

# STUDIO MULTILUNGHEZZA D'ONDA DELLE PULSAR – Fermi-XRT-Chandra- XMM

Dr. Marelli Martino

Università degli Studi dell'Insubria

Ottobre 2009

In collab. with A. De Luca, P.A. Caraveo & the LAT Collaboration



INAF



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA  
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS



# Studio multilunghezza d'onda - scopo

1. Ricerca di una controparte :
  - XRT+blind search (scoperte 4 controparti)
  - Chandra+ottico (Morla, J1741)
  - Ricerca di pulsazioni tramite XMM
  - Osservazioni di archivio (J2032)
2. Studio della pulsazione in X con XMM (CTA-1)
  - Come si relaziona alla pulsazione gamma? Regioni di emissione
  - Pulsazione della parte termica dello spettro: visione diretta del polo della pulsar
3. Studio della pulsar wind nebula: in che relazione è con le caratteristiche della pulsar? (CTA-1)
4. Vi sono correlazioni fra  $F_X$  non termico della PSR e  $F_{\text{gamma}}$ ?  $F_X$  della PWN e  $F_{\text{gamma}}$ ? Flussi in funzione dell'età? Altro? Soprattutto, c'è qualche differenza fra pulsar radio-loud e radio-quiet che possa portare ad accettare uno dei modelli di emissione delle pulsar?

# Science

14 August 2009 | \$10

## The Gamma-ray side

Fermi  
Detecting Gamma-Ray Pulsars

AAAS

Launch: June 11, 2008




End of LEO: August 11, 2008

# Fermi/LAT: prestazioni

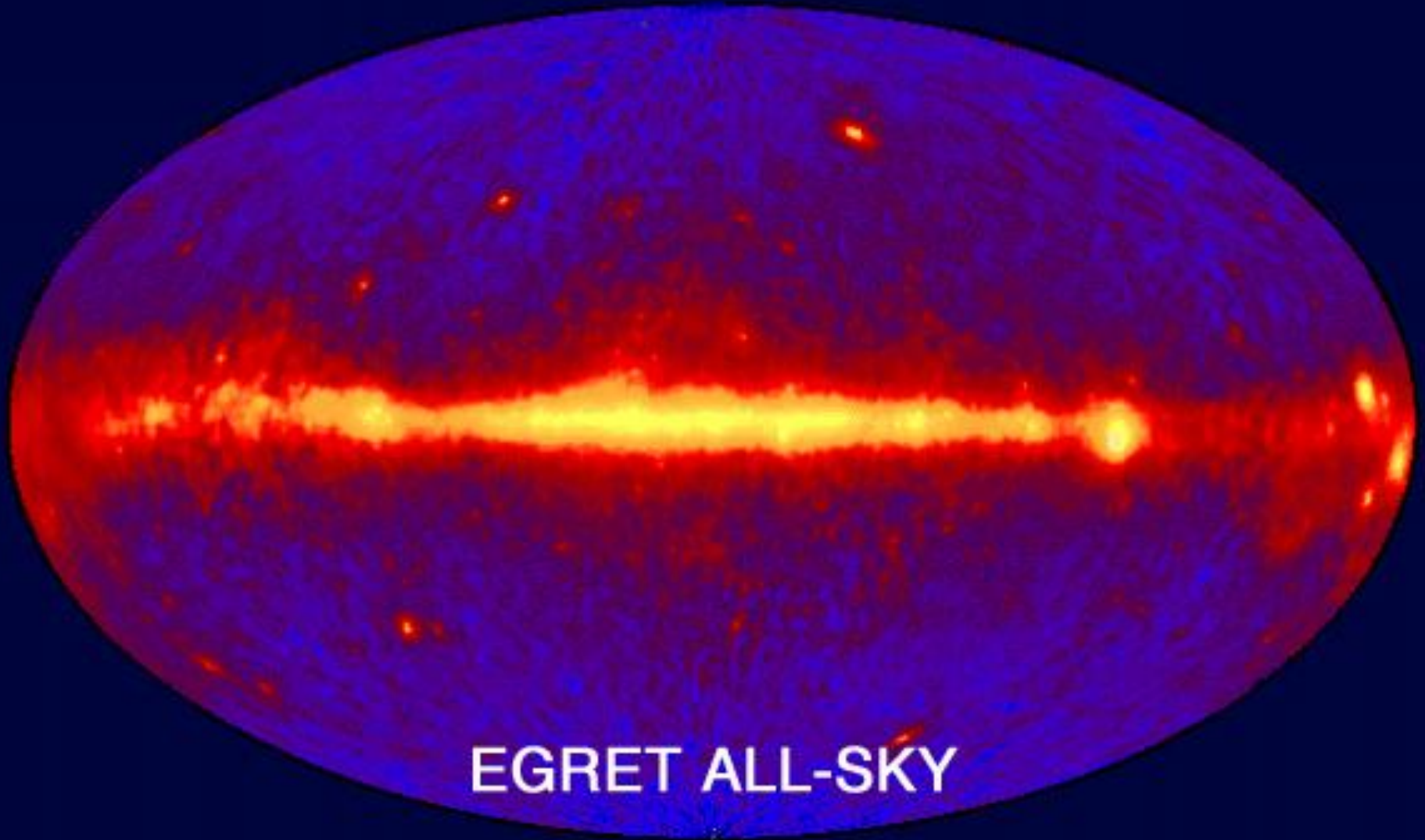
Quantity	Fermi-LAT	AGILE	EGRET
Energy Range	20 MeV - 300 GeV	30MeV – 50 GeV (+X)	20 MeV - 30 GeV
Field of View	> 2 sr	2.5sr	0.5 sr
Angular Resolution	< 2° (100 MeV) < 0.15° (>10 GeV)	3.5° (100 MeV) 1.2° (400MeV)	5.8° (100 MeV)
Deadtime per Event	65μs	200μs	100 ms
Source Location Determination	< 1'	15'	15'
Point Source Sensitivity	$\sim 10^{-8} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (6 months)	$3 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (1 year)	$\sim 10^{-7} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (8 years)
Main Advantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Source localization</li> <li>-- Sensitivity</li> <li>- very large FOV</li> </ul>	- 'lower' energy	- 8 years of mission



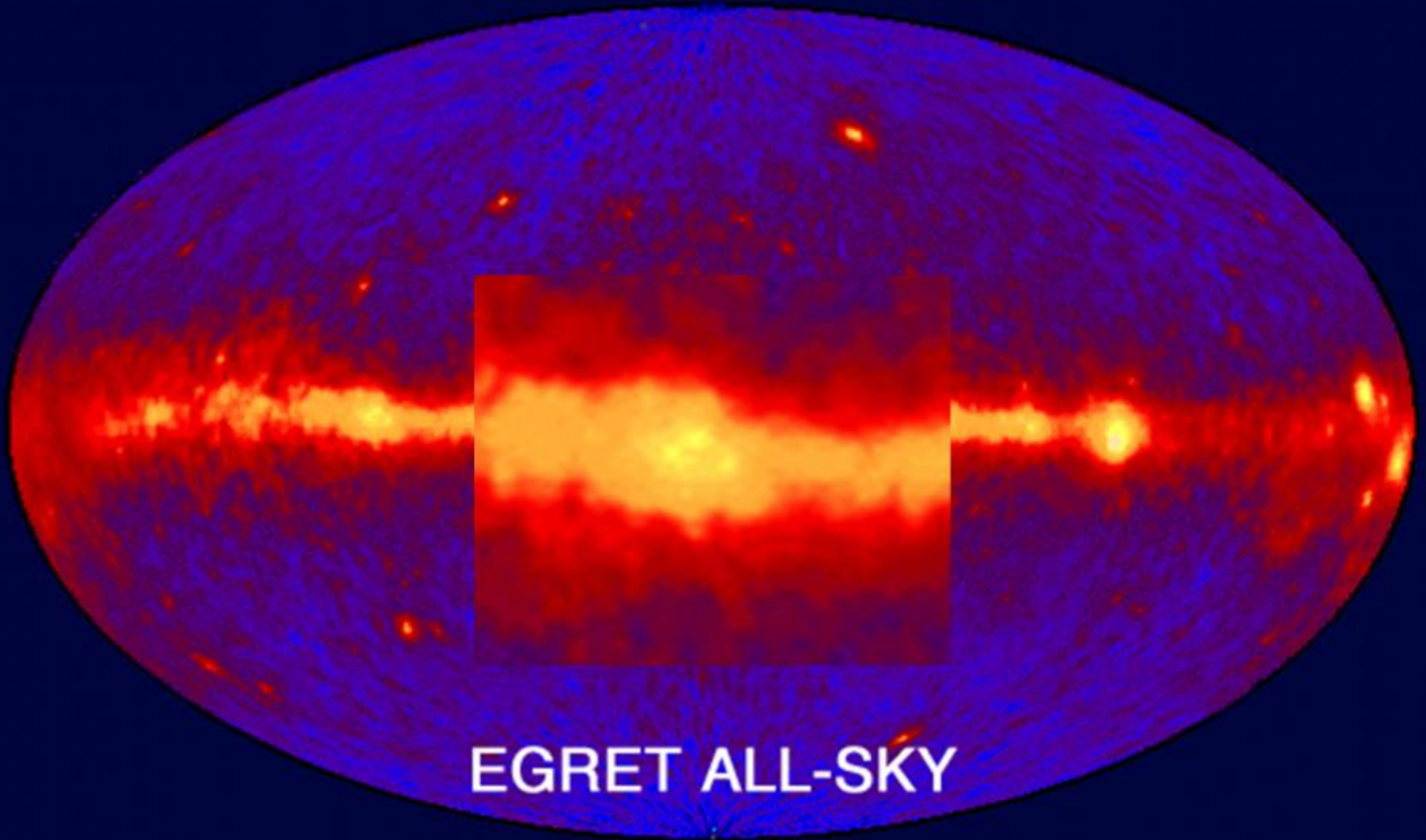
# COS-B - EGRET - AGILE - Fermi

Quantity	COS-B	EGRET	AGILE	Fermi-LAT
Lifetime	7 years	8 years	1 year	11 months
Total Counts	158000	$0.9 \cdot 10^6$	$\sim 5 \cdot 10^6$	$\sim 7 \cdot 10^8$
Number of detected sources	25	271	40	
AGNs	2	95	13	
Pulsars	2	5	20	
Other	0	1	4	
Unidentified	21	170	3	

# Gamma-ray : Egret Sky

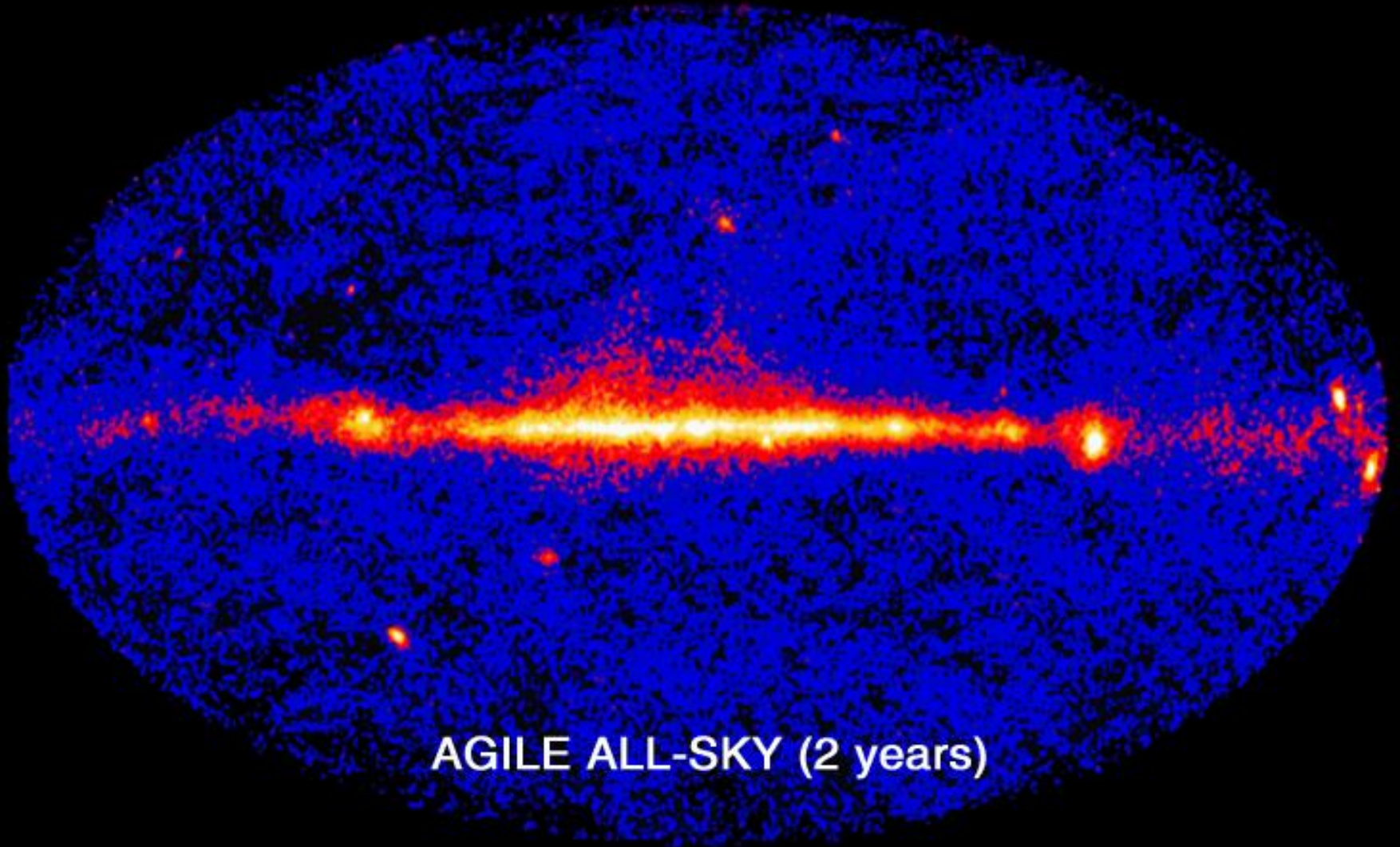


# Gamma-ray : Egret Sky



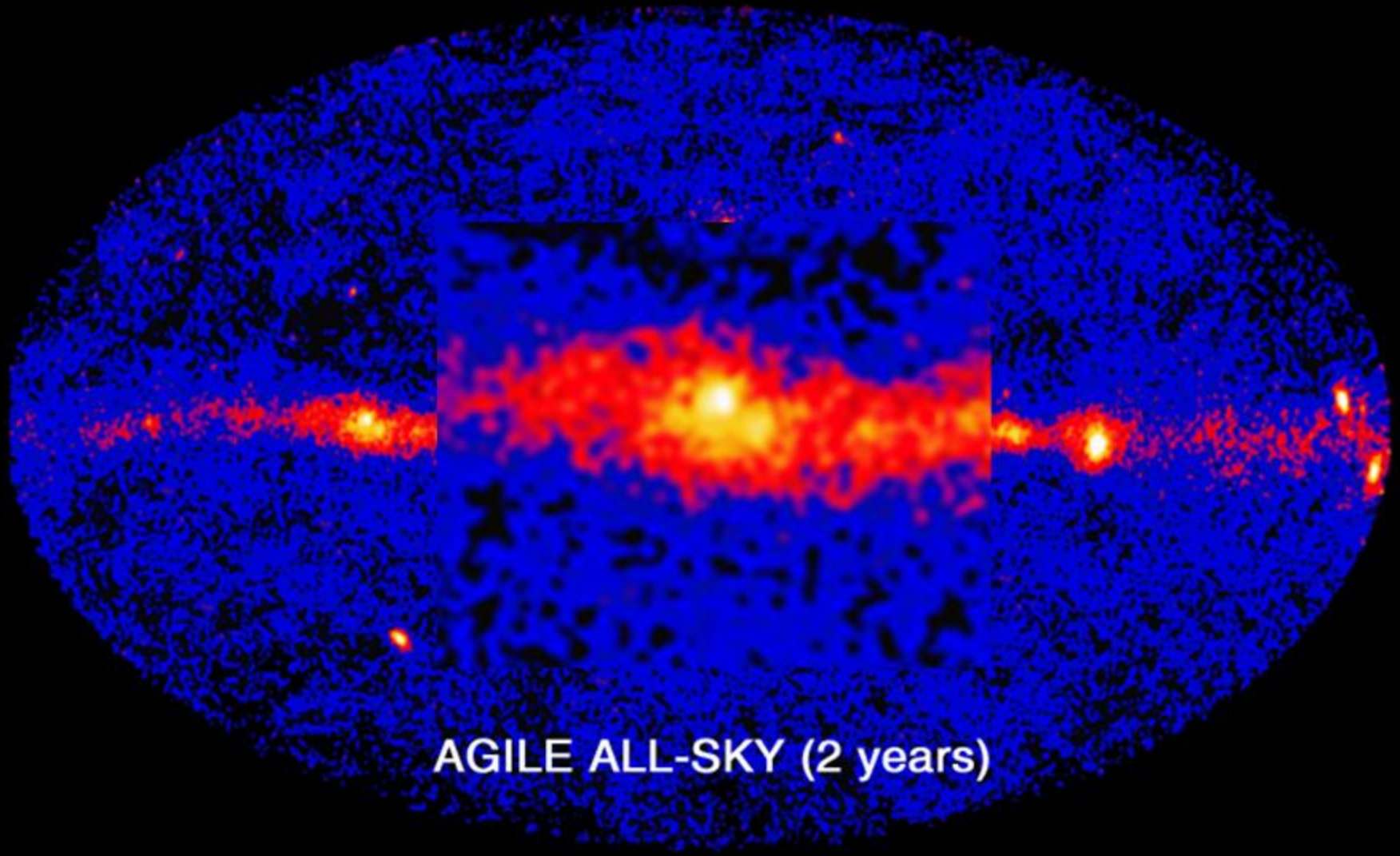


# Gamma-ray : Agile Sky (2 years)

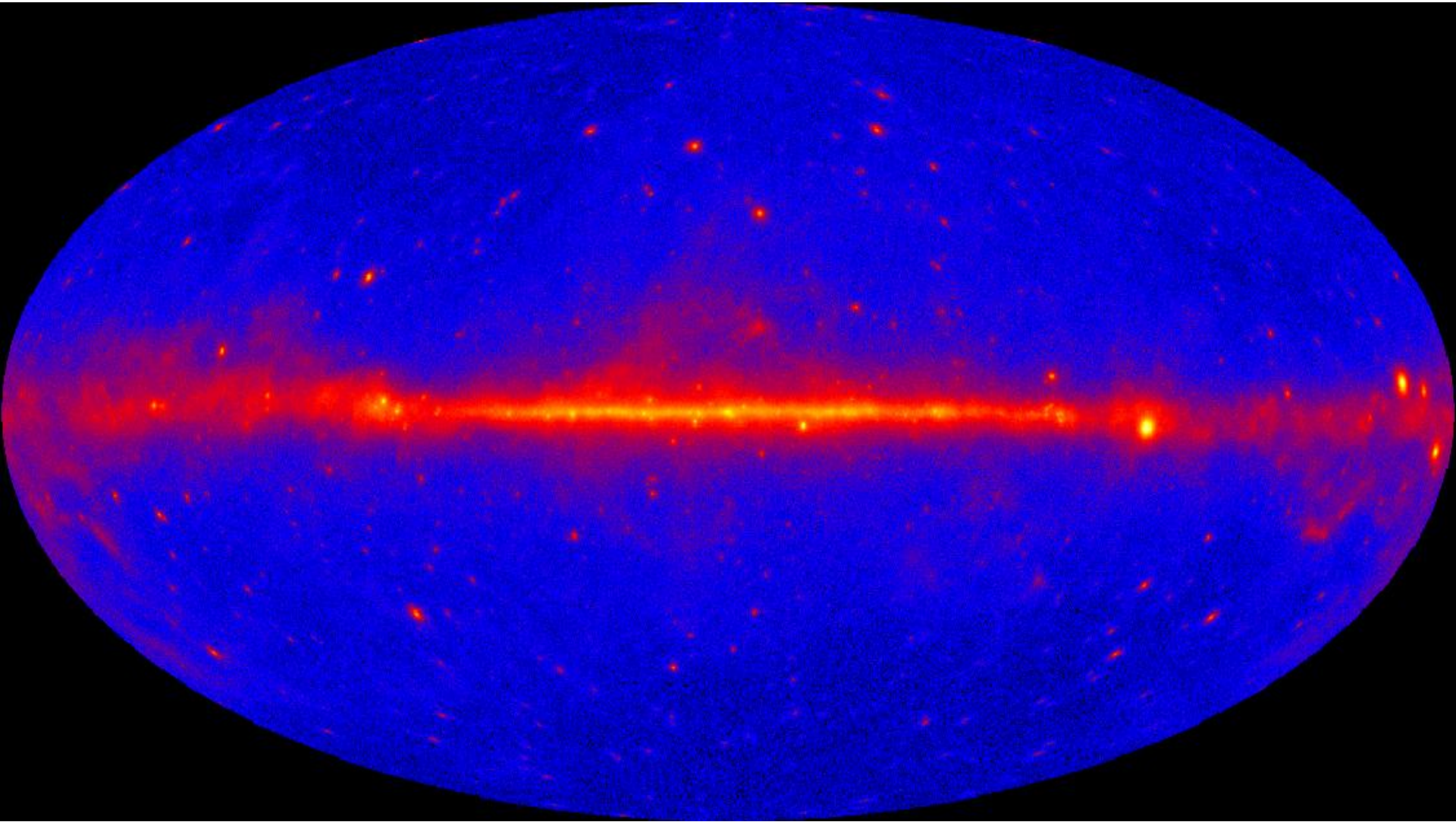




# Gamma-ray : Agile Sky (2 years)

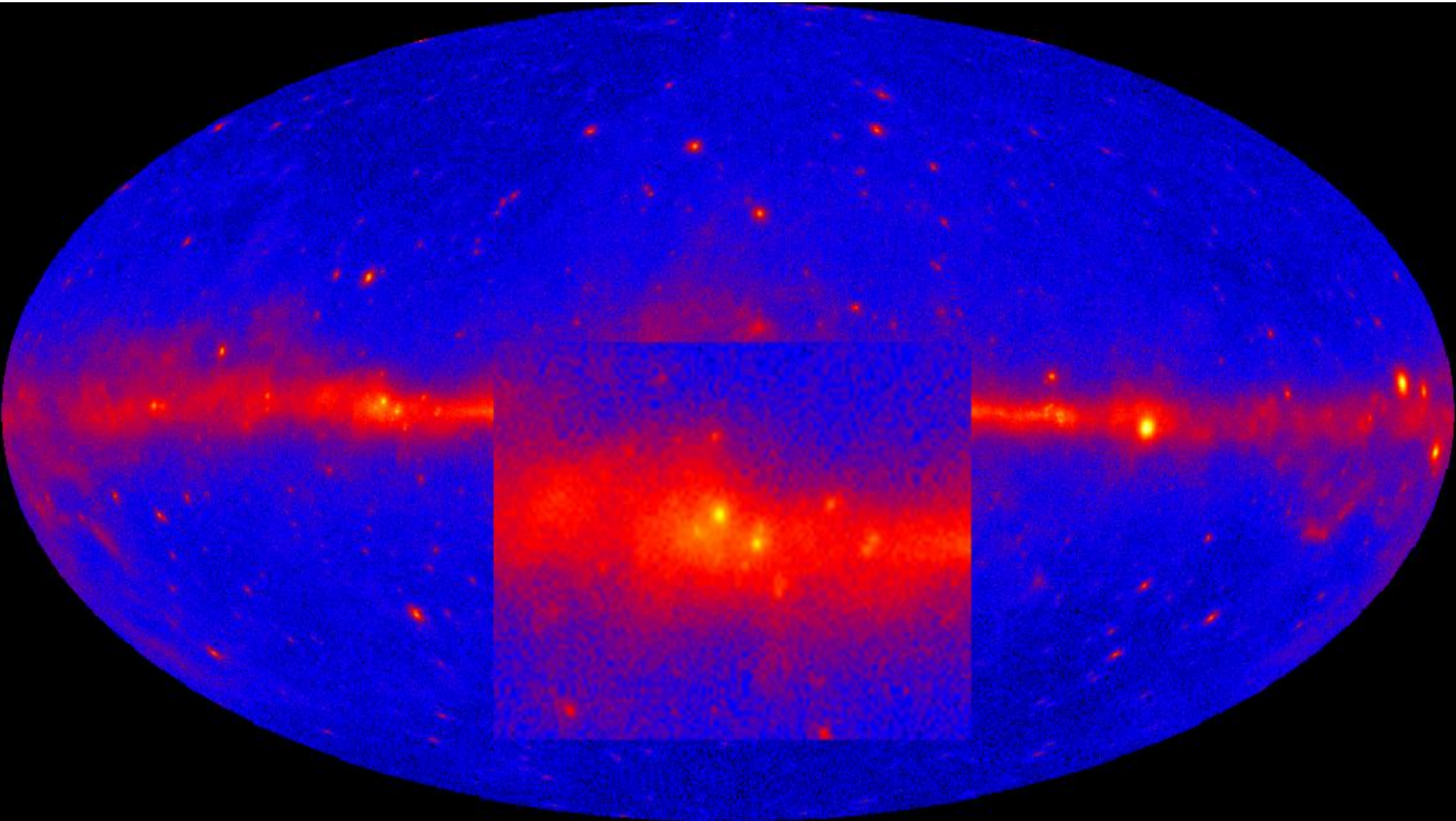


# Gamma-ray : Fermi Sky (1 year)



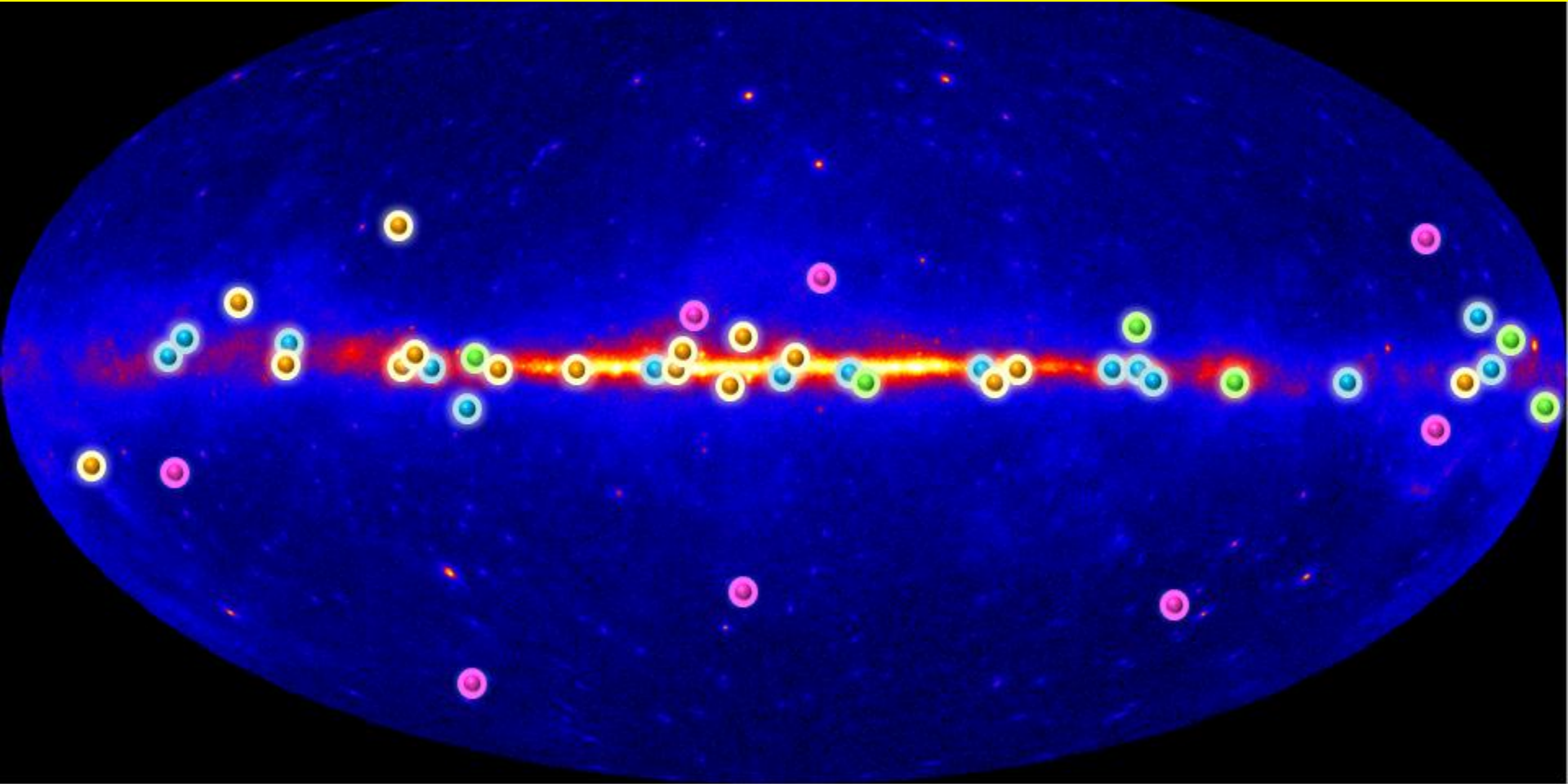


# Gamma-ray : Fermi Sky (1 year)





6 mesi di dati → 46 PSRs



## Fermi Pulsar Detections

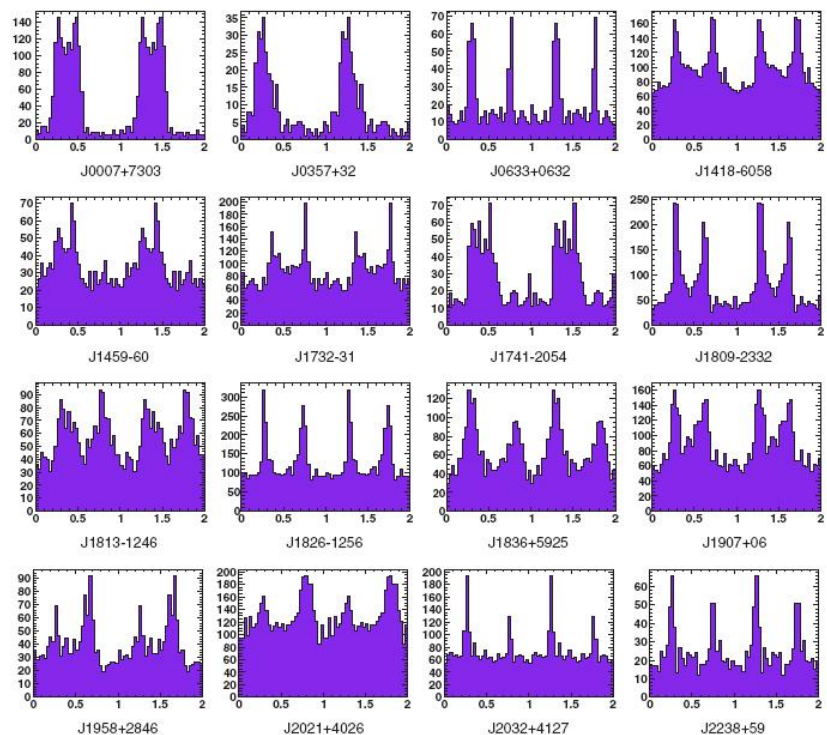
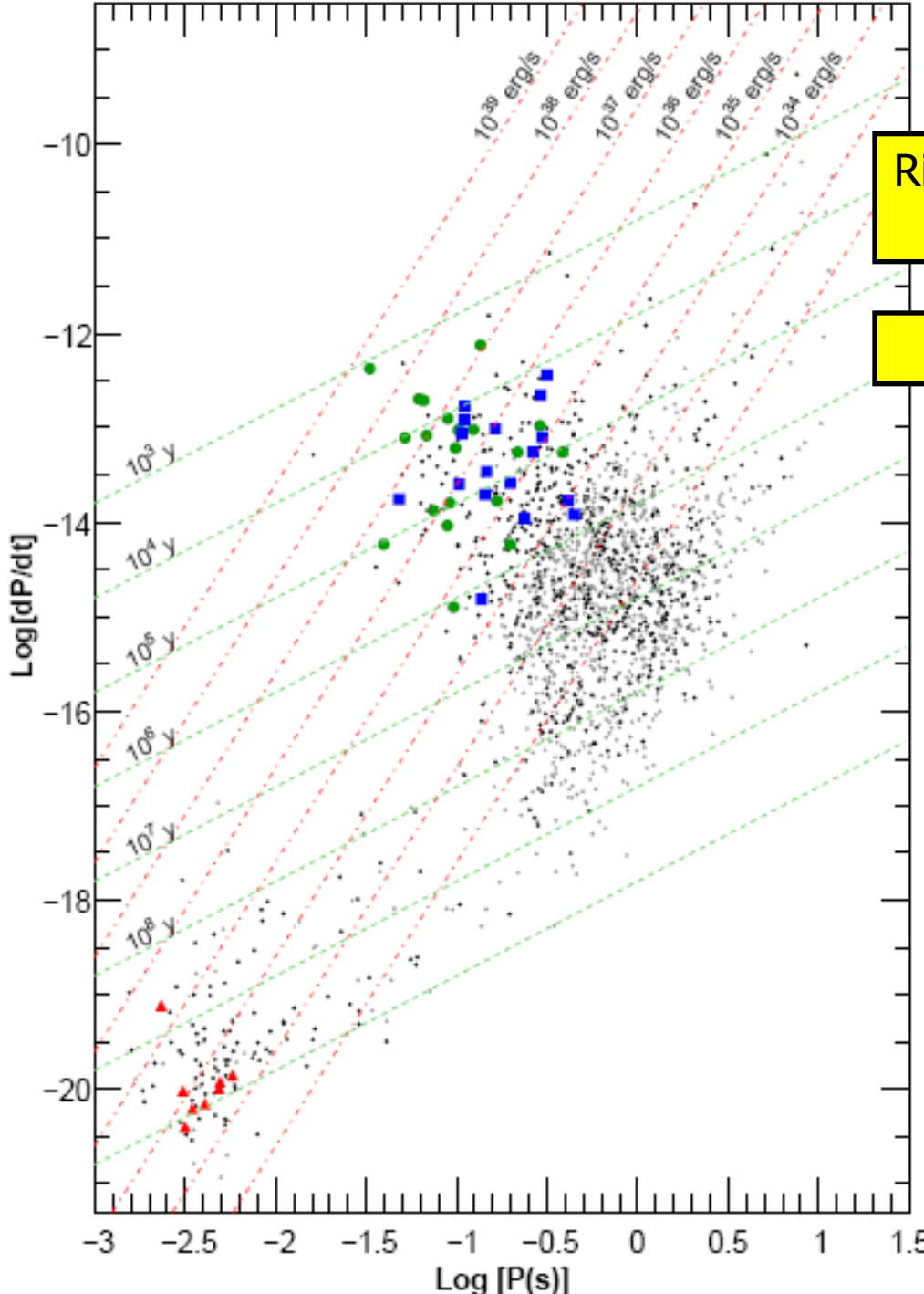
- New pulsars discovered in a blind search
- Millisecond radio pulsars
- Young radio pulsars
- Pulsars seen by Compton Observatory EGRET instrument

# "gamma-ray only" PSRs

Ricerca cieca su  $\sim 100$  posizioni (sospetti di PSRs/PWNe; sorgenti LAT brillanti)

16 PSRs scoperte solo in 5 mesi

Erot fra  $5 \cdot 10^{33} - 6 \cdot 10^{36} \text{ erg s}^{-1}$



# The X-ray side

Quantity	Energy Range (keV)	PSF (arcsec)	Upper limit detection* ( $10^{-15}$ erg*cm <sup>-2</sup> *s <sup>-1</sup> )	Background ( $10^{-6}$ counts*arcsec <sup>-2</sup> *s <sup>-1</sup> )	Temporal Resolution (ms)
XRT pc	0.3-10	~20	10 <sup>3</sup> s – 525 10 <sup>4</sup> s – 116 10 <sup>5</sup> s – 32.0	0.15	2000
XMMpn-ff	(0.15-)0.3-10	~10	10 <sup>3</sup> s – 77.7 10 <sup>4</sup> s – 12.9 10 <sup>5</sup> s – 3.07	2.84	73.4
XMMpn-sw	(0.15-)0.3-10	~10	10 <sup>3</sup> s – 25.9 10 <sup>4</sup> s – 13.4 10 <sup>5</sup> s – 1.08	3.44	6
XMMmos	0.3-10	~10	10 <sup>3</sup> s – 74.7 10 <sup>4</sup> s – 10.0 10 <sup>5</sup> s – 2.00	0.86	>300
Chandra ACIS-I vfaint	0.3-10	~1.5	10 <sup>3</sup> s – 102 10 <sup>4</sup> s – 10.5 10 <sup>5</sup> s – 1.29	2.12	>100
Chandra ACIS-S vfaint	0.3-10	~1.5	10 <sup>3</sup> s – 58.7 10 <sup>4</sup> s – 6.13 10 <sup>5</sup> s – 0.793	3.09	>100

\* Ipotizzando uno spettro a powerlaw assorbita nella banda 0.3-10 keV con  $N_H=10^{21}$ cm<sup>-3</sup>,  $\pi=2.0$  e segnale/rumore=3 14



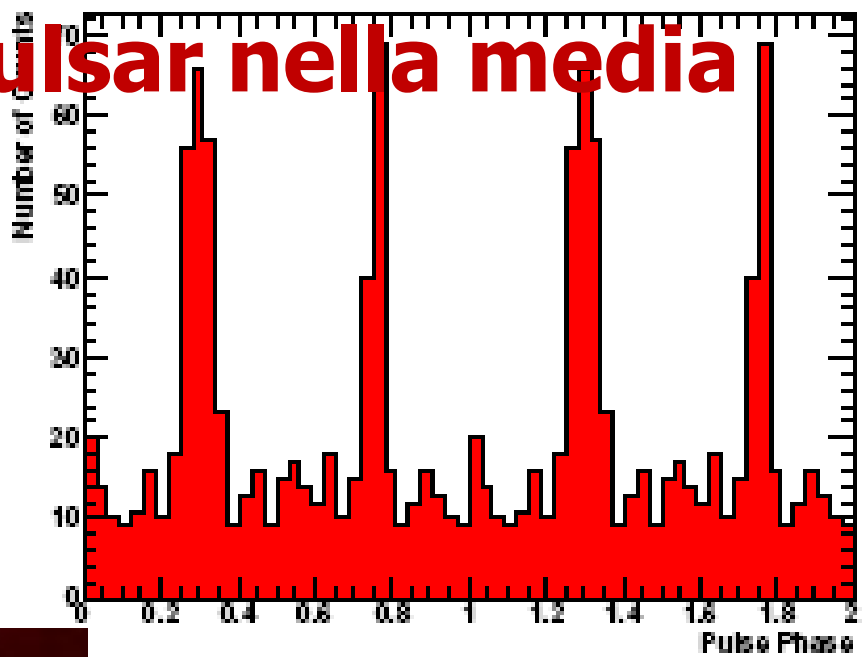
# Studio multilunghezza d'onda - scopo

1. Ricerca di una controparte :
  - XRT+blind search (scoperte 4 controparti)
  - Chandra+ottico (Morla, J1741)
  - Ricerca di pulsazioni tramite XMM
  - Osservazioni di archivio (J2032)
2. Studio della pulsazione in X con XMM (CTA-1)
  - Come si relaziona alla pulsazione gamma? Regioni di emissione
  - Pulsazione della parte termica dello spettro: visione diretta del polo della pulsar
3. Studio della pulsar wind nebula: in che relazione è con le caratteristiche della pulsar? (CTA-1)
4. Vi sono correlazioni fra  $F_X$  non termico della PSR e  $F_{\text{gamma}}$ ?  $F_X$  della PWN e  $F_{\text{gamma}}$ ? Flussi in funzione dell'età? Altro? Soprattutto, c'è qualche differenza fra pulsar radio-loud e radio-quiet che possa portare ad accettare uno dei modelli di emissione delle pulsar?

# Le controparti viste da XRT: J0633

PSR JName	assoc.	RA	DEC	P0 (s)	P1 (E-15)	Age (Myr)	D (kpc)	nhgal	B (Gauss)	Error (deg)	F (G)	Erot (E35)	X exposure (ks)
0007+7309R	CTA1	1.7786	73.0555	.316	361	0.01	1.4	2.0E21	1.1E13	0.0224	4E-7	4.51	42XMM/72Ch+50Ch
MS0030+0451		7.5957	4.8595	.00486	.00001	7920	0.317	2.4E20	2.20E8	0.0667	9E-8	0.0344	160XMM+0
0205+6449	3C 58	31.5657	64.7874	.065686	200	0.00534	3.2	5.6E21	3.77E12	0.0944	1E-7	278	87Ch/33XMM+205XMM
MS0218+4232	3C66A	34.5671	42.5033	.00232	.00008	4760	2.67	6.9E20	4.48E8	0.0868	8E-8	2.53	38XMM/147Ch+0
0248+6021		42.08	60.36	.217	15.2	0.063	9-10	8.2E21	1.90E12	INDEF	7E-8	0.587	0+0
0357+3211R	MORLA	59.4650	32.1294	.4441	3.8855	1.82	.36	7.2E20	1.37E12	0.0796	1E-7	0.0175	0+10XRT
MS0437-4715		69.3114	-47.2537	.005757	.000057	1590	0.15	1.0E20	5.96E8	0.1983	5E-8	0.118	innumerevoli
0534+2200	Crab	83.6343	22.0229	.033	422.765	0.0013	2	3.3E21	3.88E12	0.0157	2E-6	4640	innumerevoli
MS0613-0200		93.4077	-2.0532	.00306	.000009	5060	0.48	2.4E21	1.73E8	0.0849	7E-8	0.124	68XMM+0
0631+1036		97.8011	10.5745	.28777	104.684	0.0434	6.55	5.0E21	5.71E12	0.0931	9E-8	1.73	0+15XMM
0633+0642R		98.4233	6.5708	.29739	77.7		0.0623	1.81	5.2E21	5.00E12	0.0531		3E-7 1.17

## Una tranquilla pulsar nella media

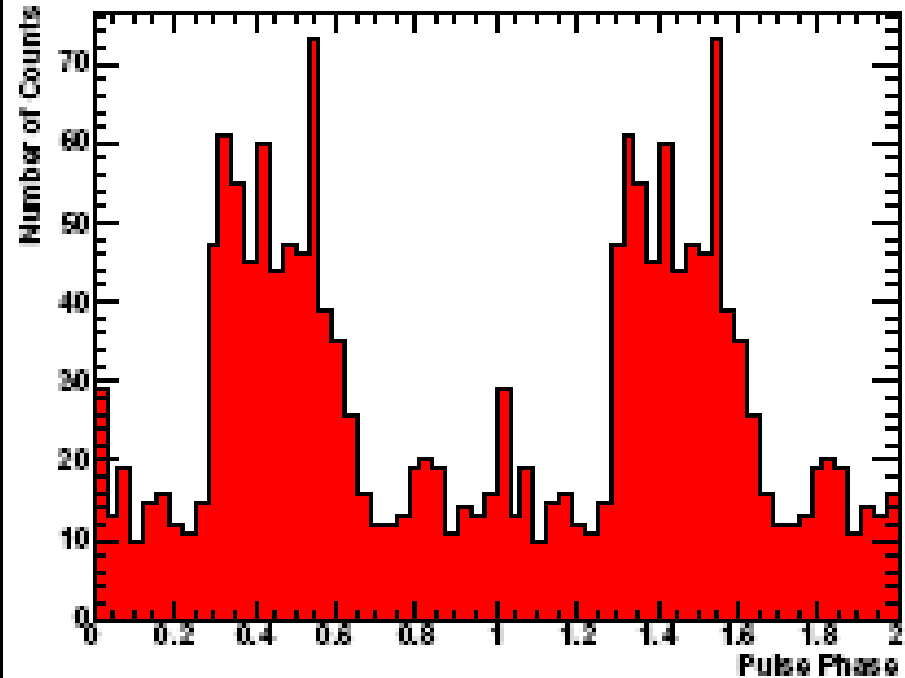
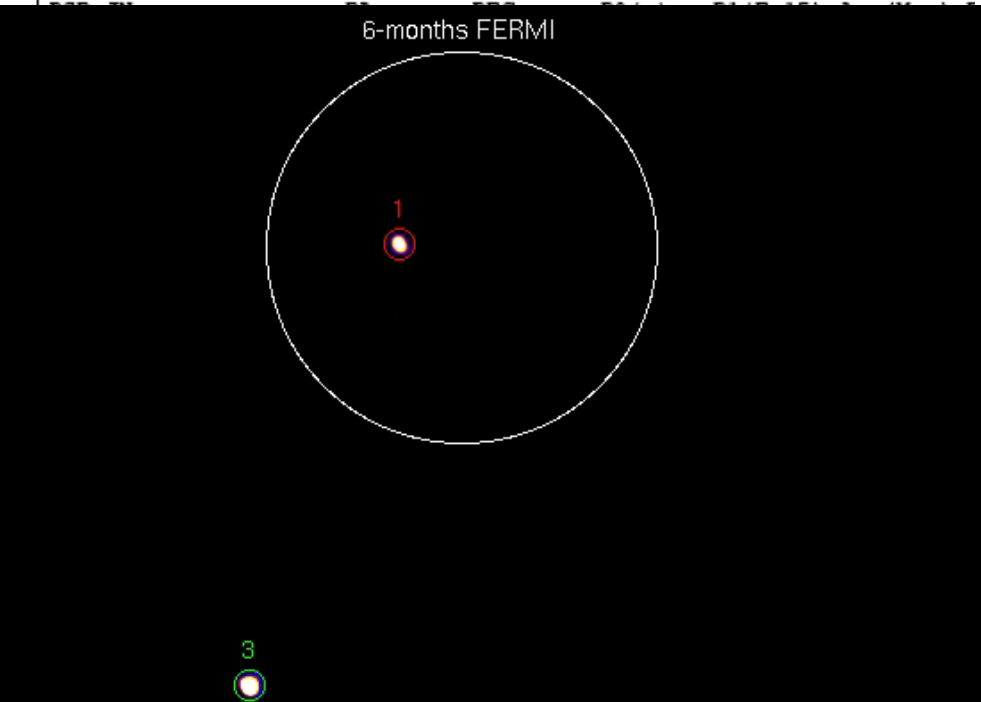


2021+3651	Dragonfly	305.2320	36.8489										
2021+4026R	Gamma Cyg	305.3697	40.4445										
2032+4119		308.1388	41.3764										
2043+2740		310.9312	27.6822										
MS2124-3358		321.1799	-33.9801										
2055+25R		313.9337	25.6549										
2229+6114		337.2218	61.2617										
2238+5852*R		339.5251	59.0757										



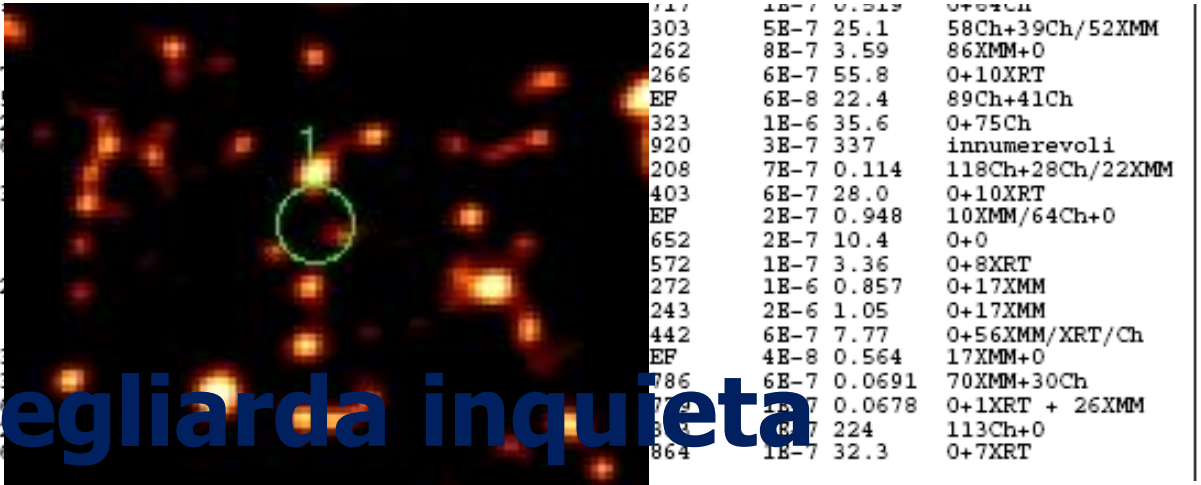
9.8E21	3.27E12	0.0272	1E-6	0.857	0+17XMM
1.2E22	3.76E12	0.0243	2E-6	1.05	0+17XMM
1.2E22	7.48E11	0.0442	6E-7	7.77	0+56XMM/XRT/Ch
1.7E21	3.63E11	INDEF	4E-8	0.564	17XMM+0
4.9E20	3.35E8	0.0786	6E-7	0.0691	70XMM+30Ch
1.1E21	1.40E12	0.0779	1E-7	0.0678	0+1XRT + 26XMM
8.1E21	2.09E12	0.0363	6E-7	224	113Ch+0
7.8E21	1.97E12	0.0864	1E-7	32.3	0+7XRT

# Le controparti viste da XRT: J1741



1741-2050 265.4656 -20.9041 .413699 12.9 0.522 ? 2.8E21 2.40E12 0.0715 3E-7 0.0719

1747-2958	Mouse	266.4603	-28.9736	.0988
1809-2328R	Taz	272.4626	-23.5399	.147
1813-12R		273.3622	-12.7693	.0480
MS1824-2452		275.9032	-24.9094	.0030
1826-1256R	Bel	276.5213	-12.9407	.1102
1833-1034		278.3088	-10.5184	.0618
1836+5925R	NextGemin	279.0592	59.4229	.173
1907+06R		286.9502	6.0411	.1066
1952+3252	CTB 80	298.2133	32.8868	.0395
1954+28R		298.5262	28.5890	.0927
1958+2841R		299.6562	28.7801	.2904
2021+3651	Dragonfly	305.2320	36.8489	.1037
2021+4026R	Gamma Cyg	305.3697	40.4445	.265
2032+4119		308.1388	41.3764	.0716
2043+2740		310.9312	27.6822	.0961
MS2124-3358		321.1799	-33.9801	.0049
2055+25R		313.9337	25.6577	.0997
2229+6114		337.2218	61.2218	.0036
2238+5852*R		339.5251	59.0757	.0813



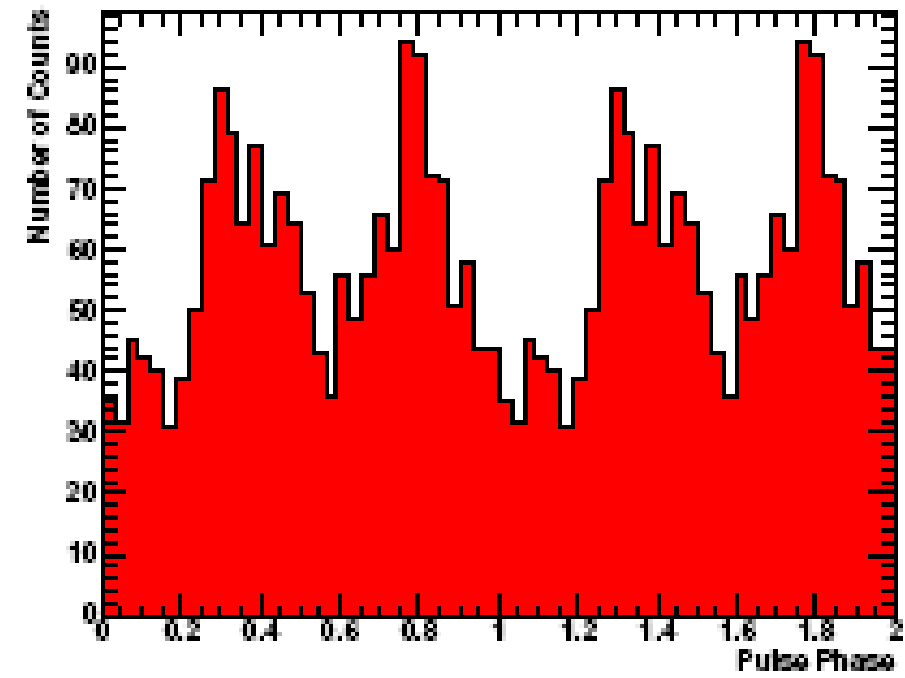
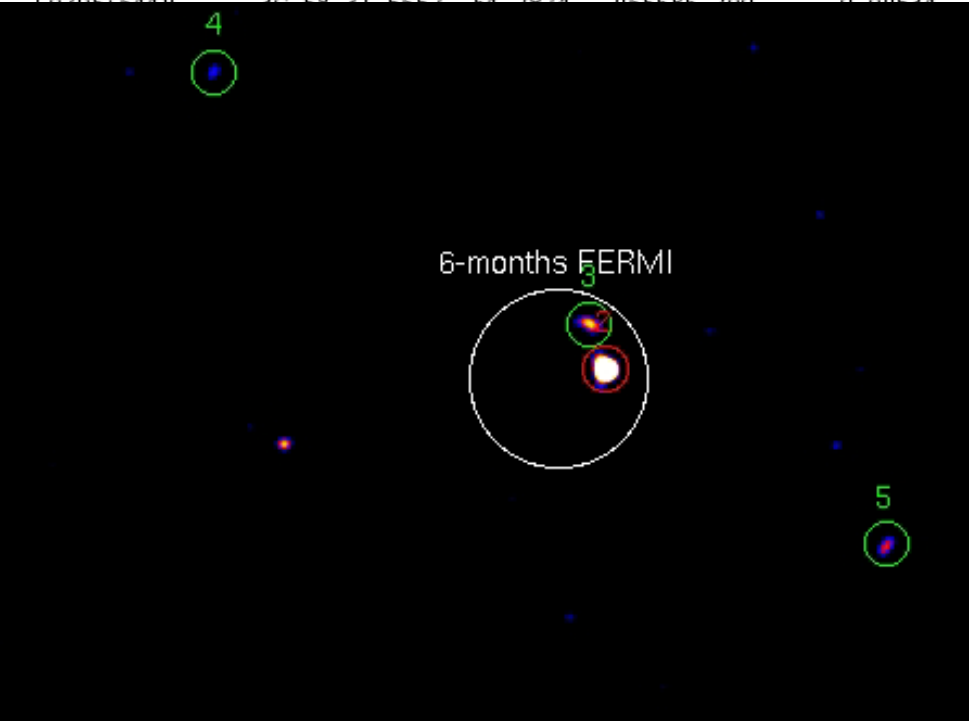
La vegliarda inquietata

RA	DEC	PERIOD	PERIOD ERROR	PERIOD DERIVATIVE	PERIOD DERIVATIVE ERROR	PERIOD DERIVATIVE UNIT	PERIOD DERIVATIVE UNIT ERROR
303	5E-7	25.1	58Ch+39Ch/52XMM				
262	8E-7	3.59	86XMM+0				
266	6E-7	55.8	0+10XRT				
EF	6E-8	22.4	89Ch+41Ch				
323	1E-6	35.6	0+75Ch				
920	3E-7	337	innumerevoli				
208	7E-7	0.114	118Ch+28Ch/22XMM				
403	6E-7	28.0	0+10XRT				
EF	2E-7	0.948	10XMM/64Ch+0				
652	2E-7	10.4	0+0				
572	1E-7	3.36	0+8XRT				
272	1E-6	0.857	0+17XMM				
243	2E-6	1.05	0+17XMM				
442	6E-7	7.77	0+56XMM/XRT/Ch				
EF	4E-8	0.564	17XMM+0				
786	6E-7	0.0691	70XMM+30Ch				
774	5E-7	0.0678	0+1XRT + 26XMM				
864	1E-7	32.3	113Ch+0				
			0+7XRT				



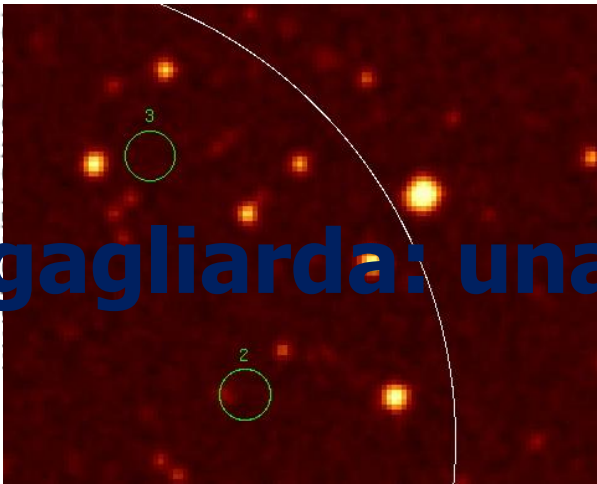
# Le controparti viste da XRT: J1813

PSR JName	assoc.	RA	DEC	P0 (s)	P1 (E-15)	Age (Myr)	D (kpc)	nhgal	B (Gauss)	Error (deg)	F (G)	Erot (E35)	X exposure (ks)
0007+7309R	CTA1	1.7786	73.0555	.316	361	0.01	1.4	2.0E21	1.11E13	0.0224	4E-7	4.51	42XMM/72Ch+50Ch
MS0030+0451		7.5957	4.8595	.00486	.00001	7920	0.317	2.4E20	2.20E8	0.0667	9E-8	0.0344	160XMM+0
0205-6440	2G 58	31.5657	64.7824	0.65686	300	0.00524	2.2	5.6E21	3.77E12	0.0944	1E-7	278	87Ch/33XMM+205XMM



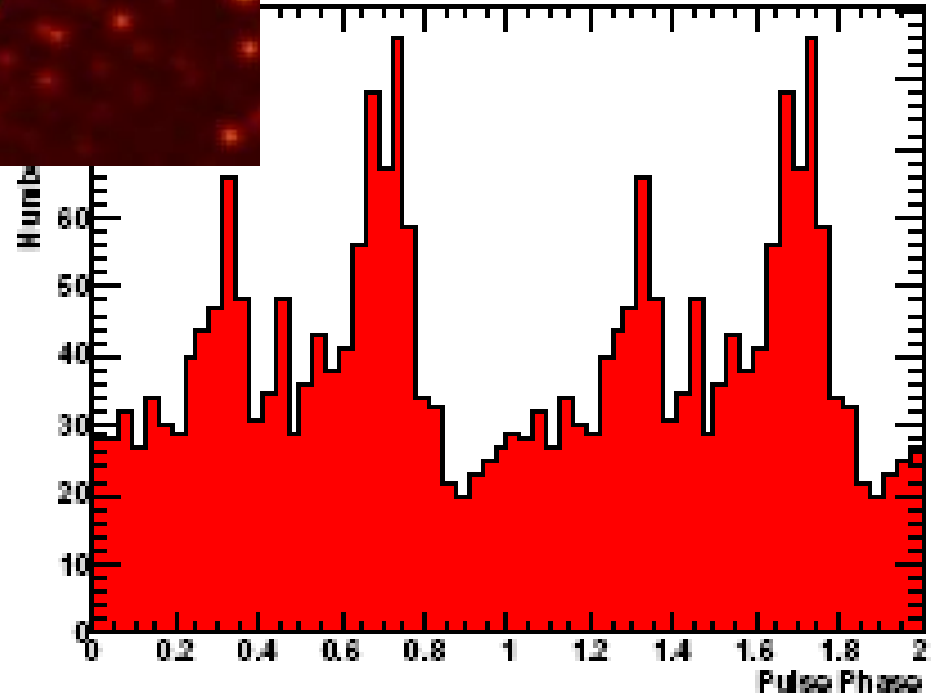
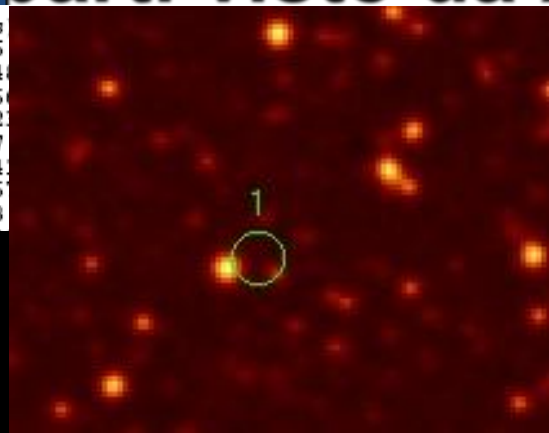
1813-12R	273.3622	-12.7693	.04807	15.7142	0.485	9.65	6.5E21	9.08E11	0.0266	6E-7	55.8
MS1824-2452	275.9032	-24.9094	.00				INDEX	6E-8	22.4	89Ch+41Ch	
1826-1256R	276.5213	-12.9407	.11				0.0323	1E-6	35.6	0+75Ch	
1833-1034	278.3088	-10.5184	.06				0.0920	3E-7	337	innumerevoli	
1836+5925R	279.0592	59.4229	.17				0.0208	7E-7	0.114	118Ch+28Ch/22XMM	
1907+06R	286.9502	6.0411	.10				0.0403	6E-7	28.0	0+10XRT	
1952+3252	298.2133	32.8868	.03				INDEX	2E-7	0.948	10XMM/64Ch+0	
1954+28R	298.5262	28.5890	.09				0.0652	2E-7	10.4	0+0	
1958+2841R	299.6562	28.7801	.29				0.0572	1E-7	3.36	0+8XRT	
2021+3651	305.2320	36.8489	.10				0.0272	1E-6	0.857	0+17XMM	
2021+4026R	305.3697	40.4445	.26				0.0243	2E-6	1.05	0+17XMM	
2032+4119	308.1381	41.3764	.07				0.0442	6E-7	7.77	0+5XMM/XRT/Ch	
2043+2740	311.9911	27.5882	.00				INDEX	4E-8	0.34	70Ch+50Ch	
MS2124-3358	321.1793	-33.9861	.00				0.0186	8E-7	0.0391	70XMM+50Ch	
2055+25R	313.9337	25.6549	.31				0.0779	1E-7	0.0678	0+1XRT + 26XMM	
2229+6114	337.2218	61.2617	.05				0.0363	6E-7	224	113Ch+0	
2238+5852*R	339.5251	59.0757	.08				0.0864	1E-7	32.3	0+7XRT	

**Rapida e gagliarda: una nuova Vela**



# Le controparti viste da XRT: J1958

PSR JName	assoc.	RA	DEC	P0 (s)	dm (pcuss)	Error (deg)	F(G)	Erot (E35)	X exposure (ks)
0007+7309R	CTA1	1.7786	73.0555	.316	1E13	0.0224	4E-7	4.51	42XMM/72Ch+50Ch
MS0030+0451		7.5957	4.8595	.004	1E8	0.0667	9E-8	0.0344	160XMM+0
0205+6449	3C 58	31.5657	64.7874	.065	1E12	0.0944	1E-7	278	87Ch/33XMM+205XMM
MS0218+4232	3C66A	34.5671	42.5033	.002	1E8	0.0868	8E-8	2.53	38XMM/147Ch+0
0248+6021		42.08	60.36	.217	1E12	INDEF	7E-8	0.587	0+0
0357+3211R	MORLA	59.4650	32.1294	.444	1E12	0.0796	1E-7	0.0175	0+10XRT
MS0437-4715		69.3114	-47.2537	.005	1E8	0.1983	5E-8	0.118	innumerevoli
0534+2200	Crab	83.6343	22.0229	.033	1E12	0.0157	2E-6	4640	innumerevoli



1958+2841R		299.6562	28.7801	.2904	208.83	0.0226	3.88	8.7E21	8.10E12	0.0572	1E-7	3.36	
2021+4026R	Gamma Cyg	305.3697	40.4445	.265	49.4	0.0814	.69	1.2E22	3.76E12	0.0243	2E-6	1.05	0+17XMM
2032+4119		308.1388	41.3764	.0716	7.23	0.161	?	1.2E22	7.48E11	0.0442	6E-7	7.77	0+56XMM/XRT/Ch
2043+2740		310.9312	27.6822	.09613	1.27	1.2	1.13	1.7E21	3.63E11	INDEF	4E-8	0.564	17XMM+0
MS2124-3358		321.1799	-33.780	.00493	.000021	370	0.25	4.9E20	3.35E8	0.0786	6E-7	0.0691	70XMM+30Ch
2055+25R		313.9337	25.649	.0112	5.2	0.11	1.1	1.1E21	1.2E12	0.078	1E-7	0.0678	0+1XRT + 26XMM
2229+6114		337.2218	61.217	.0112	78	0.11	1.1	1.1E21	1.2E12	0.078	5E-7	224	113Ch+0
2238+5852*R		339.5251	59.0757	.08136	44.078	0.0301	15.3	7.9E21	1.97E12	0.0864	1E-7	32.3	0+7XRT

Una pulsar giovane

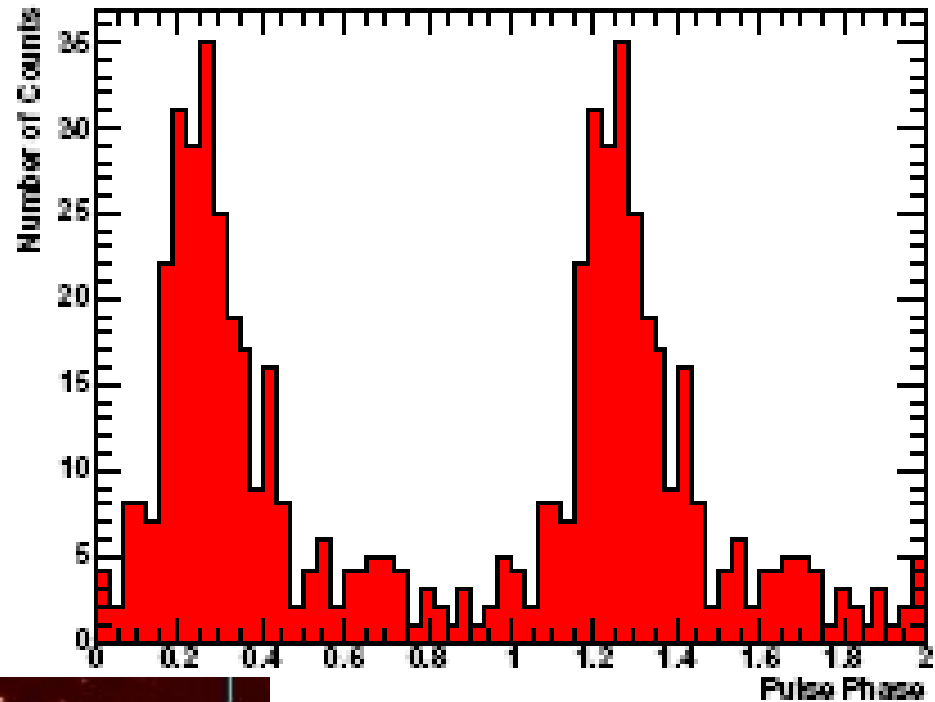
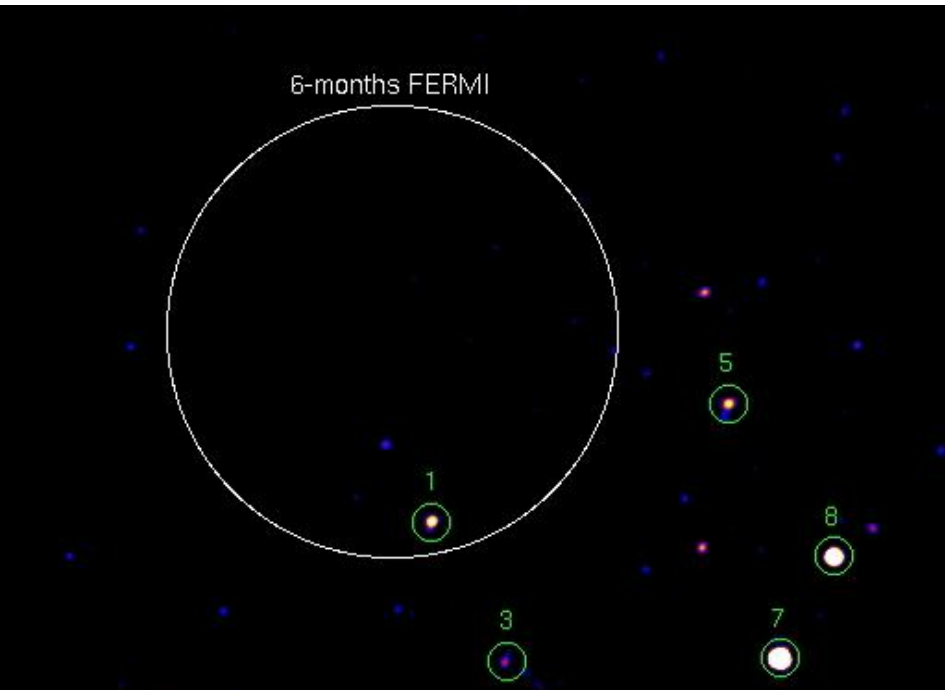
# Studio multilunghezza d'onda - scopo

1. Ricerca di una controparte :
  - XRT+blind search (scoperte 4 controparti)
  - Chandra+ottico (Morla, J1741)
  - Ricerca di pulsazioni tramite XMM
  - Osservazioni di archivio (J2032)
2. Studio della pulsazione in X con XMM (CTA-1)
  - Come si relaziona alla pulsazione gamma? Regioni di emissione
  - Pulsazione della parte termica dello spettro: visione diretta del polo della pulsar
3. Studio della pulsar wind nebula: in che relazione è con le caratteristiche della pulsar? (CTA-1)
4. Vi sono correlazioni fra  $F_X$  non termico della PSR e  $F_{\text{gamma}}$ ?  $F_X$  della PWN e  $F_{\text{gamma}}$ ? Flussi in funzione dell'età? Altro? Soprattutto, c'è qualche differenza fra pulsar radio-loud e radio-quiet che possa portare ad accettare uno dei modelli di emissione delle pulsar?



# Interessi futuri : Morla

PSR JName	assoc.	RA	DEC	P0 (s)	P1 (E-15)	Age (Myr)	D (kpc)	nhgal	B (Gauss)	Error (deg)	F (G)	Erot (E35)	X exposure (ks)
0007+7309R	CTA1	1.7786	73.0555	.316	361	0.01	1.4	2.0E21	1.11E13	0.0224	4E-7	4.51	42XMM/72Ch+50Ch
MS0030+0451		7.5957	4.8595	.00486	.00001	7920	0.317	2.4E20	2.20E8	0.0667	9E-8	0.0344	160XMM+0
0205+6449	3C 58	31.5657	64.7874	.065686	200	0.00534	3.2	5.6E21	3.77E12	0.0944	1E-7	278	87Ch/33XMM+205XMM
MS0218+4232	3C66A	34.5671	42.5033	.00232	.00008	4760	2.67	6.9E20	4.48E8	0.0868	8E-8	2.53	38XMM/147Ch+0
0248+6021		42.08	60.36	.217	15.2	0.063	9-10	8.2E21	1.90E12	INDEF	7E-8	0.587	0+0
0357+3211R	MORLA	59.4650	32.1294	.4441	.4441	3.8855	1.82	.36	7.2E20	1.37E12	0.0796		1E-7 0.0175



1907+06R		286.9502	6.0411	.1066									
1952+3252	CTB 80	298.2133	32.8868	.0395									
1954+28R		298.5262	28.5890	.0927									
1958+2841R		299.6562	28.7801	.2904									
2021+3651	Dragonfly	305.2320	36.8489	.1037									
2021+4026R	Gamma Cyg	305.3697	40.4445	.265									
2032+4119		308.1388	41.3764	.0716									
2043+2740		310.9312	27.6822	.0961									
MS2124-3358		321.1799	-33.9801	.0049									
2055+25R		313.9337	25.6549	.3195									
2229+6114		337.2218	61.2617	.0516									
2238+5852*R		339.5251	59.0757	.0813									

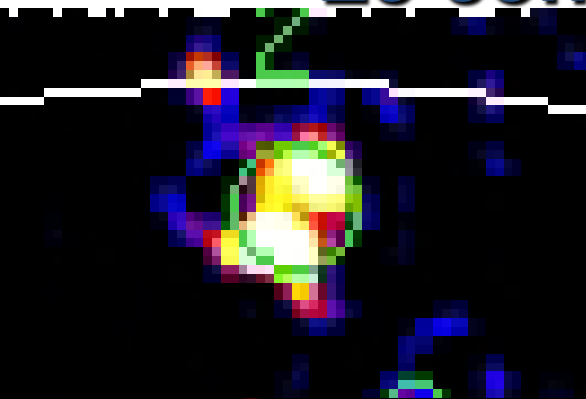


1	0.0260	7E-7	0.112	110000000/22000
2	0.0403	6E-7	28.0	0+10XRT
1	INDEF	2E-7	0.948	10XMM/64Ch+0
2	0.0652	2E-7	10.4	0+0
2	0.0572	1E-7	3.36	0+8XRT
2	0.0272	1E-6	0.857	0+17XMM
2	0.0243	2E-6	1.05	0+17XMM
1	0.0442	6E-7	7.77	0+56XMM/XRT/Ch
1	INDEF	4E-8	0.564	17XMM+0
0	0.0786	6E-7	0.0691	70XMM+30Ch
2	0.0779	1E-7	0.0678	0+1XRT + 26XMM
2	0.0363	6E-7	224	113Ch+0
2	0.0864	1E-7	32.3	0+7XRT

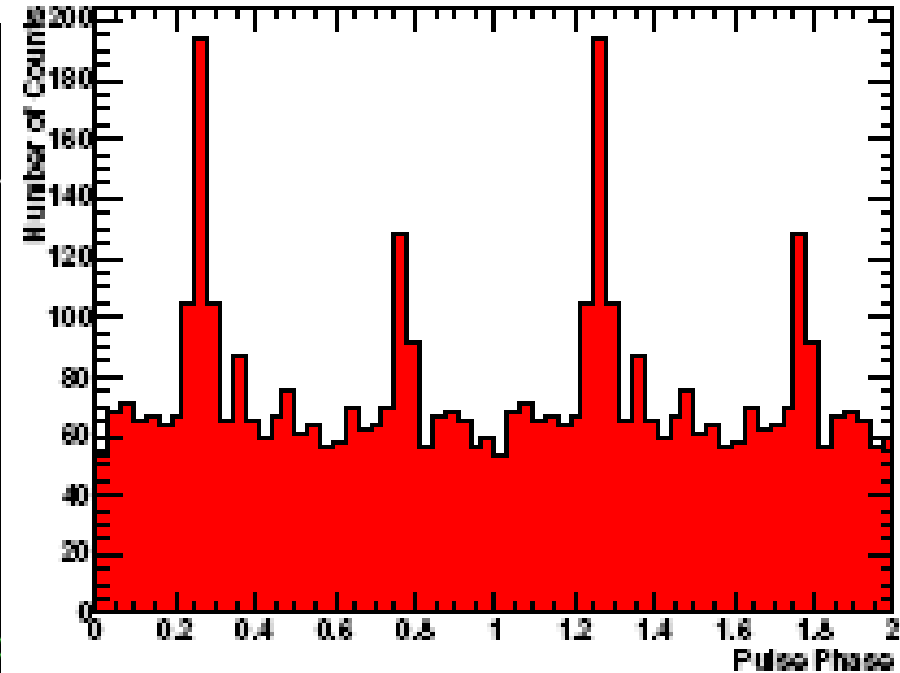
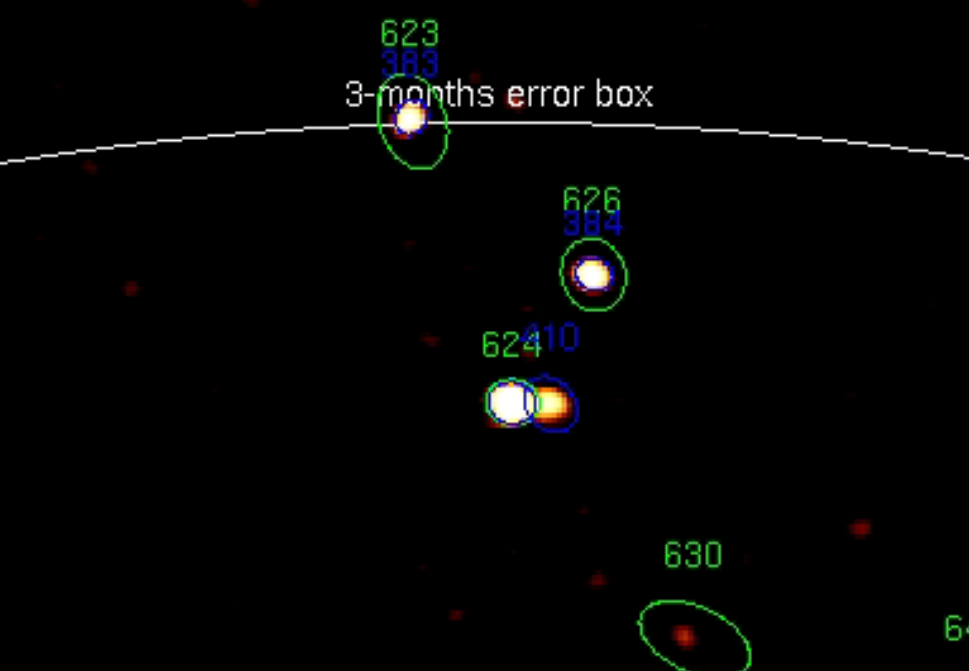
# Studio multilunghezza d'onda - scopo

1. Ricerca di una controparte :
  - XRT+blind search (scoperte 4 controparti)
  - Chandra+ottico (Morla, J1741)
  - Ricerca di pulsazioni tramite XMM
  - Osservazioni di archivio (J2032)
2. Studio della pulsazione in X con XMM (CTA-1)
  - Come si relaziona alla pulsazione gamma? Regioni di emissione
  - Pulsazione della parte termica dello spettro: visione diretta del polo della pulsar
3. Studio della pulsar wind nebula: in che relazione è con le caratteristiche della pulsar? (CTA-1)
4. Vi sono correlazioni fra  $F_X$  non termico della PSR e  $F_{\text{gamma}}$ ?  $F_X$  della PWN e  $F_{\text{gamma}}$ ? Flussi in funzione dell'età? Altro? Soprattutto, c'è qualche differenza fra pulsar radio-loud e radio-quiet che possa portare ad accettare uno dei modelli di emissione delle pulsar?

# Le controparti viste in X: J2032



P0 (s)	P1 (E-15)	Age (Myr)	D (kpc)	nhgal	B (Gauss)	Error (deg)	F (G)	Erot (E35)	X exposure (ks)
.316	361	0.01	1.4	2.0E21	1.11E13	0.0224	4E-7	4.51	42XMM/72Ch+50Ch
.00486	.00001	7920	0.317	2.4E20	2.20E8	0.0667	9E-8	0.0344	160XMM+0
.065686	200	0.00534	3.2	5.6E21	3.77E12	0.0944	1E-7	278	87Ch/33XMM+205XMM
.00232	.00008	4760	2.67	6.9E20	4.48E8	0.0868	8E-8	2.53	38XMM/147Ch+0
.217	15.2	0.063	9-10	8.2E21	1.90E12	INDEF	7E-8	0.587	0+0
.4441	3.8855	1.82	.36	7.2E20	1.37E12	0.0796	1E-7	0.0175	0+10XRT
.005757	.000057	1590	0.15	1.0E20	5.96E8	0.1983	5E-8	0.118	innumerevoli
.033	422.765	0.0013	2	3.3E21	3.88E12	0.0157	2E-6	4640	innumerevoli
.00306	.000009	5060	0.48	2.4E21	1.73E8	0.0849	7E-8	0.124	68XMM+0
.28777	104.684	0.0434	6.55	5.0E21	5.71E12	0.0931	9E-8	1.73	0+15XMM
.29739	77.7	0.0623	1.81	5.2E21	5.00E12	0.0531	3E-7	1.17	0+5XRT
.237	10.97	0.346	.16	3.5E21	1.68E12	0.0138	5E-6	0.325	innumerevoli
.38489	55	0.111	0.29	1.4E21	4.79E12	0.2383	1E-7	0.380	innumerevoli
.1668	16.8	0.157	2	5.1E21	2.91E12	INDEF	9E-8	1.43	0+15XMM
.003479	.0000078	7080	(						



2032+4119	308.1388	41.3764	.0716	7.23	0.161	?	1.2E22	7.48E11	0.0442	6E-7	7.77	
2043+2740	310.9312	27.6822	.09613	1.27	1.2	1.13	1.7E21	3.63E11	INDEF	4E-8	0.564	17XMM+0
MS2124-3358	321.1799	-33.9801	.04493	.000021	1.790	0.25	4.9E20	3.35E8	0.0786	6E-7	0.069	70XMM+30Ch
2055+25R	311.9322	25.1116	.05293	0.0003	1.427	1.41	1.4E21	1.41E11	0.0779	1E-7	0.069	0+1XRT + 26XMM
2229+6114	331.2101	61.1116	.05164	0.001	8.1E	0.031	8.1E21	0.031E11	0.0363	5E-7	0.069	113Ch+0
2238+5852*R	339.5251	59.0757	.08136	44.078	0.0301	15.3	7.8E21	1.97E12	0.0864	1E-7	32.3	0+7XRT

**La prima falsa radio-quiet**

# Studio multilunghezza d'onda - scopo

1. Ricerca di una controparte :
  - XRT+blind search (scoperte 4 controparti)
  - Chandra+ottico (Morla, J1741)
  - Ricerca di pulsazioni tramite XMM
  - Osservazioni di archivio (Mouse)
2. Studio della pulsazione in X con XMM (CTA-1)
  - Come si relaziona alla pulsazione gamma? Regioni di emissione
  - Pulsazione della parte termica dello spettro: visione diretta del polo della pulsar
3. Studio della pulsar wind nebula: in che relazione è con le caratteristiche della pulsar? (CTA-1)
4. Vi sono correlazioni fra  $F_X$  non termico della PSR e  $F_{\text{gamma}}$ ?  $F_X$  della PWN e  $F_{\text{gamma}}$ ? Flussi in funzione dell'età? Altro? Soprattutto, c'è qualche differenza fra pulsar radio-loud e radio-quiet che possa portare ad accettare uno dei modelli di emissione delle pulsar?



# Il capostipite : CTA1

(article in preparation)

<b>Pulsar Name</b>	<b>Geminga</b>	<b>CTA-1</b>	<b>Vela</b>
Period (ms)	237	316	89
Pdot ( $10^{-15}$ )	10.97	360.5	125
Age( $10^3$ y)	346	13.9	12
Distance (kpc)	0.16	1.9	0.294
Erot ( $10^{35}$ erg/s)	0.325	4.52	69.9
G-Flux(erg/cm <sup>2</sup> s)	$6.13 \cdot 10^{-9}$	$5.91 \cdot 10^{-10}$	$1.15 \cdot 10^{-8}$
Xtot*(erg/cm <sup>2</sup> s)	$1.08 \cdot 10^{-12}$	$8.41 \cdot 10^{-14}$	$2.00 \cdot 10^{-11}$
Xnt(erg/cm <sup>2</sup> s)	$4.06 \cdot 10^{-13}$	$6.86 \cdot 10^{-14}$	$3.76 \cdot 10^{-12}$

\* il flusso X è non assorbito; il modello utilizzato è blackbody+powerlaw

# Pulsazioni nell'X

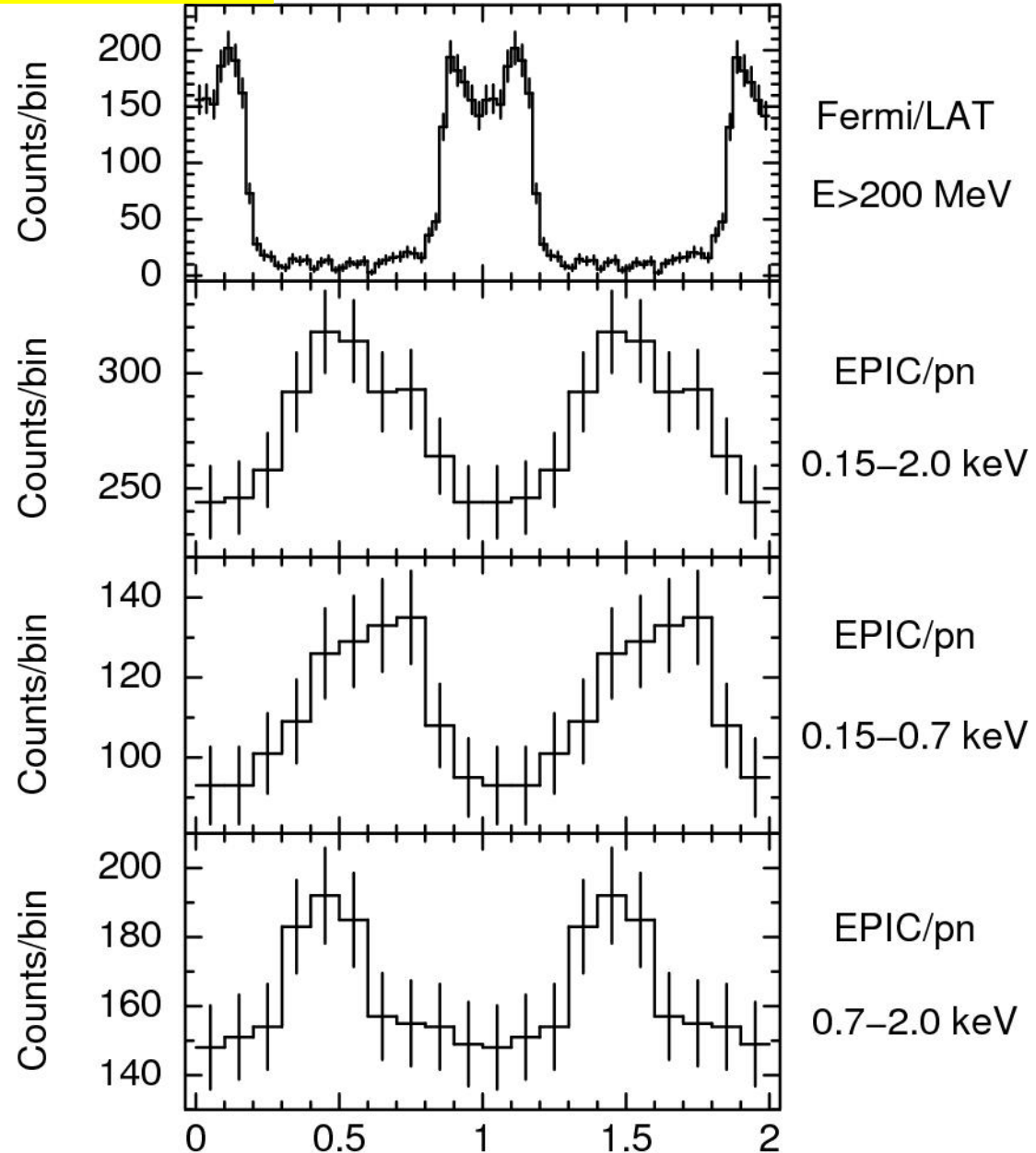
La ricerca al periodo atteso  
LAT ha portato una detezone  
significativa

130 ks XMM non sono  
abbastanza per trovare una  
pulsazione in una ricerca cieca

Folding con le effemeridi LAT

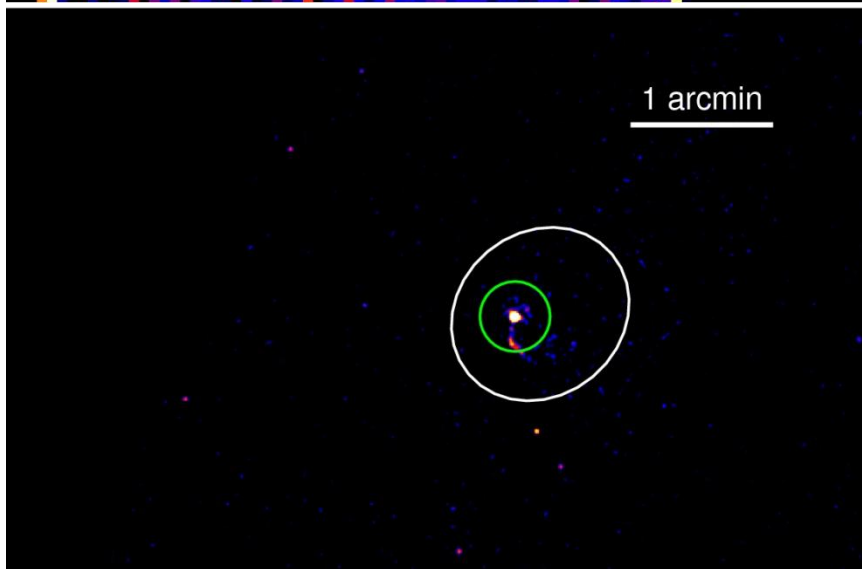
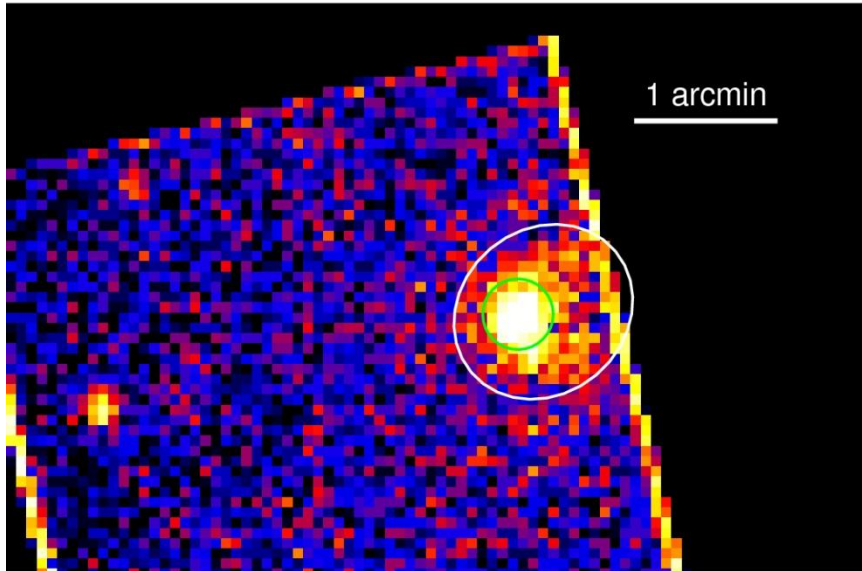
Pulsazione  $\sim 80\%$   
sotto 0.7 keV

Nessuna evidenza di  
modulazione ad  $E > 2$  keV



# 130 ks XMM-Newton

## La pulsar e la PWN compatta



Distinguere la PSR dalla PWN

Deconvoluzione Spettrale-spaziale

Fit spettrale simultaneo usando diversi coefficienti EEf per PSR e PWN

PSR (point-like)  $\sim$  EPIC PSF

PWN (diffuse)  $\sim$  mappa Chandra

PSR: BB+PL

$kT \sim 0.1$  keV,  
 $r \sim 650$  m

$\Gamma \sim 1.3$

Inner PWN: PL

$\Gamma \sim 1.5$

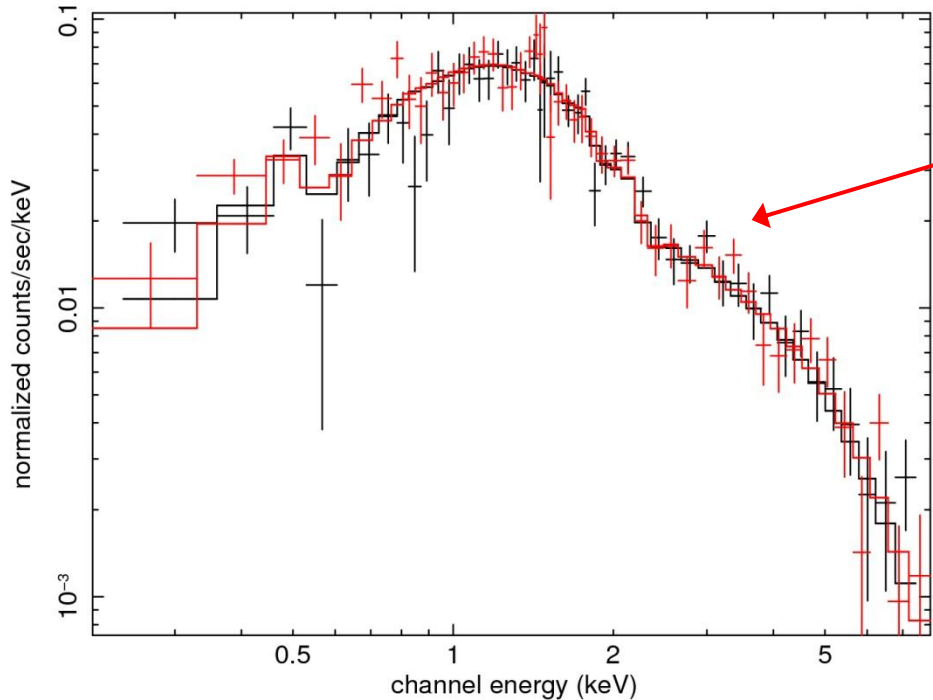
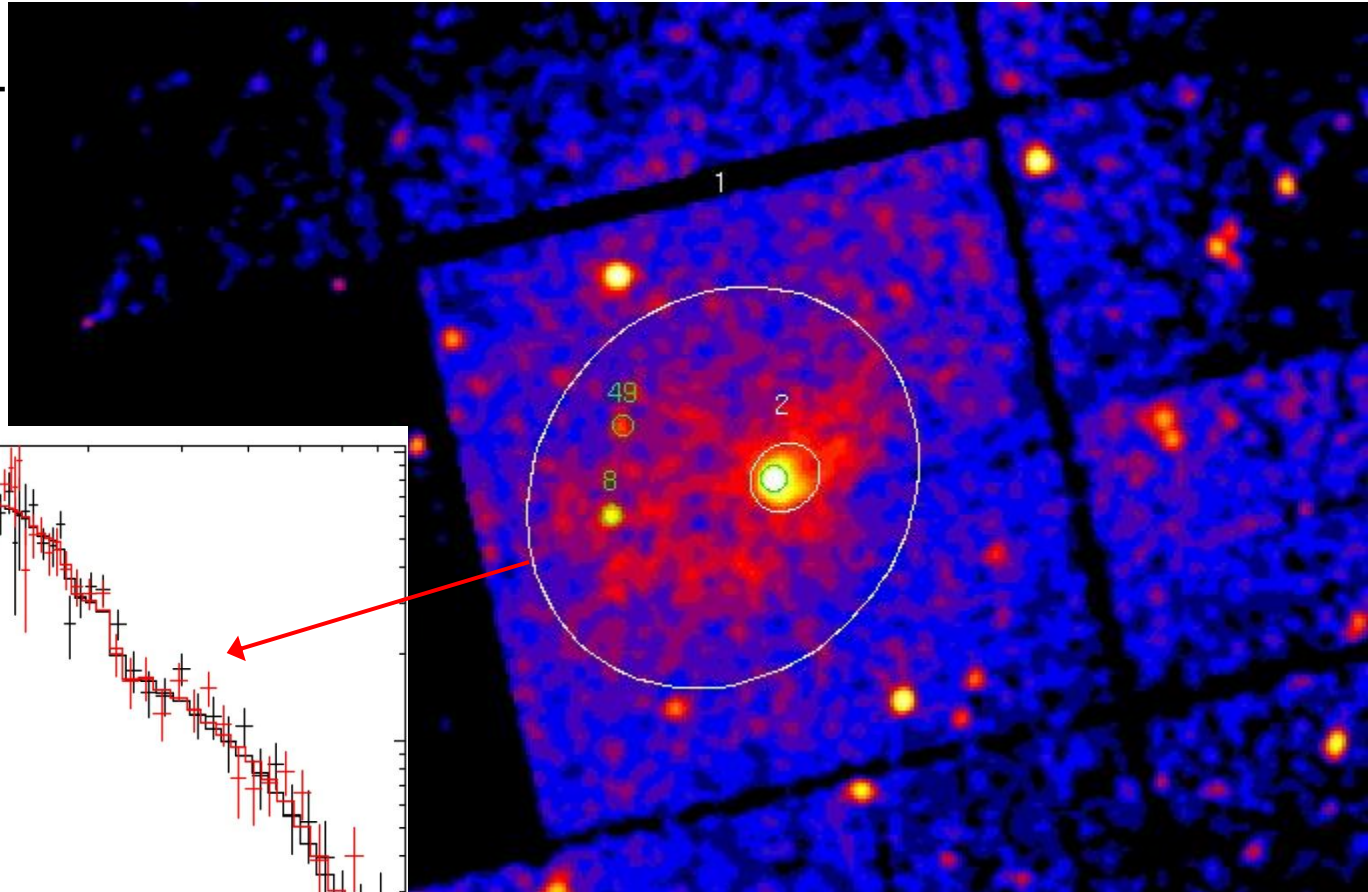
Obs.flux  $1.3 \cdot 10^{-13}$  erg cm $^{-2}$  s $^{-1}$   
(0.3-10 keV) 60% PSR, 40% PWN

PSR: 20% th, 80% non-th

# Il plerione esteso

Già visto da ROSAT  
& ASCA

(Seward et al.1995,  
Slane et al.1997)

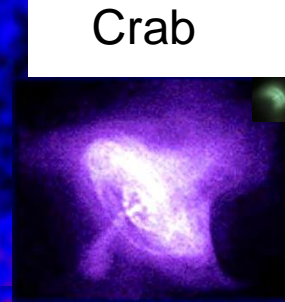
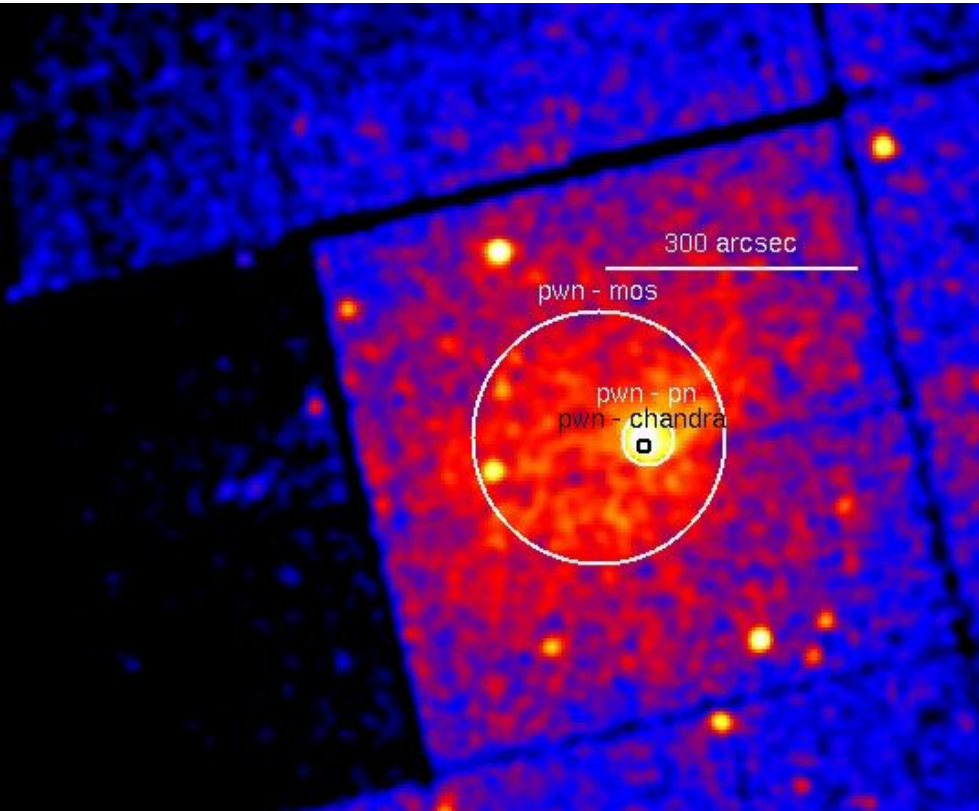


Nessuna significativa componente  
termica all'interno del FOV EPIC

Lo spettro si fa più ripido  
proporzionalmente al raggio

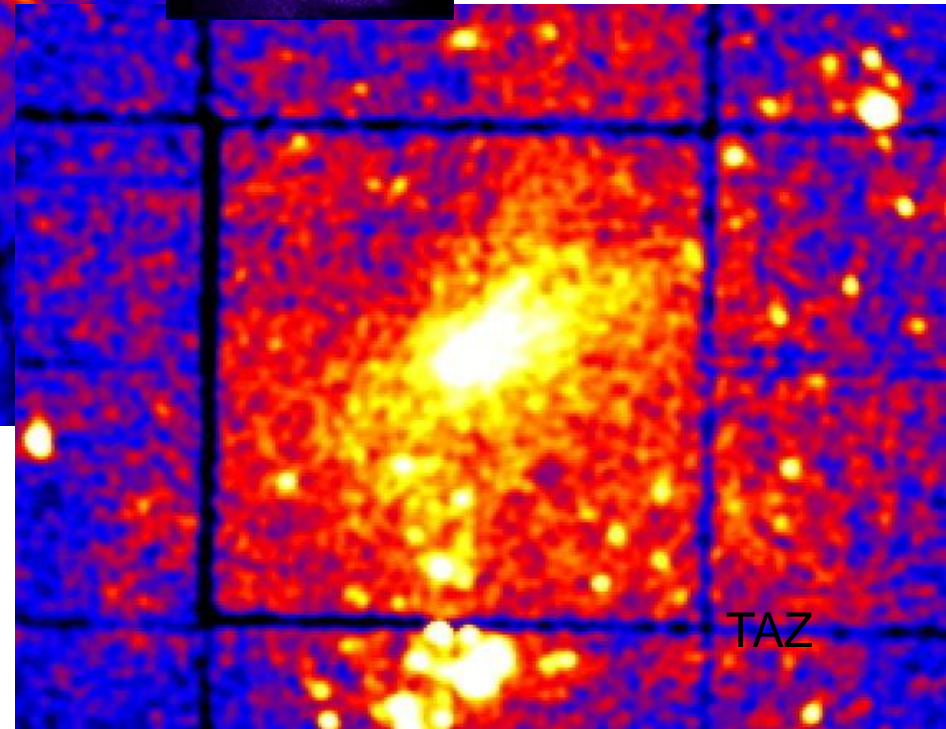


# Pwns: CTA1 - TAZ



Crab

Vela



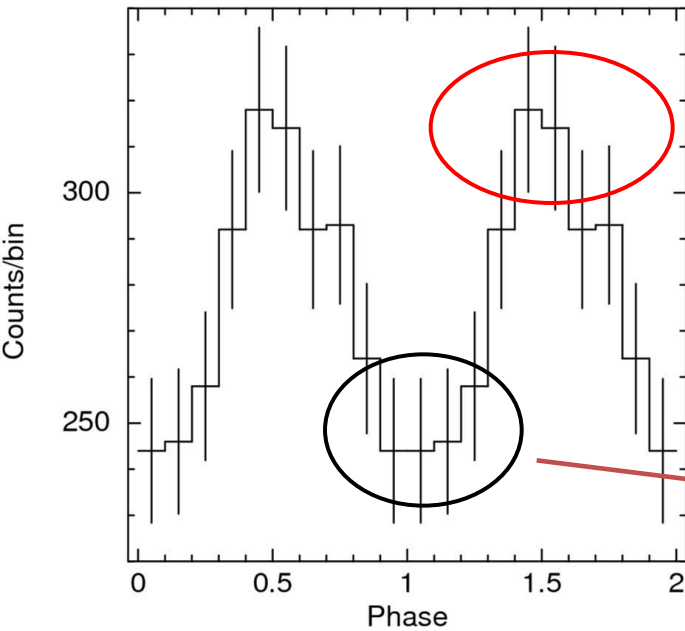
**Grandezza fisica per entrambe  
le pwns:**

**CTA1  $\sim 1.38\text{pc} = 4.26 \cdot 10^{18}\text{cm}$**

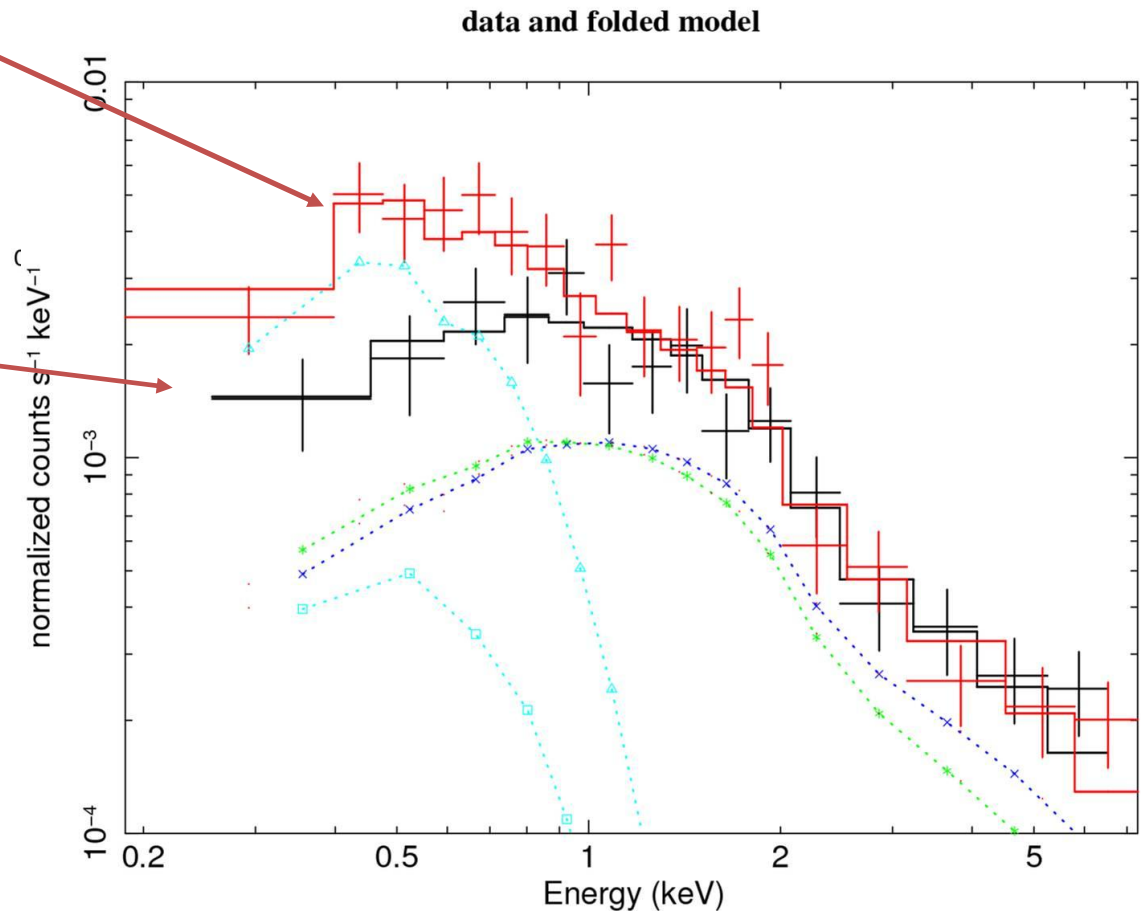
**TAZ  $\sim 2\text{pc} = 6.17 \cdot 10^{18}\text{cm}$**

La PWN della Crab ha circa un raggio di  $1.5 \cdot 10^{18}\text{cm}$  mentre Vela di circa  $1.5 \cdot 10^{17}\text{cm}$ ; esistono code di PSR che superano il pc (es. J1509-5850  $2.0 \cdot 10^{19}\text{cm}$ , J1740+1000  $6.2 \cdot 10^{18}\text{cm}$ )

# Spettroscopia risolta in fase



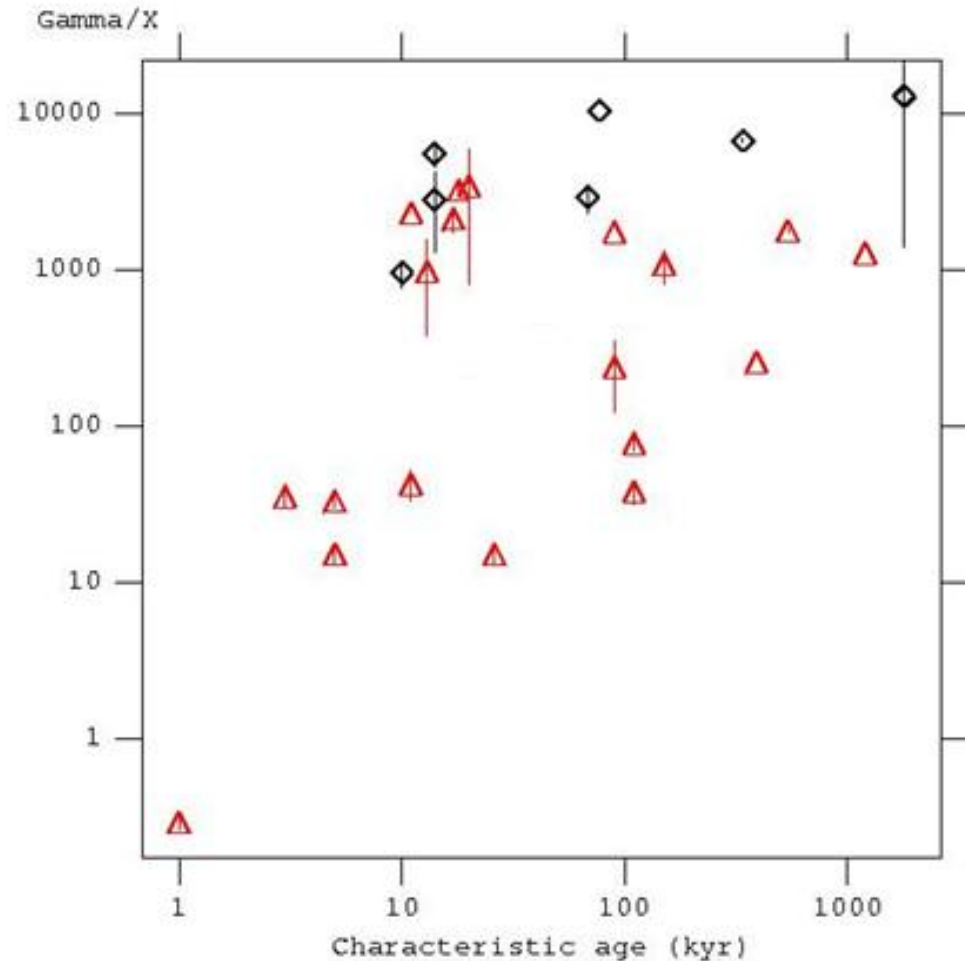
L'evoluzione spettrale è descritta al meglio da una modulazione  $\sim 100\%$  della componente Black Body



# Studio multilunghezza d'onda - scopo

1. Ricerca di una controparte :
  - XRT+blind search (scoperte 4 controparti)
  - Chandra+ottico (Morla, J1741)
  - Ricerca di pulsazioni tramite XMM
  - Osservazioni di archivio (Mouse)
2. Studio della pulsazione in X con XMM (CTA-1)
  - Come si relaziona alla pulsazione gamma? Regioni di emissione
  - Pulsazione della parte termica dello spettro: visione diretta del polo della pulsar
3. Studio della pulsar wind nebula: in che relazione è con le caratteristiche della pulsar? (CTA-1)
4. Vi sono correlazioni fra  $F_X$  non termico della PSR e  $F_{\text{gamma}}$ ?  $F_X$  della PWN e  $F_{\text{gamma}}$ ? Flussi in funzione dell'età? Altro? Soprattutto, c'è qualche differenza fra pulsar radio-loud e radio-quiet che possa portare ad accettare uno dei modelli di emissione delle pulsar?

# Flusso gamma su X: primi risultati



Molto preliminare...

(article in preparation)