- 13./ JW			1
System	.,,	., = ., = 7				
▼ 3) Camera	10/1/12	4/17/15	133w			
▼ 3.1) Sensor (1300)	12/11/12	11/14/13	> 48.5w			
<ul> <li>3.1.1) Sensor Qualification</li> </ul>	12/11/12	5/27/13	24w	i i		
<ul> <li>3.1.2) Sensor Order (1300 pcs)</li> </ul>	5/28/13	6/24/13	4w		[🍎]	
+ 3.1.3) Sensor Shipment	7/26/13	7/26/13			<b></b>	
<ul> <li>3.1.4) Sensor verification</li> </ul>	7/26/13	11/14/13	16w			
<ul> <li>3.1.5) 12 Sensor verification</li> </ul>	7/26/13	8/22/13	4w		i i i i i i i i i i i i i i i i i i i	
<ul> <li>3.1.6) 144 sensor verification</li> </ul>	8/23/13	11/14/13	12w		[	
▼ 3.2) Front-end	12/11/12	11/11/13	48w	l l		
<ul> <li>3.2.1) Front-end qualification And prototype</li> </ul>	12/11/12	7/8/13	30w	į.		
<ul> <li>3.2.2) FlashCam Integration</li> </ul>	5/10/13	8/15/13	14w			
<ul> <li>3.2.3) Final front-end design</li> </ul>	8/1/13	8/28/13	4w			
3.2.4) Front-end Order	8/29/13	9/25/13	4w			
+ 3.2.5) Front-end shipment	10/14/13	10/14/13				
<ul> <li>3.2.6) Front-end Assembly</li> </ul>	10/14/13	11/8/13	4w			
* 3.2.7) Final Front-end ready	11/11/13	11/11/13				
▼ 3.3) Winston Cones	10/1/12	12/17/13	< 63.25w			
3.3.1) Cone Design	10/1/12	2/15/13	20w			
• 3.3.2) Cone Preproduction & Qualification	2/18/13	8/2/13	24w			
• 3.3.3) Cone order	8/5/13	8/30/13	4w			
3.3.4) Cone Mass production	9/16/13	11/8/13	8w			
• 3.3.5) Come Mass Qualification and Test	10/17/13	12/11/13	8w			
+ 3.3.6) Winston Cone	12/17/13	12/17/13				
▼ 3.4) 12 pixels Module PDP	8/27/13	11/25/13	13w			
3.4.1) Module Assembly	8/27/13	9/9/13	2w			
3.4.2) Module Oualification	9/10/13	9/30/13	 3w			
* 3.4.3) Module readv	9/30/13	9/30/13	5.		' 👗	
3.4.4) Module Test-Bench	10/1/13	11/25/13	Star			
▼ 3.5) 144 pixels Module PDP	11/15/13	8/7/14	38w			
3.5.1) Module Assembly	11/15/13	1/9/14	Suv			
3.5.2) Module Qualification	1/10/14	4/3/14	12w			<u> </u>
* 3.5.3) Module Ready	4/3/14	4/3/14	12W			-
• 3.5.4) Module Test-Rench	4/4/14	8/7/14	1 0			E E
▼ 3.6) Full Camera Prototype	1/1/12	4/17/15	110 75···	1		I.
3.6 1) DDP Machanics design	1/1/12	6/2/12	> 119.75W	l		
<ul> <li>3.6.2) Camera Housing design</li> <li>3.6.2) Camera Housing design</li> </ul>	1/1/12	6/3/13	22W			
3.6.3) Camera Housing Destotung	6/3/12	12/27/12	22W			
<ul> <li>3.6.4) Camera cooling</li> </ul>	5/1/12	5/27/14	50W			
3 6 5) PDP Modulae Accambly	11/11/12	6/6/14	20		× ×	
3.6.6) PDP Modules Assembly	3/10/14	8/22/14	3UW			r
3.6.7) PDP Mechanical Interaction	8/25/14	0/22/14	24W			1
3.6.8) PDP Oublifection	0/23/14	5/15/14 11/14/14	4W			l r
• 3.6.9) PDP and comprainteration	9/22/14	11/14/14	8w			l,
3.0.5/ FUE and camera depletion     2.6.10) Full Camera depletion	12/1/14	4/17/15	2W			l
<ul> <li>S.O.10/ Full camera deployment &amp; lest</li> <li>A 2 6 11) Full prototype Comercia</li> </ul>	12/1/14	4/1//15	20w			
* 3.6.11) Full prototype Camera	4/1//15	4/1//15				
▼ 4) Telescope Integration at IFj PAN	7/3/13	12/26/14	> 77.5w		<u>.</u>	
• 4.1) Cable Routing	7/3/13	12/17/13	24w			
4.2) Mirror Installation	4/14/14	7/4/14	12w			
<ul> <li>4.3) Camera Installation</li> </ul>	12/1/14	12/26/14	4w			
<ul> <li>4.4) Telescope tests</li> </ul>	7/7/14	8/1/14	4w			
v 5) Telescope Installation a CTA	8/4/14	2/13/15	28w			
<ul> <li>5.1) Telescope disassembly</li> </ul>	8/4/14	9/26/14	8w			
<ul> <li>5.2) Telescope Shipment</li> </ul>	9/29/14	12/19/14	12w			
<ul> <li>5.3) Telescope Assembly</li> </ul>	12/22/14	2/13/15	8w			
<ul> <li>5.4) Telescope ready for taking data</li> </ul>	2/13/15	2/13/15				

# Notre Plande travail!

### Merci de votre attention