

Reliktní záření

1948

Ralph Alpher

Hans Bethe

George Gamow

Robert Herman

horký model vzniku světa

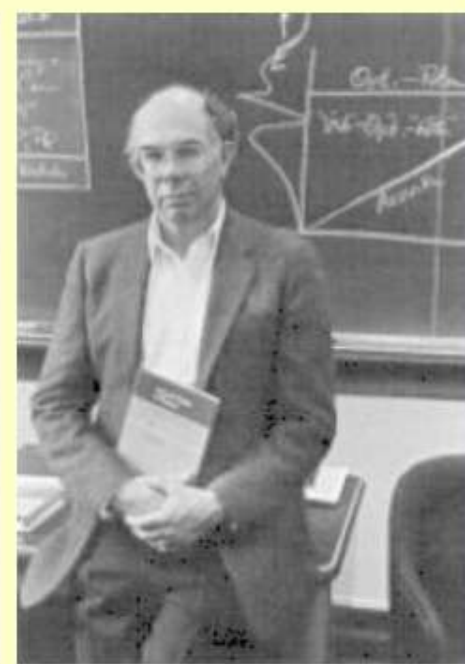
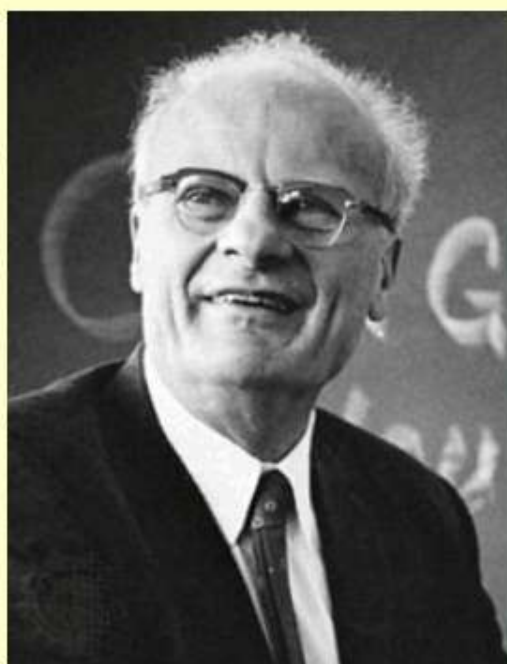
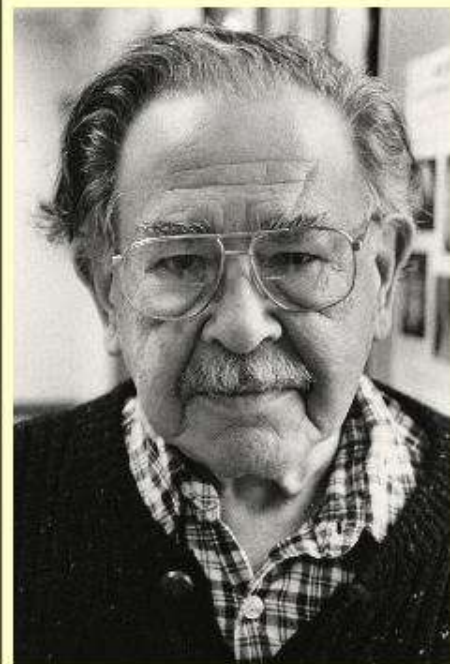
první model tvorby lehkých prvků

podpora Lemaitrova modelu Velkého třesku

$\alpha\beta\gamma$

předpověď reliktního záření (odhad 6 K, Alpher, Herman)

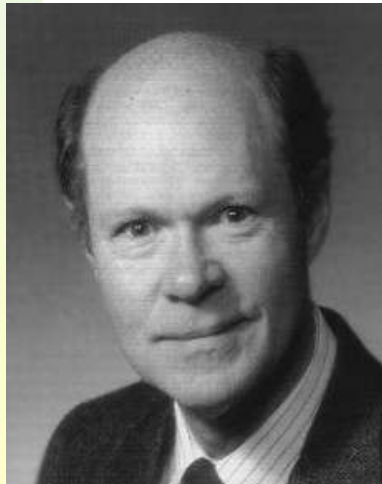
TJ syntéza ve hvězdách, CNO cyklus (Bethe)



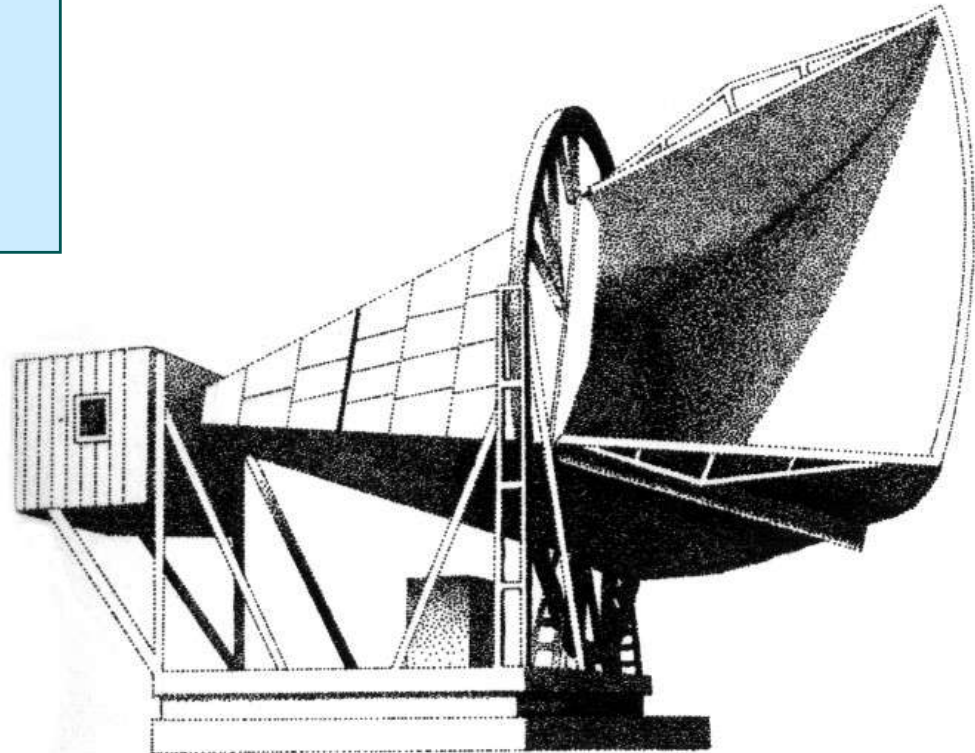
1965

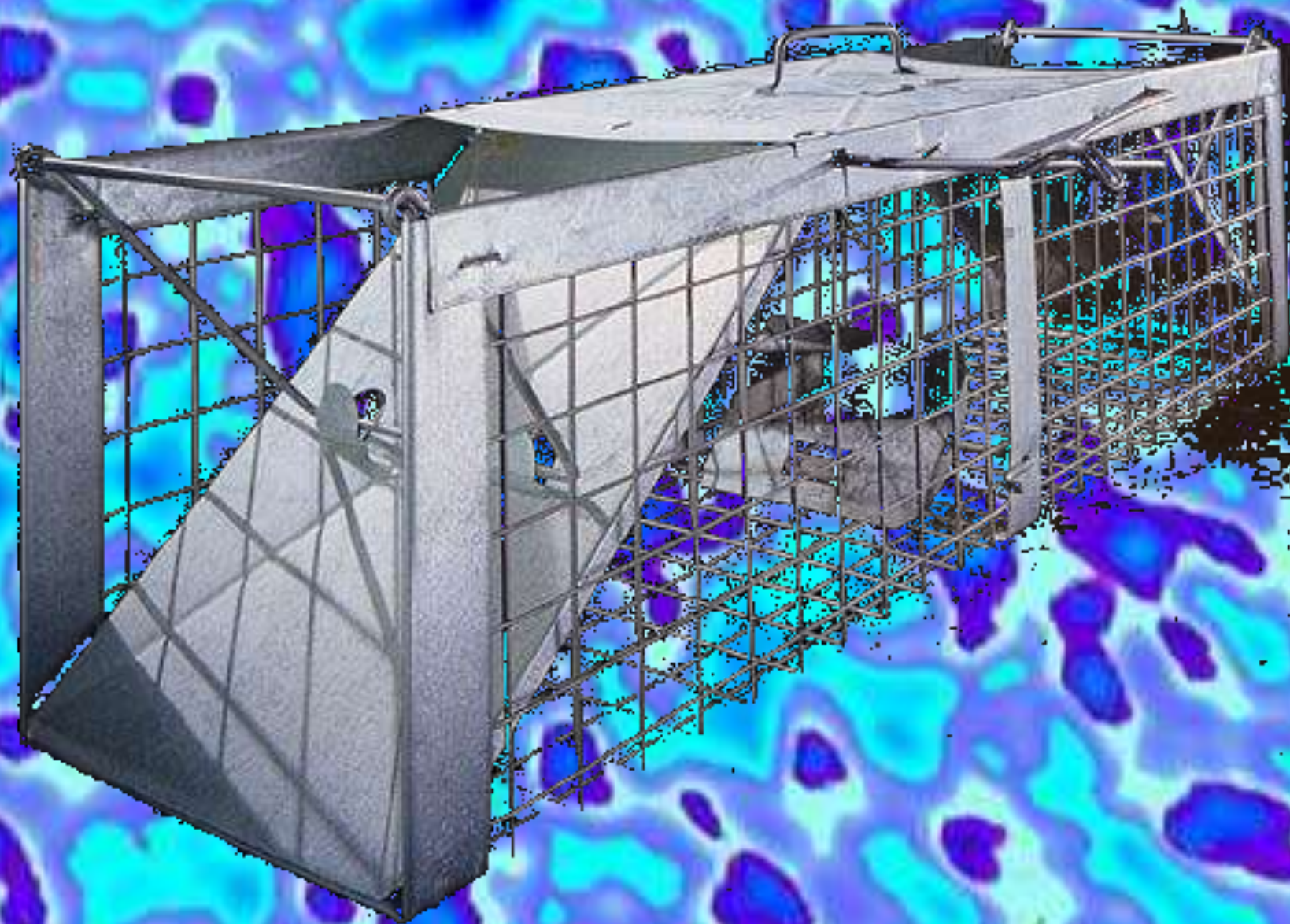
1960: A.B. Crawford navrhl anténu
pro sledování Echa
1963: ukončení sledování Echa
1965: radiové mapování mléčné dráhy
1965: Astrophysical Journal - dvojčlánek

umístění: Murray Hill, New Jersey
vlastník: Bell Telephone Laboratories
sběrná plocha: 25 m^2
citlivost dopředu/zpět: 3000:1
 $\lambda = 7,3 \text{ cm}$



Arno Penzias,
Robert Wilson, 1965





1989

COBE

1989 vypuštění družice

1992 objev fluktuací CMB

$$T = 2.73 \text{ K}$$

$$\delta T/T = 1/100\,000$$

teplotní rozlišení: $2 \mu\text{K}$

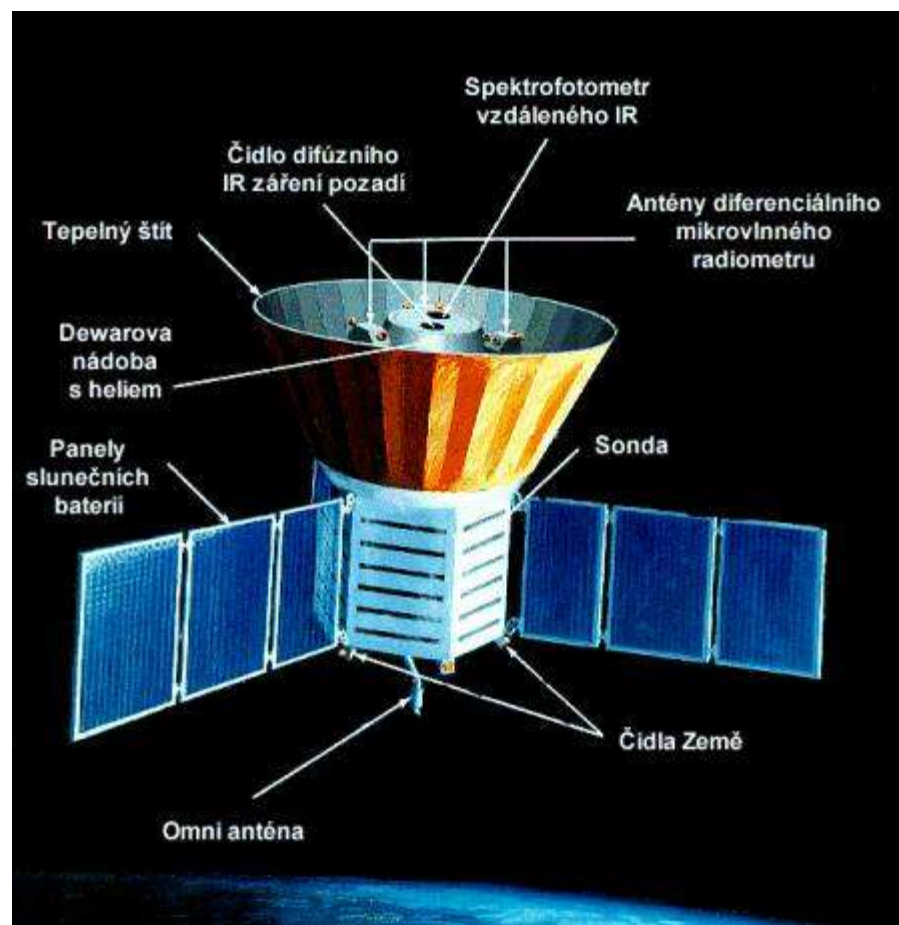
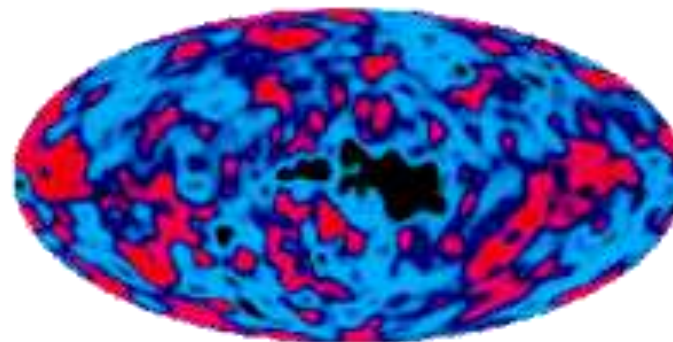
úhlové rozlišení 7°

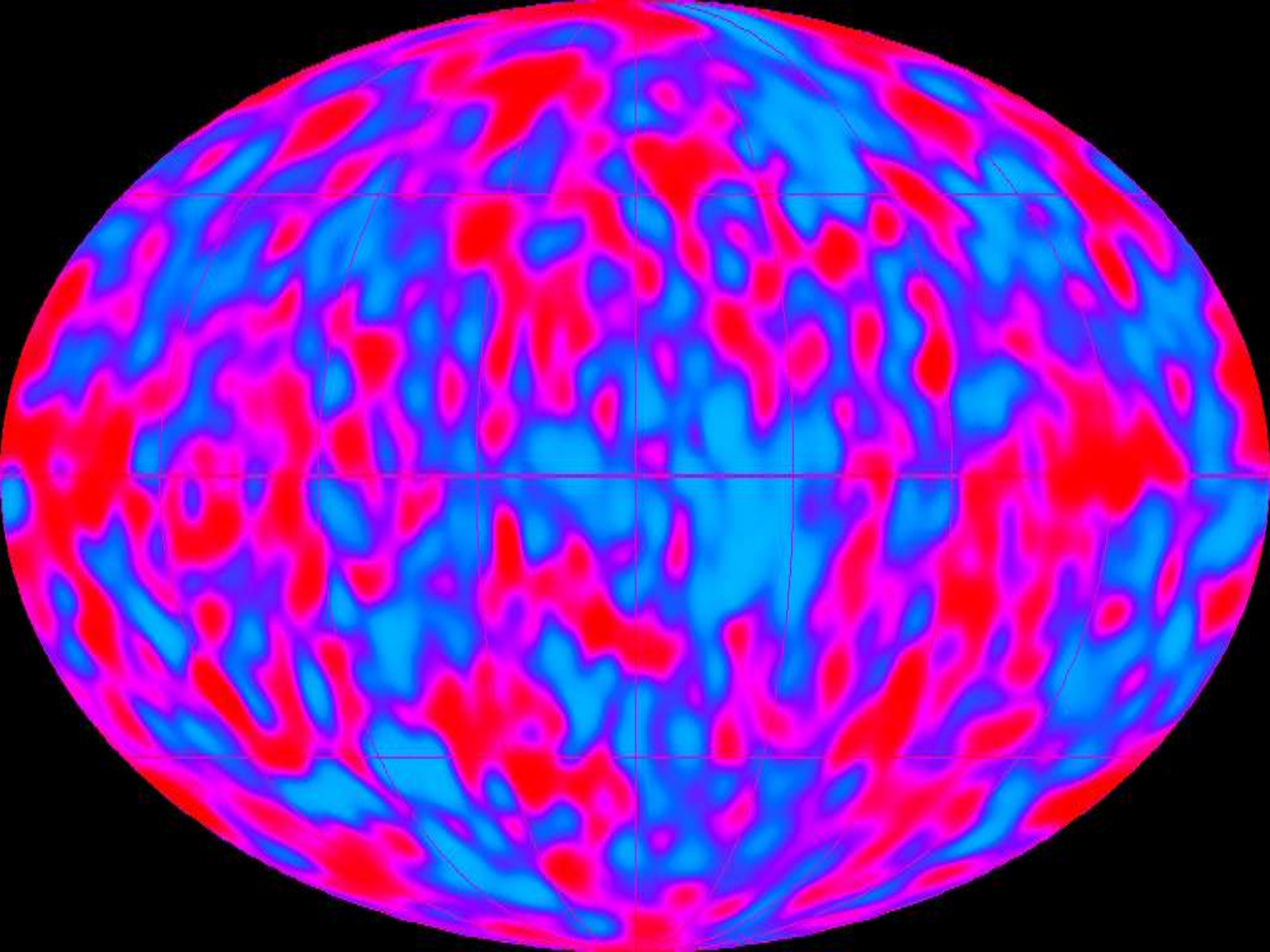
COBE 1992 (rozlišení 7°)

BOOMERanG 1998 (rozlišení $1/6^\circ$)

WMAP 2001 ($0,3^\circ$)

Planck 2009 ($0,17^\circ$)





NC 2006

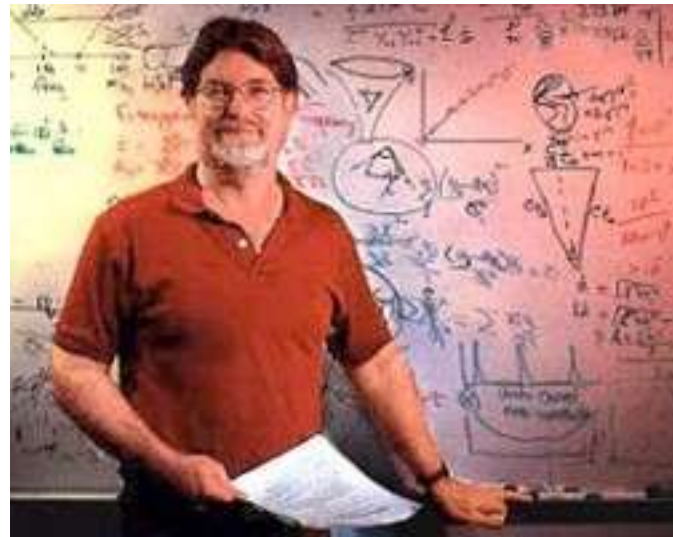
John. C. Mather (1946)

COBE, JWST, ALMA



George F. Smoot (1945)

COBE, HEAO, SLAC, Tevatron



1998

BOOMERANG - Balloon Observations Of Millimetric Extragalactic Radiation And Geophysics

stratosférický balón

37 km výška, Antarktida, Mt. Erebus

10,5 dne (29.12.1998-9.1.1999)

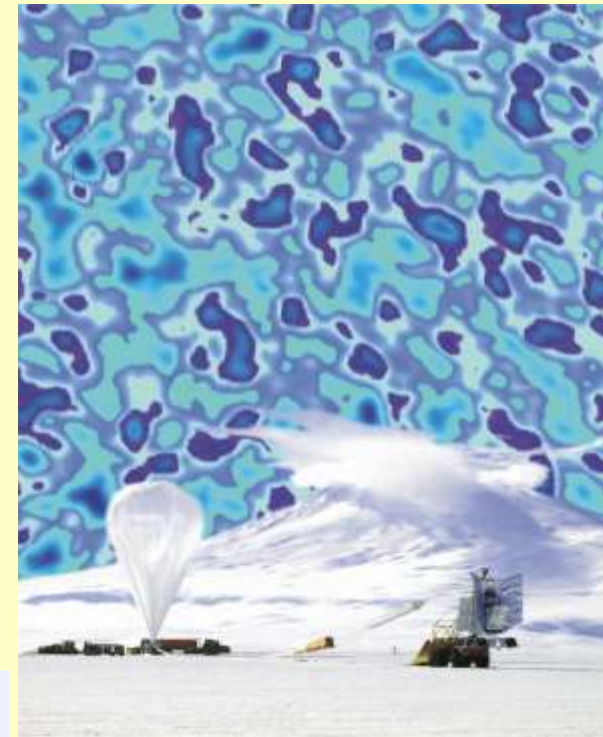
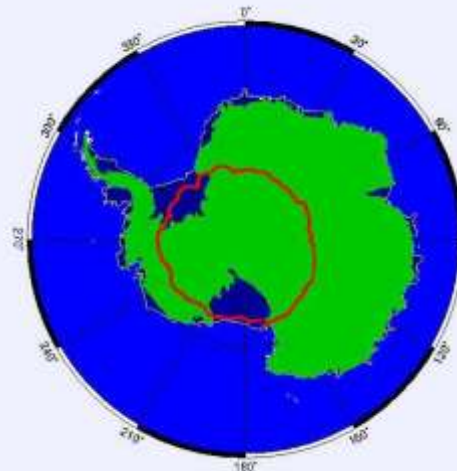
zrcadlo 1,2 m, vynášená hmotnost 1400 kg

detektory chlazené na 0,28 K

● 0,75 mm, 1,25 mm, 2 mm, 3 mm

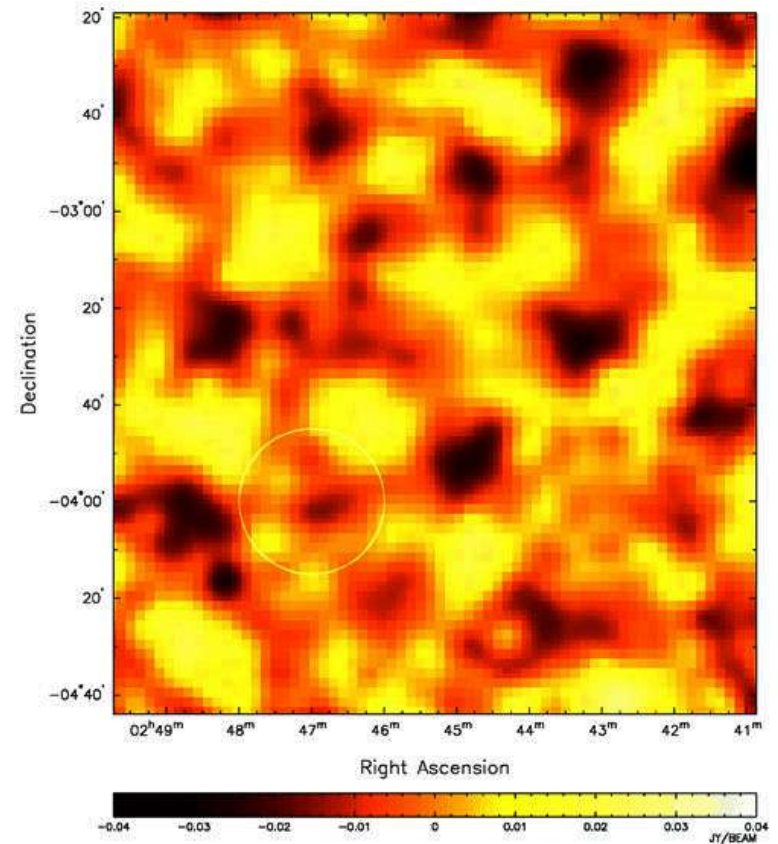
rozlišení: úhlové 10', teplotní 70 K

spektrum fluktuací: max 1° (plochý Vesmír)



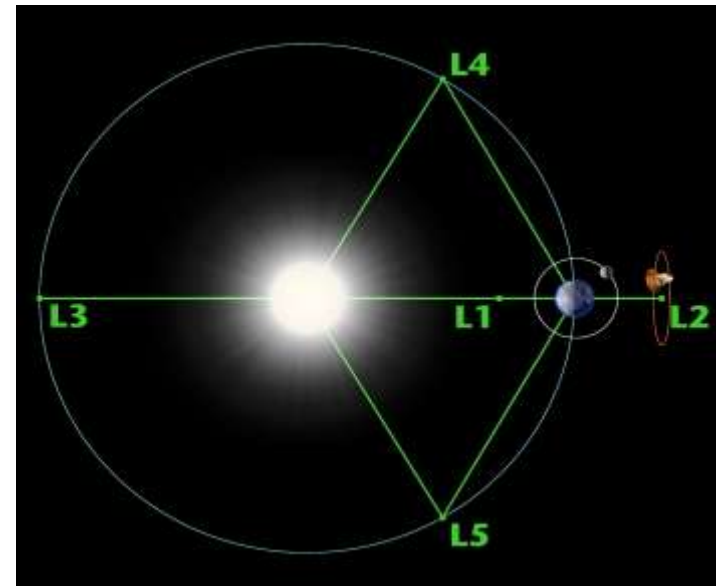
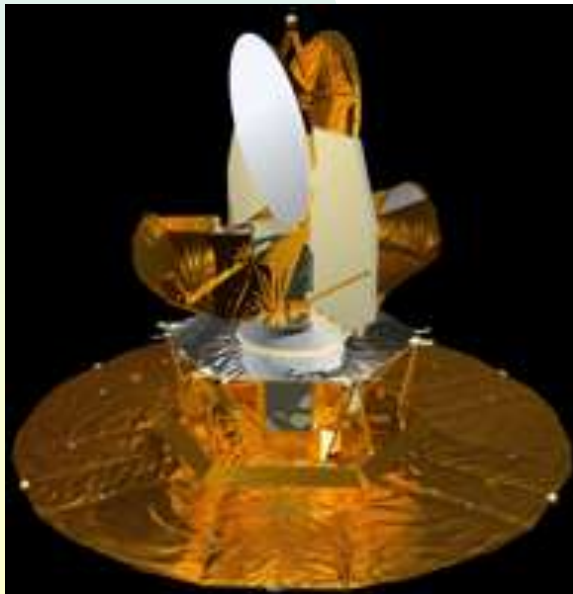
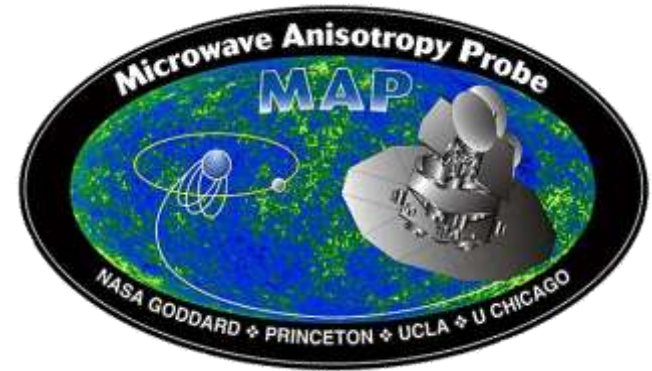
2002 CBI - Cosmic Background Imager

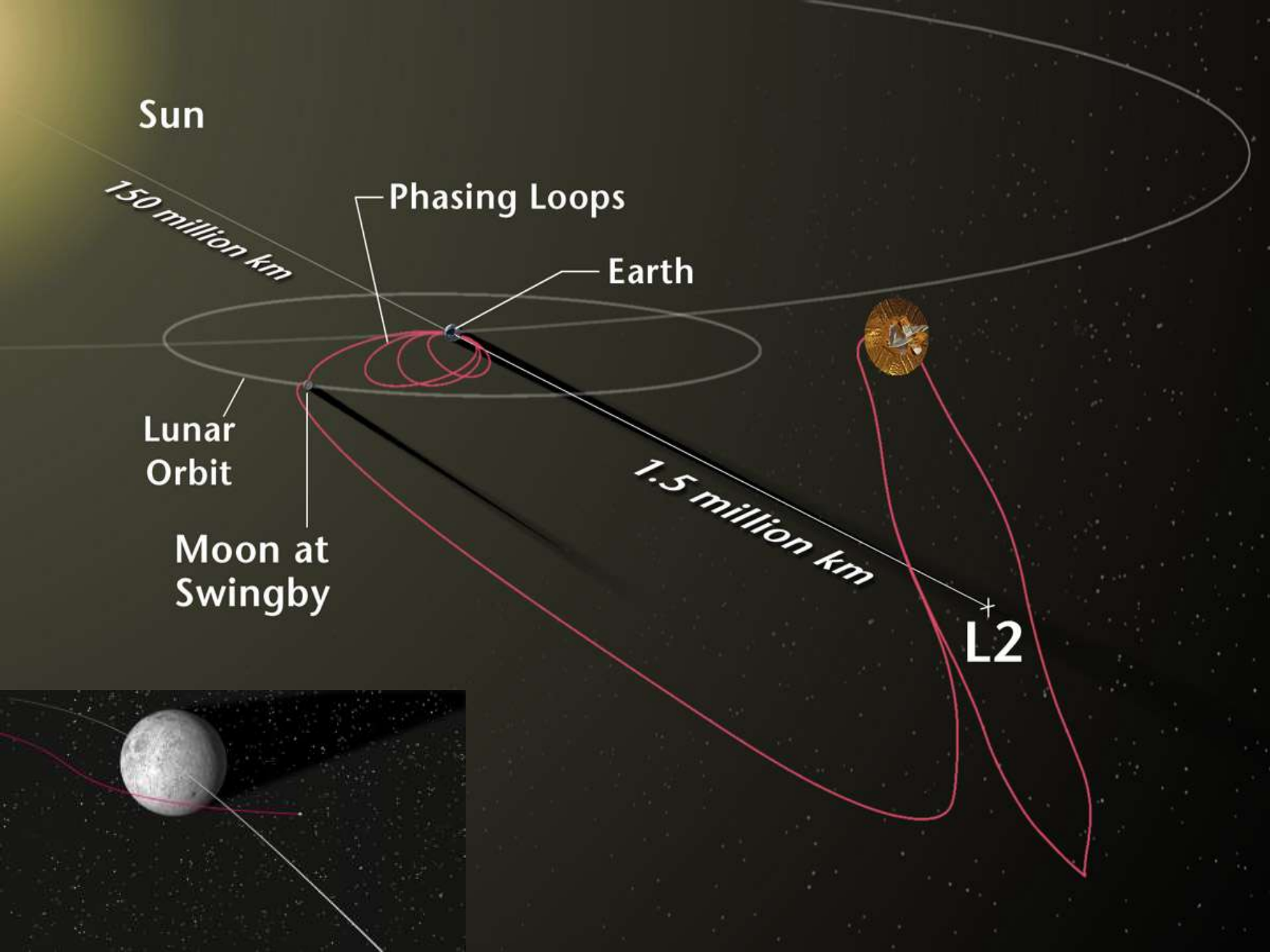
- San Pedro de Atacama , Llano Chajnantor, 5080 m.n.m.
- konstrukce: 13 prvků, antény průměr 90 cm, základna 6 m
- rozsah: 26 GHz – 36 GHz
- rozlišení: 4.5"
- zorné pole: 44'

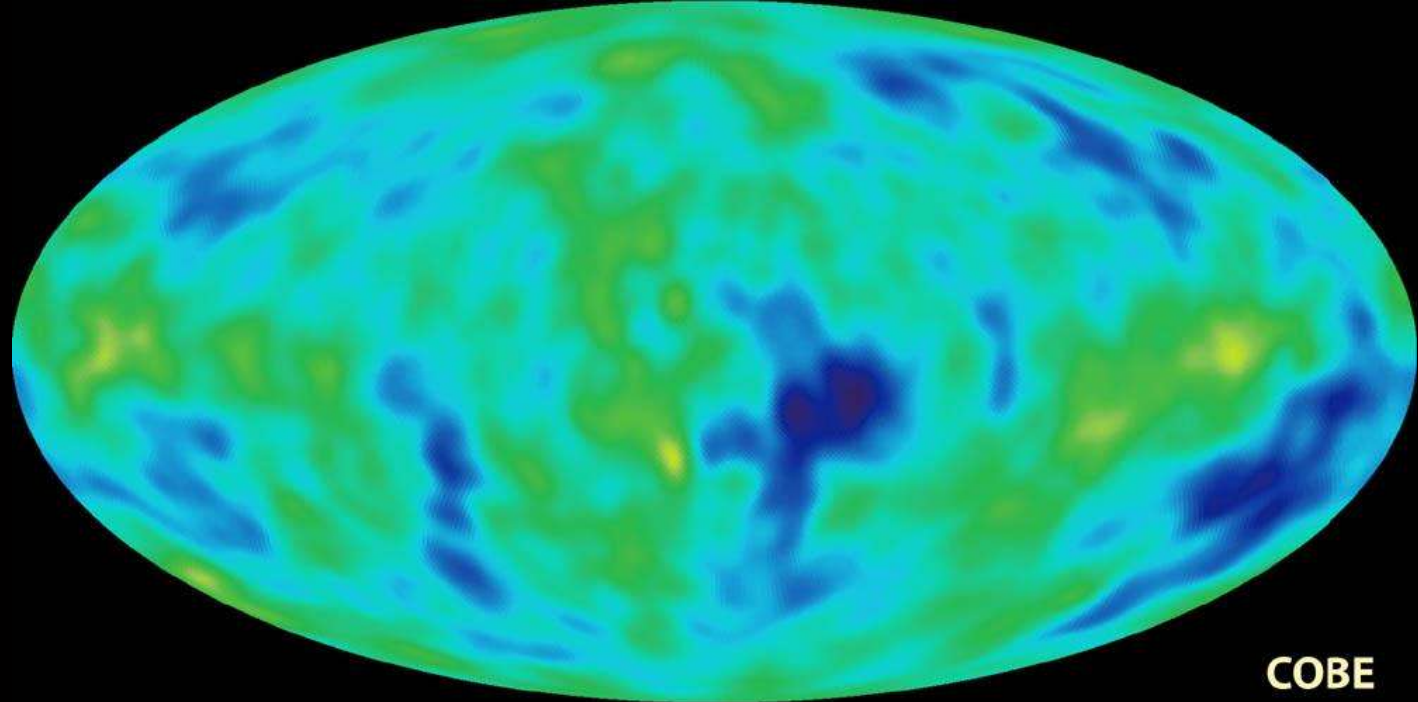


WMAP – Wilkinson Microwave Anisotropy Probe

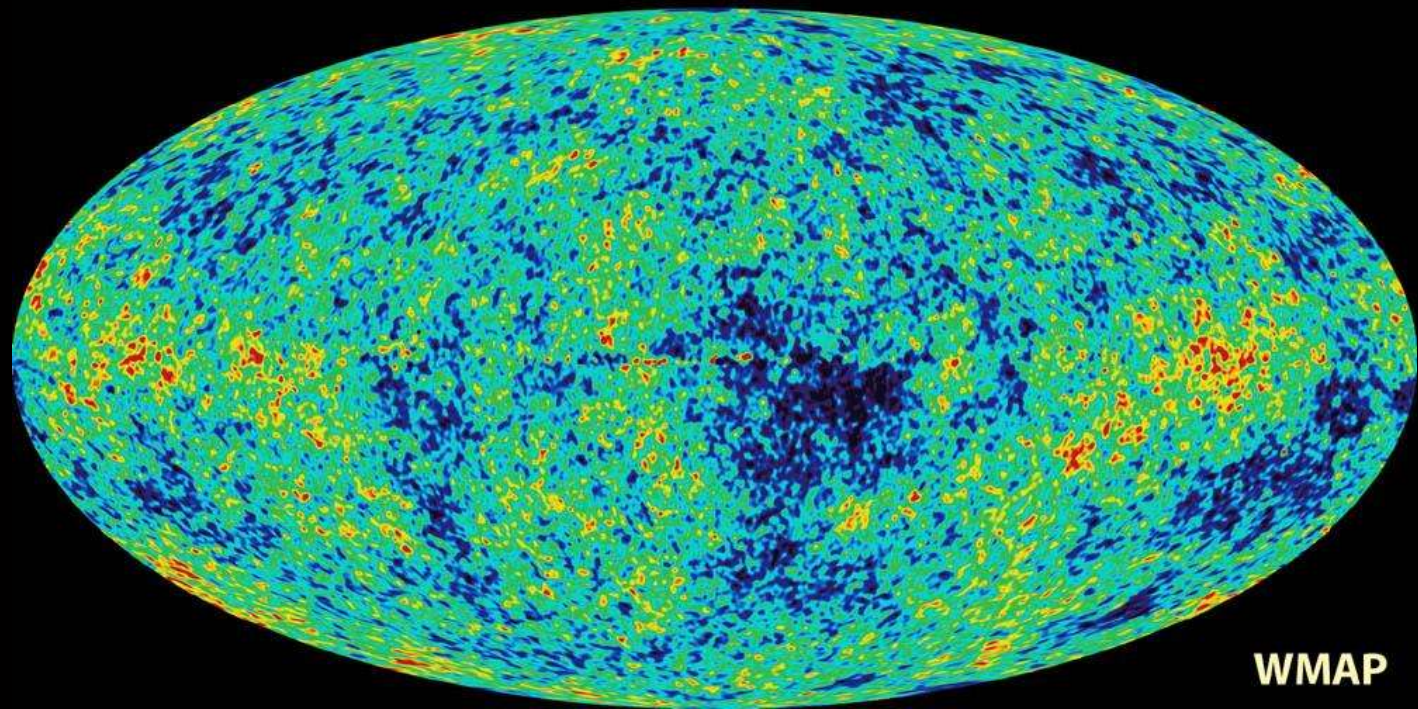
start: 30.6.2001
umístění: L2 Země-Slunce (1 500 000 km od Země)
na stanovišti: září 2001
pozorování: 24 měsíců
úhlové rozlišení: $0,3^\circ$
citlivost: 20 μ K
frekvenční pásmo: 22 GHz - 90 GHz (3 mm - 14 mm)
zrcadlo: $1,4 \times 1,6$ m
konečná hmotnost sondy: 830 kg



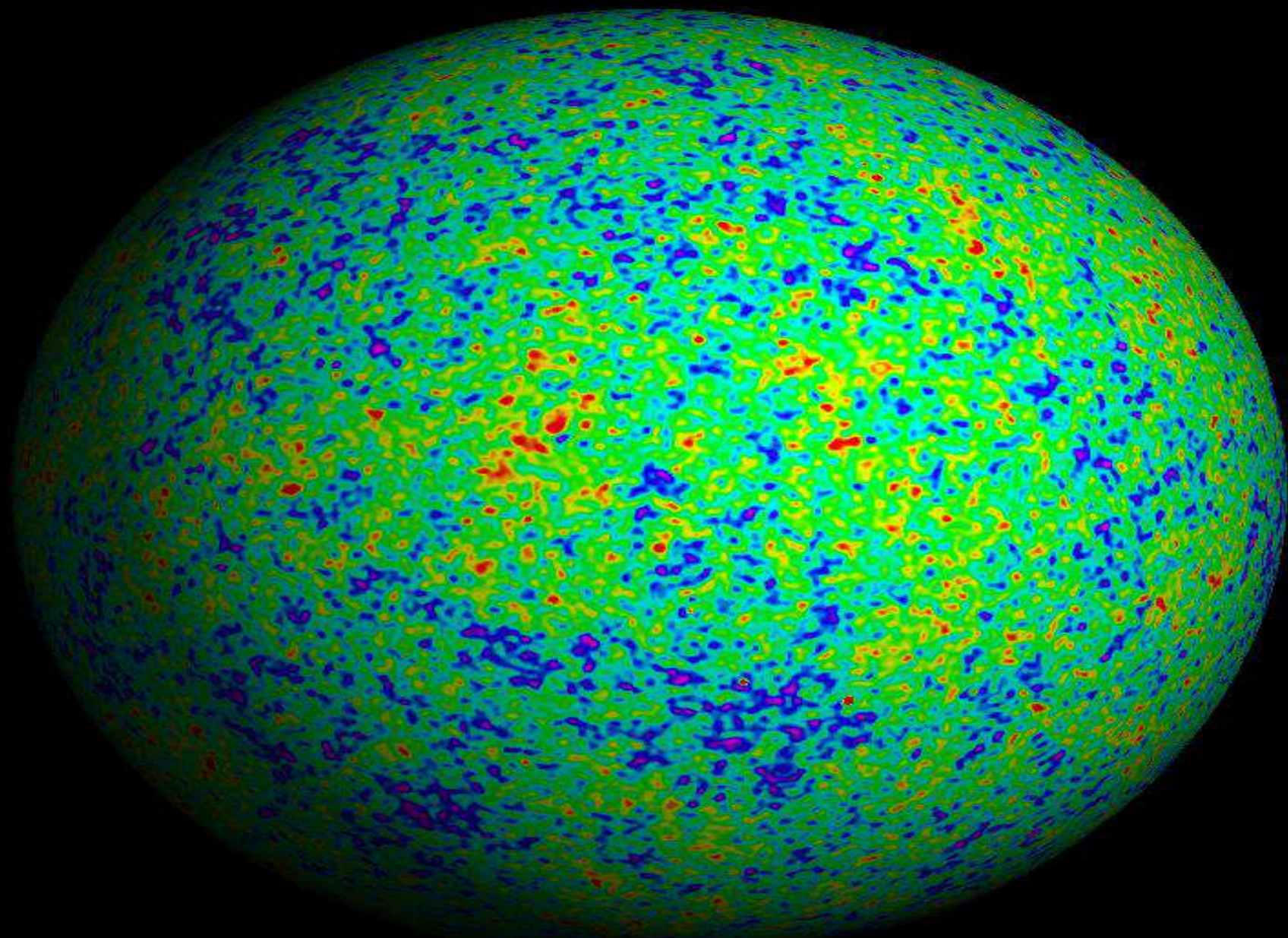




COBE



WMAP



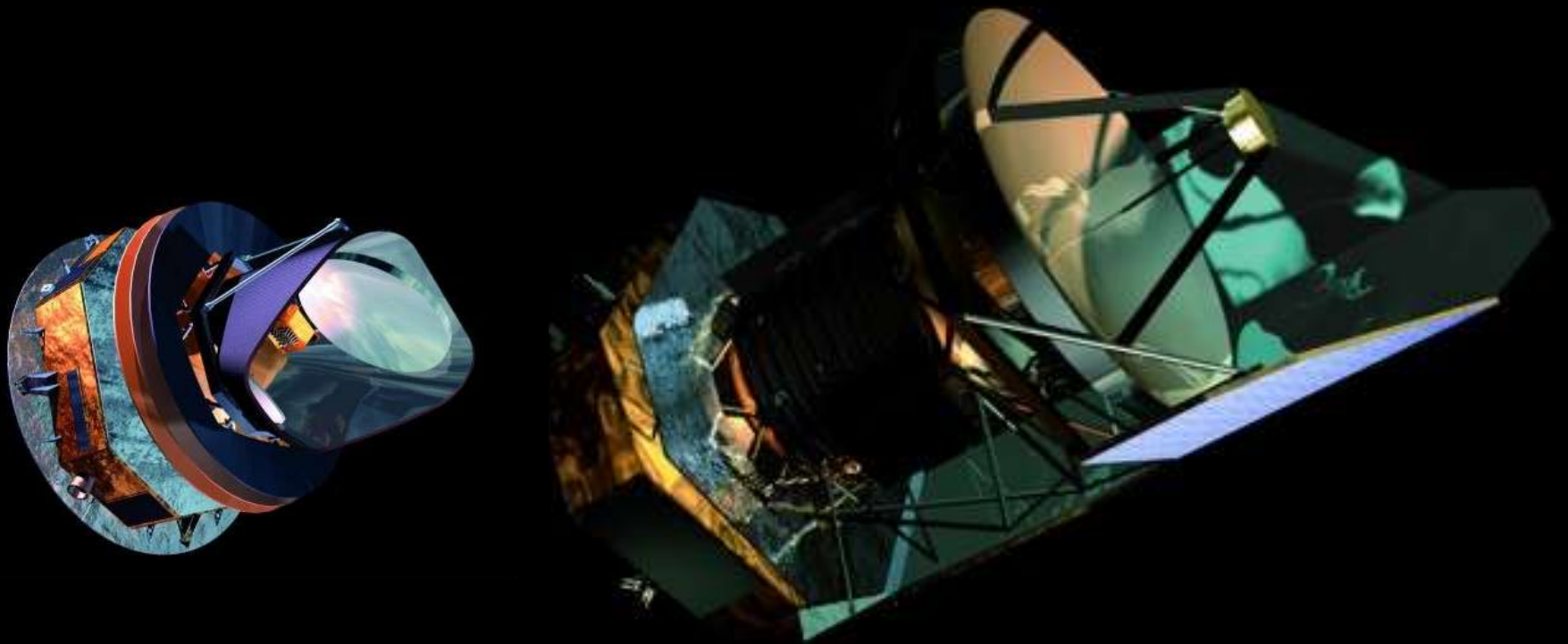
Základní parametry - WMAP 11.2.2003

Hubbleova konstanta	$(71 \pm 4) \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$
stáří vesmíru	$(13,7 \pm 0,2) \text{ miliard let}$
doba oddělení reliktního záření od hmoty	$\sim 380\,000 \text{ let}$
vznik prvních hvězd	$\sim 400\,000\,000 \text{ let}$
křivost vesmíru	Plochý
celková topologie vesmíru	zatím neurčena
kosmologická konstanta	$0.73 \pm 0,04$

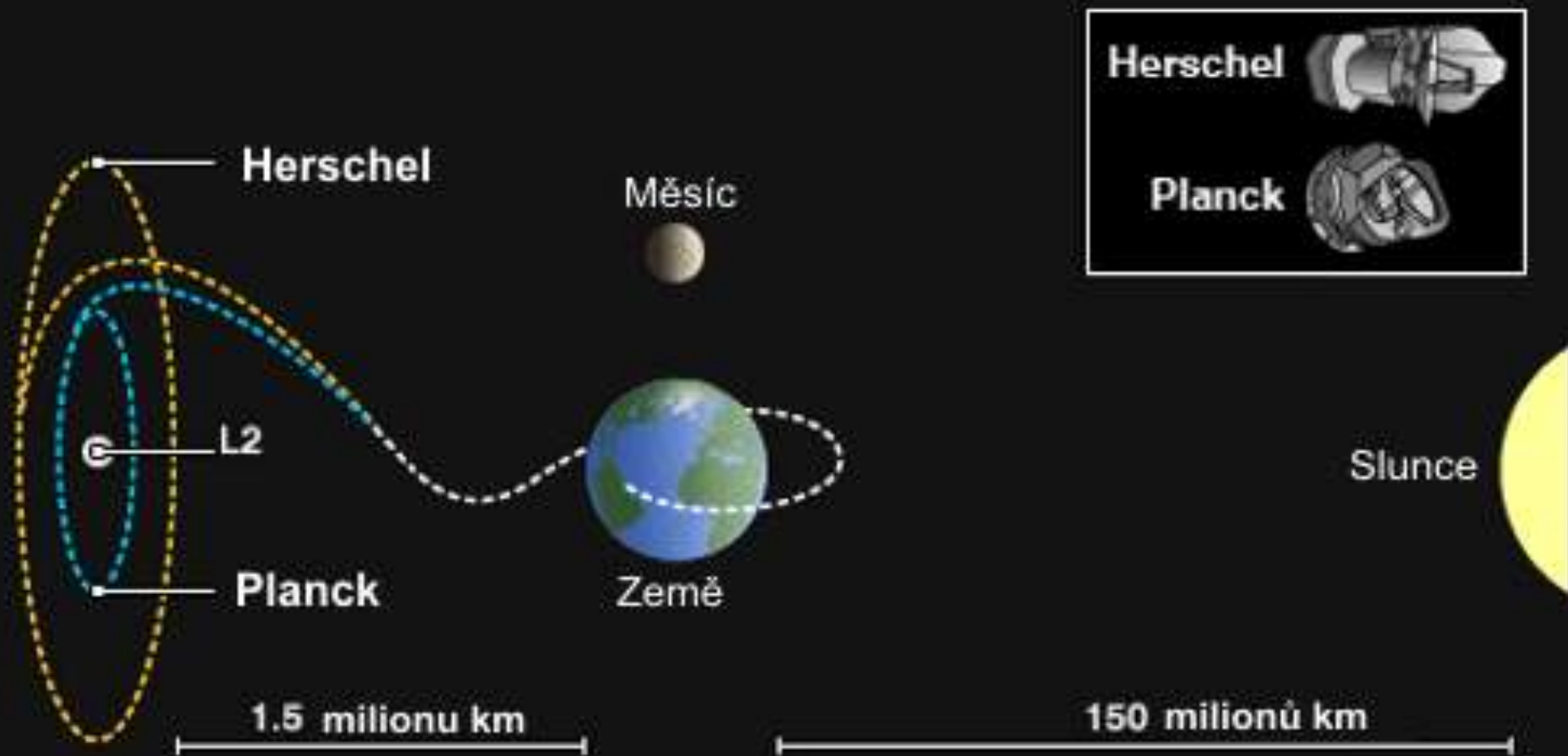
Složení vesmíru - WMAP 11.2.2003

vakuová energie (skrytá, temná energie)	$(73 \pm 4) \%$
skrytá hmota (nebaryonová, temná hmota)	$(23 \pm 2) \%$
baryonová hmota (atomární, svítící hmota)	$(4 \pm 0,2) \%$

Planck & Herschel



Planck & Herschel



objekty a vzdálenosti nejsou ve stejném měřítku

Ariane 5 ECA



**Test nového motoru VULCAN 2
150 tun kyslíku, 25 tun vodíku,
540 sec, cca 200 km vysoko**

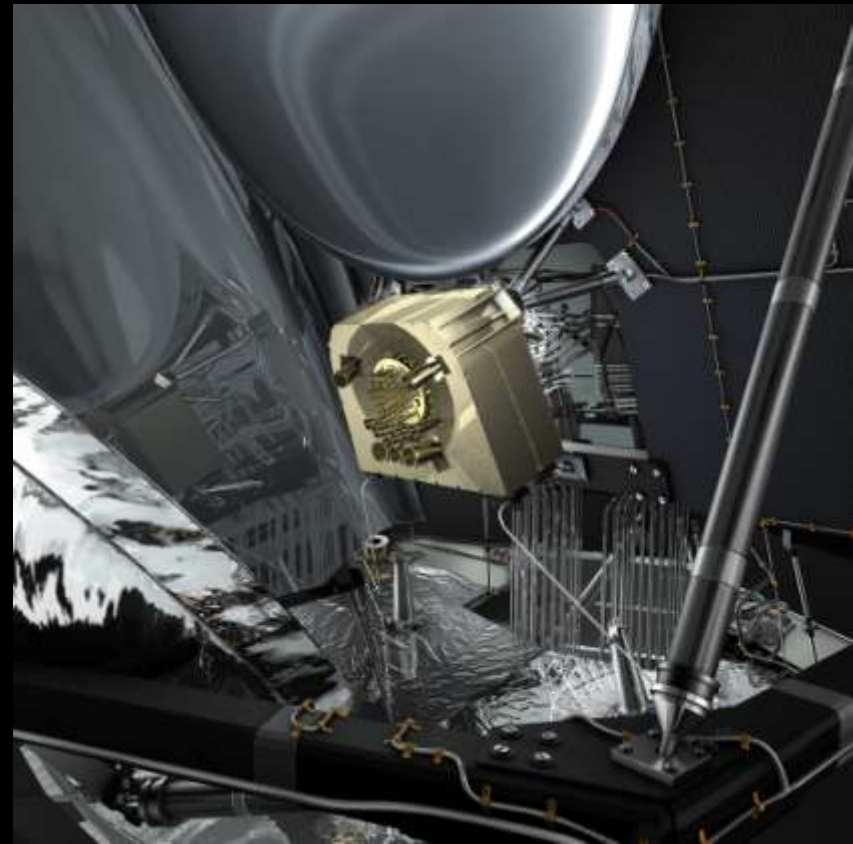
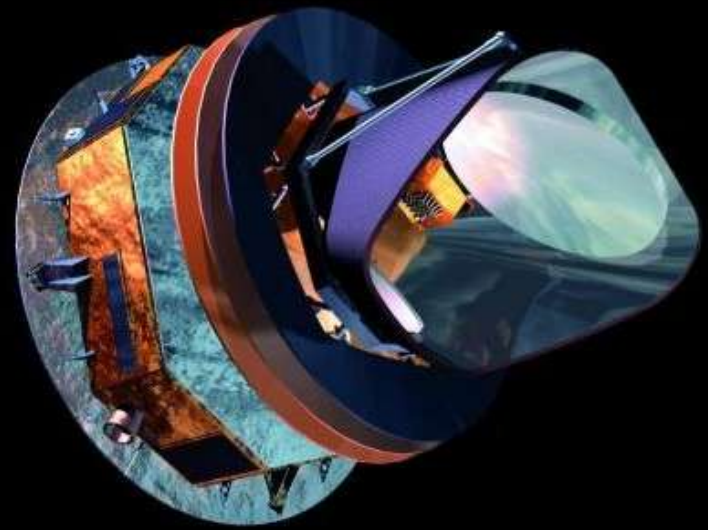


14. května 2009

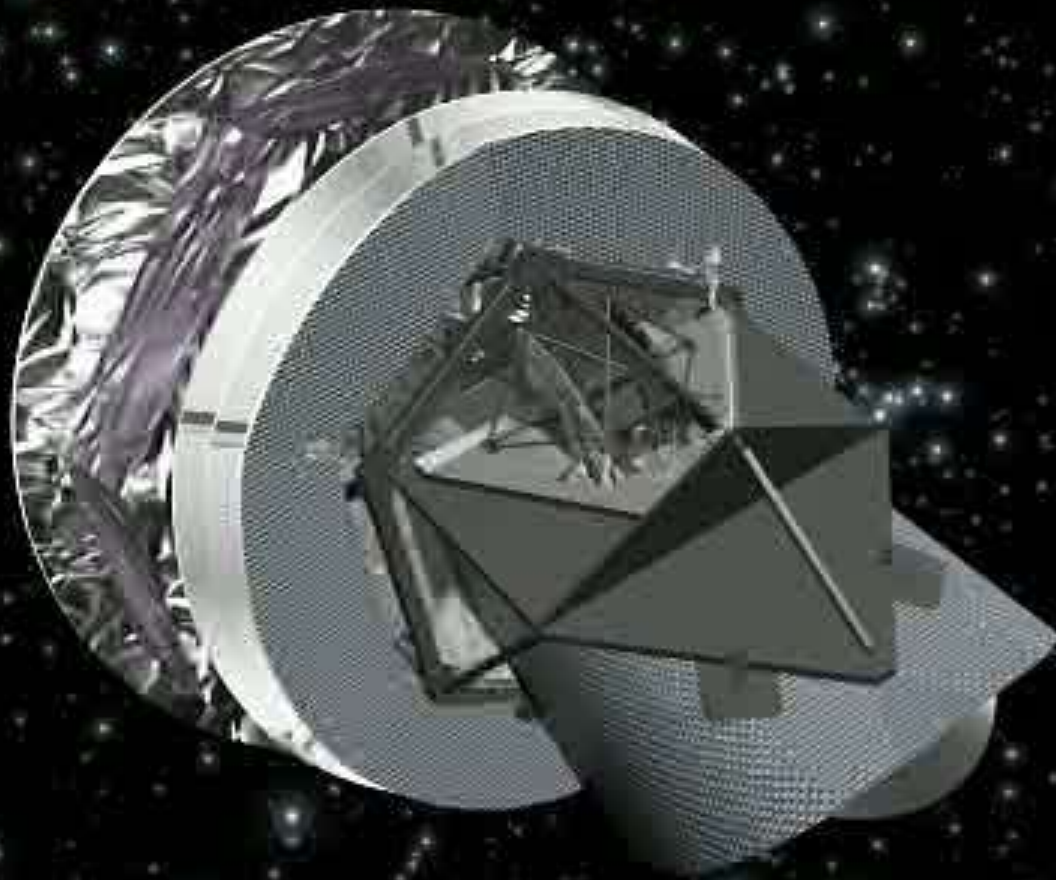


Planck

- zrcadlo: $1,9 \times 1,5$ m
 - hmotnost zrcadla 28 kg!!!
 - sonda: $4,2 \times 4,2$ m
 - hmotnost: 1800 kg
 - plánované úhlové rozlišení: $0,17^\circ$
 - obor: mikrovlny až submilimetry
 - tepelné rozlišení: $2 \mu\text{K}$
 - životnost: 15 měsíců
 - teplota: $-273,05^\circ\text{C}$
 - cena: 700 milionů €
-
- 1 pasivní chladič (vyzařováním)
 - 3 aktivní chladiče:
 - 20 K Jet Propulsion Laboratory, USA
 - 4 K Rutherford Appleton Laboratory, UK
 - 0,1 K Institut Néel, Grenoble

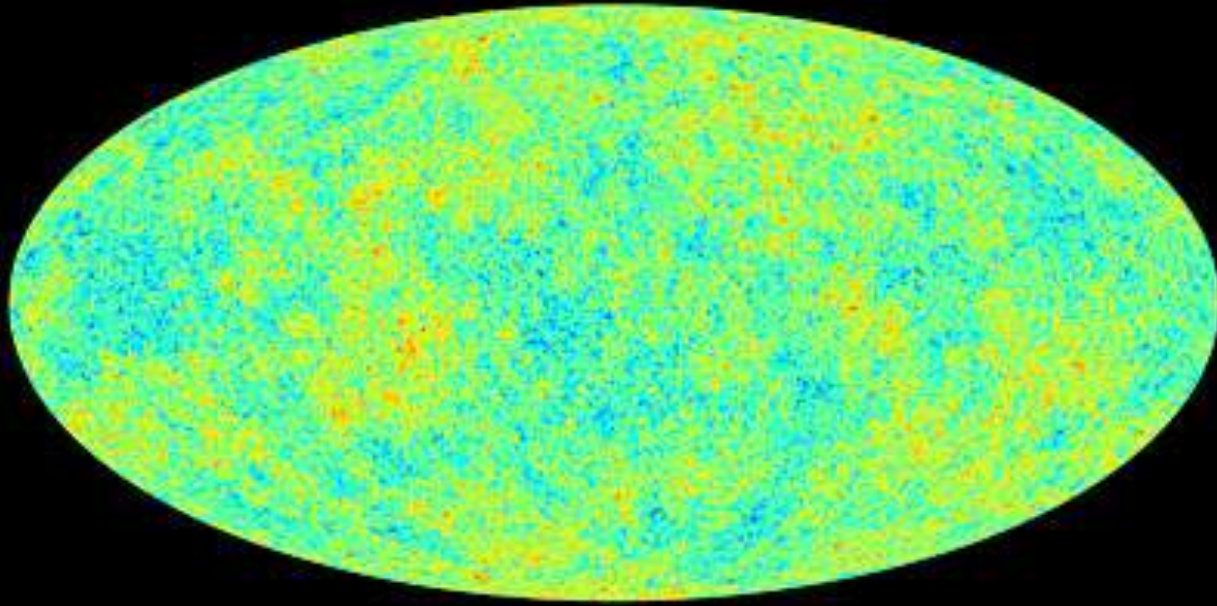


Planck

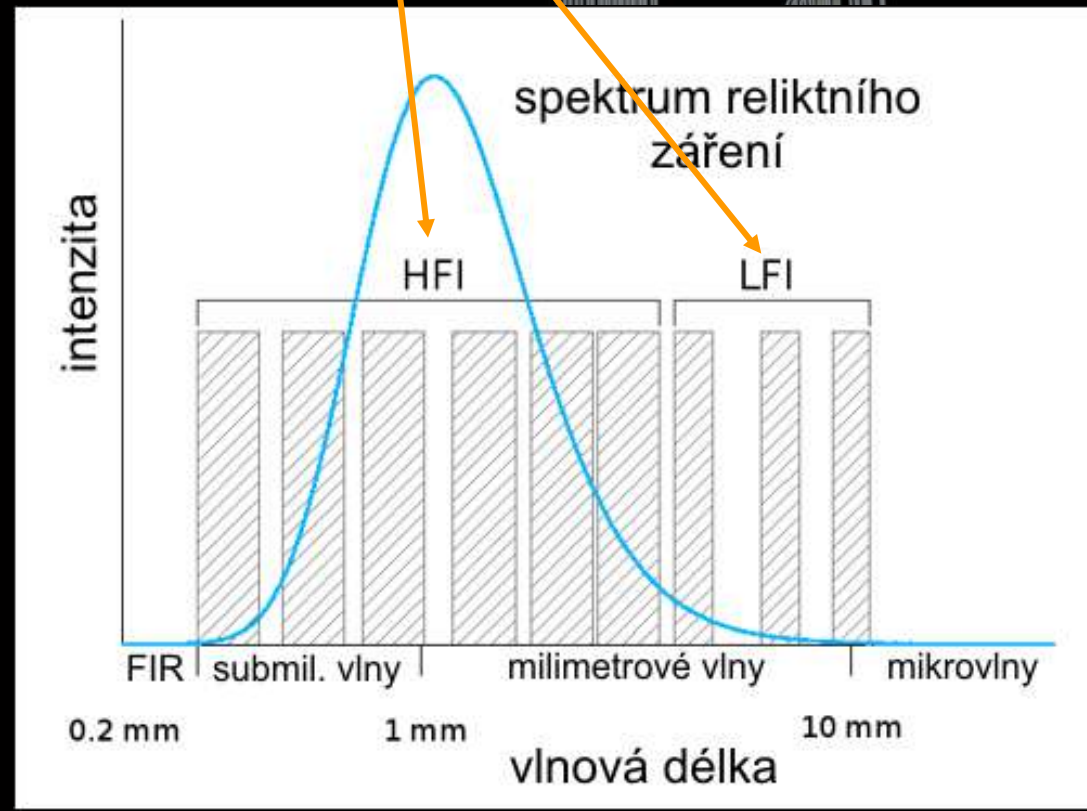
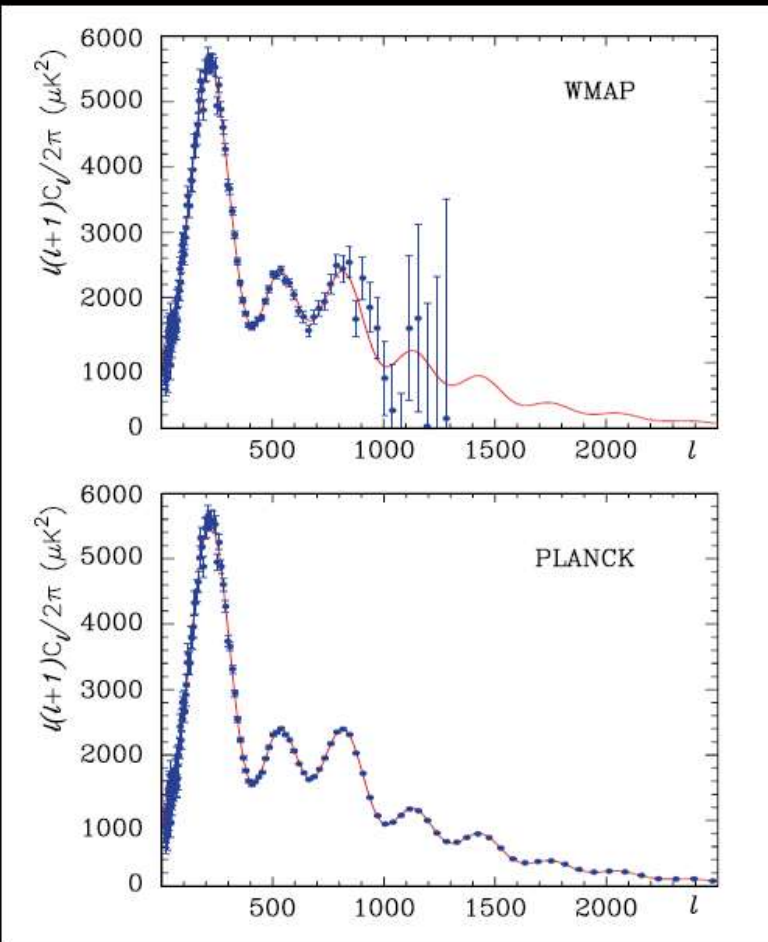
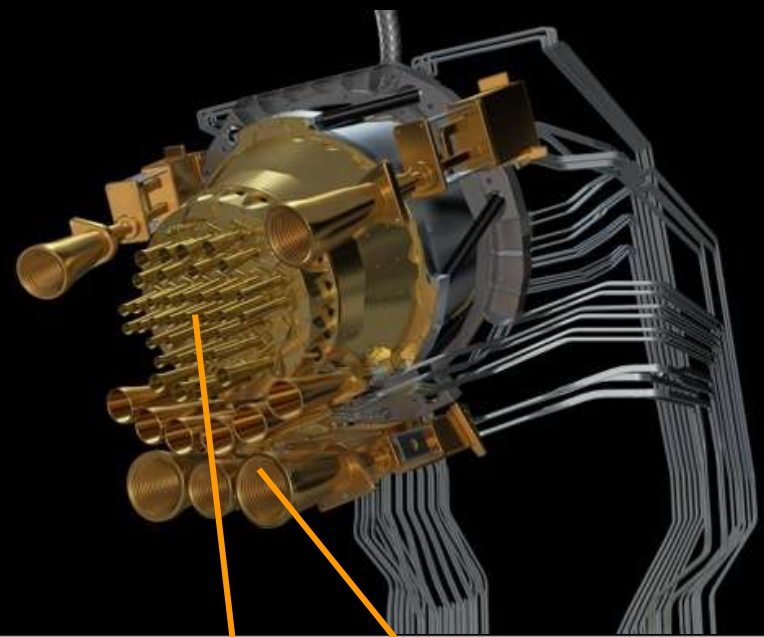


Planck – cíle

- teplotní fluktuace reliktního záření
- polarizace reliktního záření
- stavová rovnice temné energie
- výzkum velkorozměrových struktur ve vesmíru
- rozložení temné hmoty

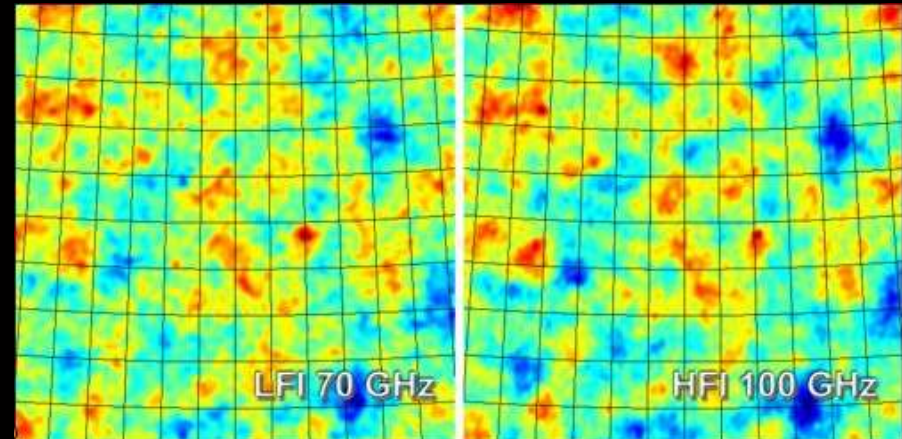
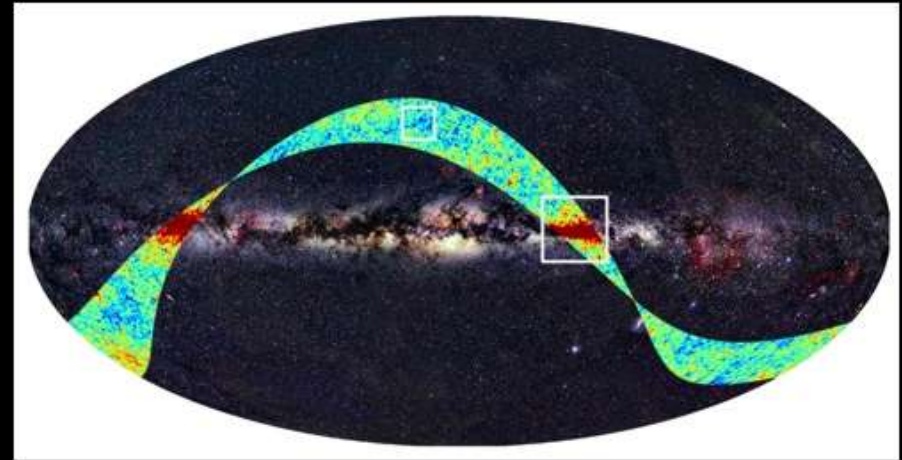


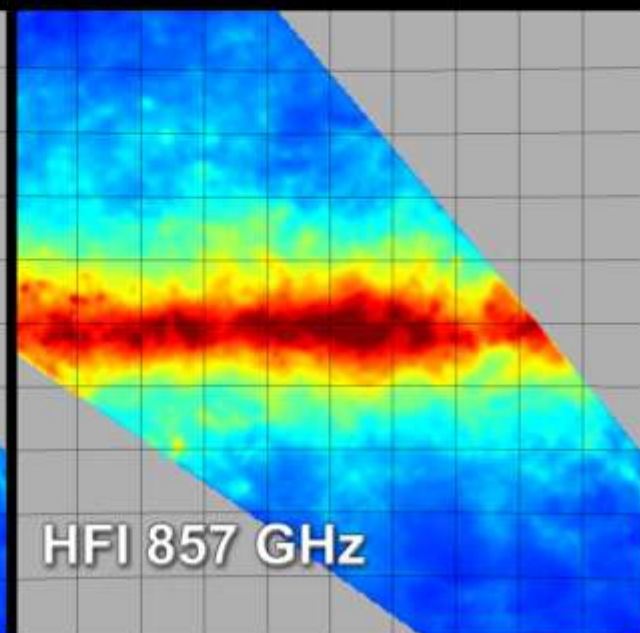
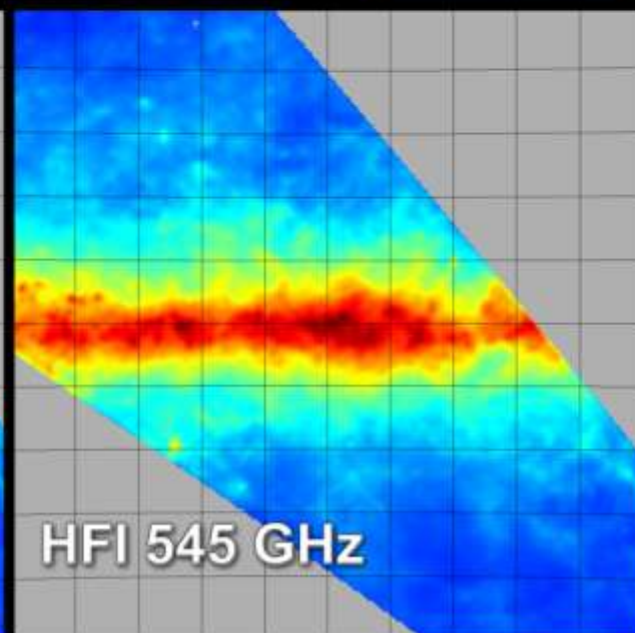
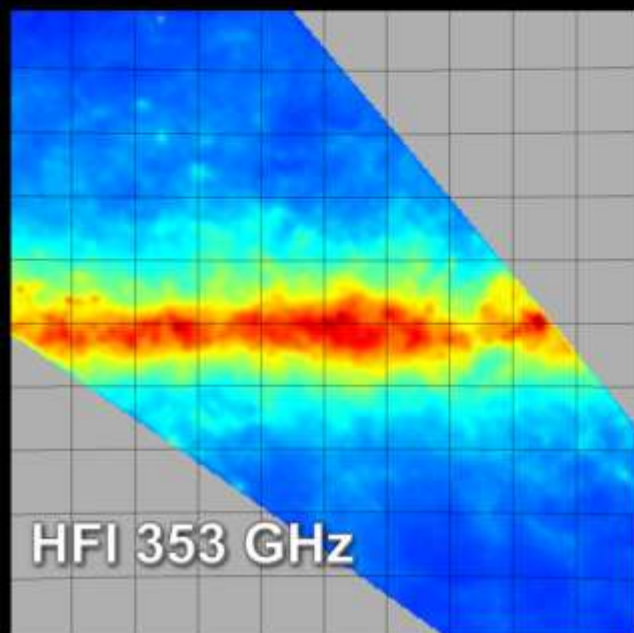
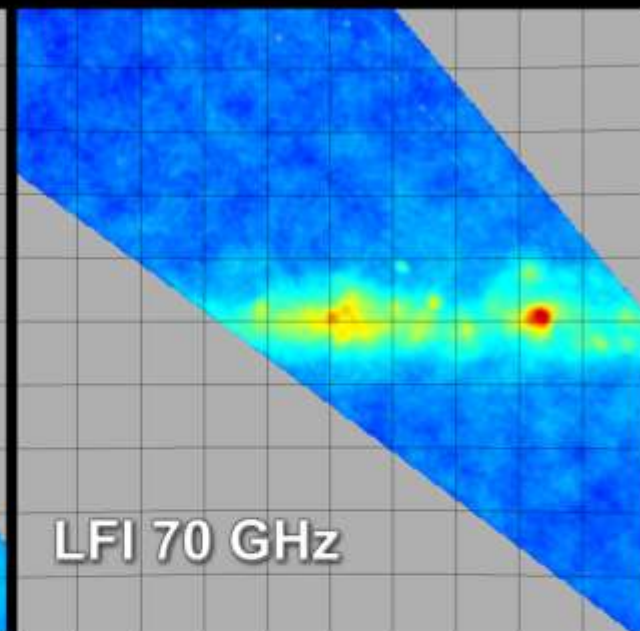
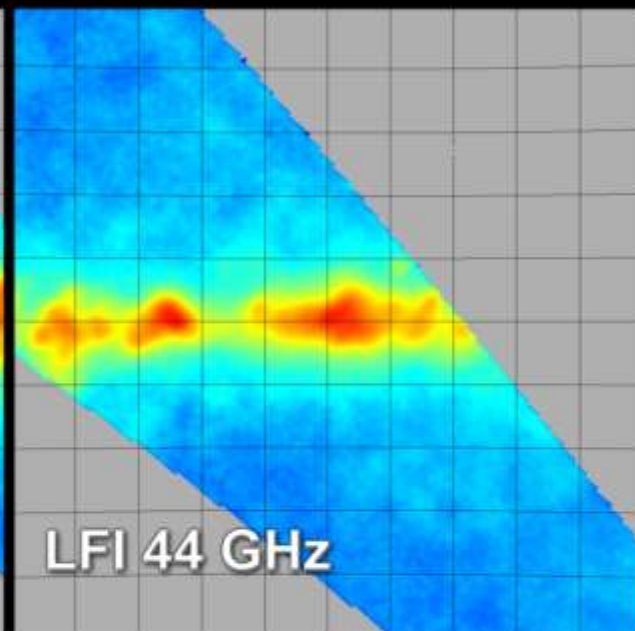
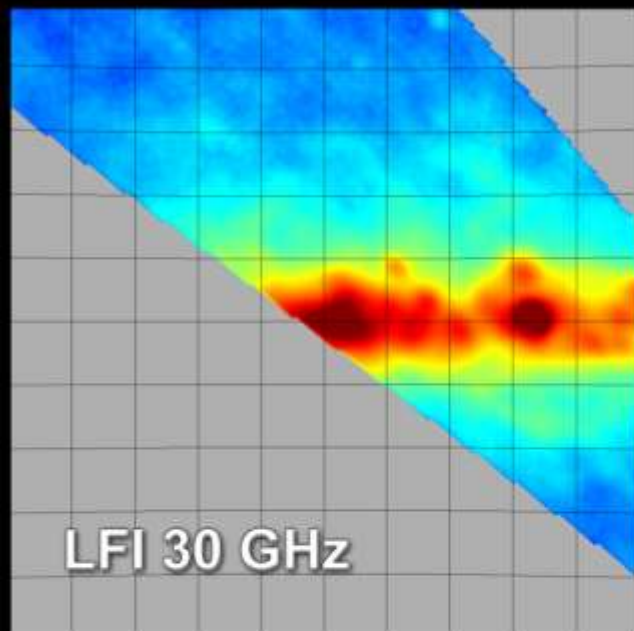
Planck – HFI, LFI



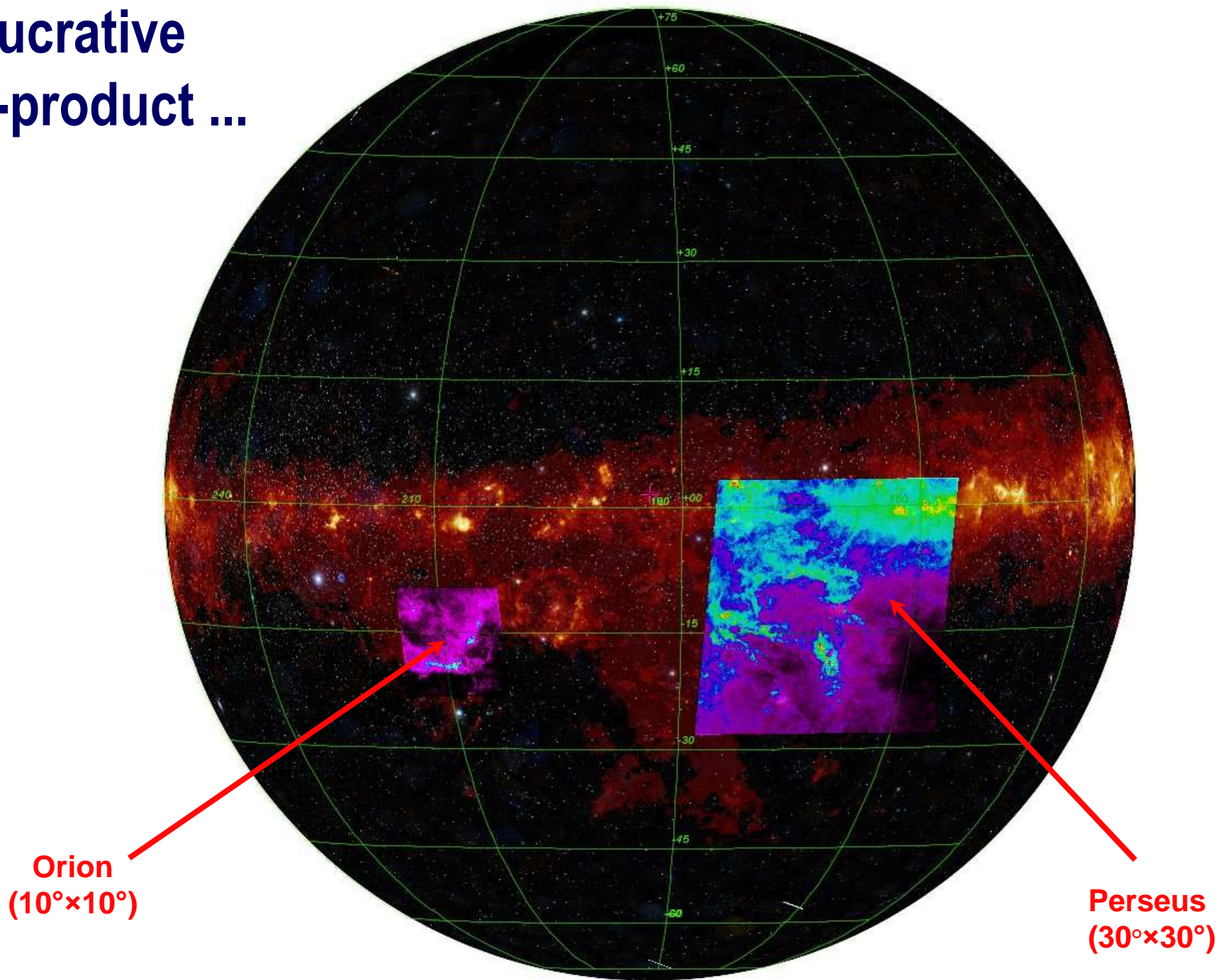
Planck – první světlo

- 14. května: start
- 09. června: na místě
- 03. července: definitivní dráha
- 13. srpna: první „světlo“
- 27. srpna: testovací pás oskenován
- 07. září: konec analýzy testovacích dat
- 15. ledna 2010: prodloužení mise o rok
- 26. dubna 2010: 100 % pokrytí LFI
- 28. května 2010: 100 % pokrytí HFI
- skutečné rozlišení 0,08”!!!

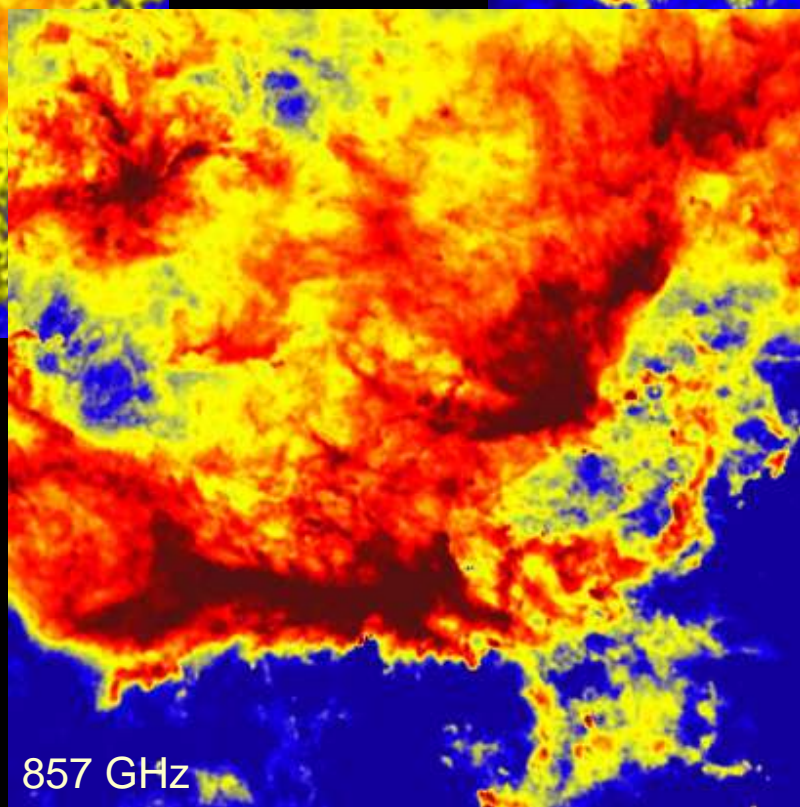
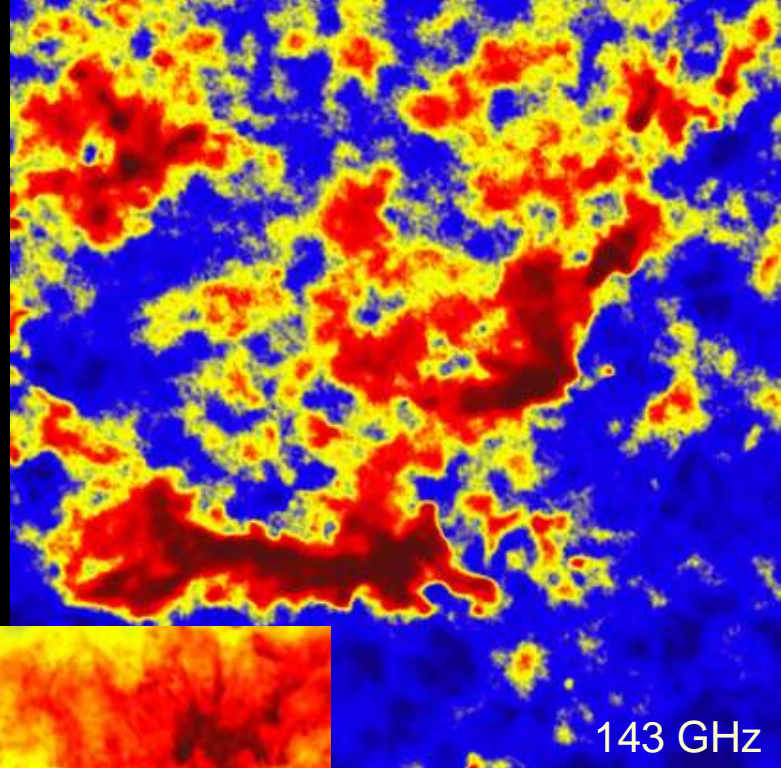
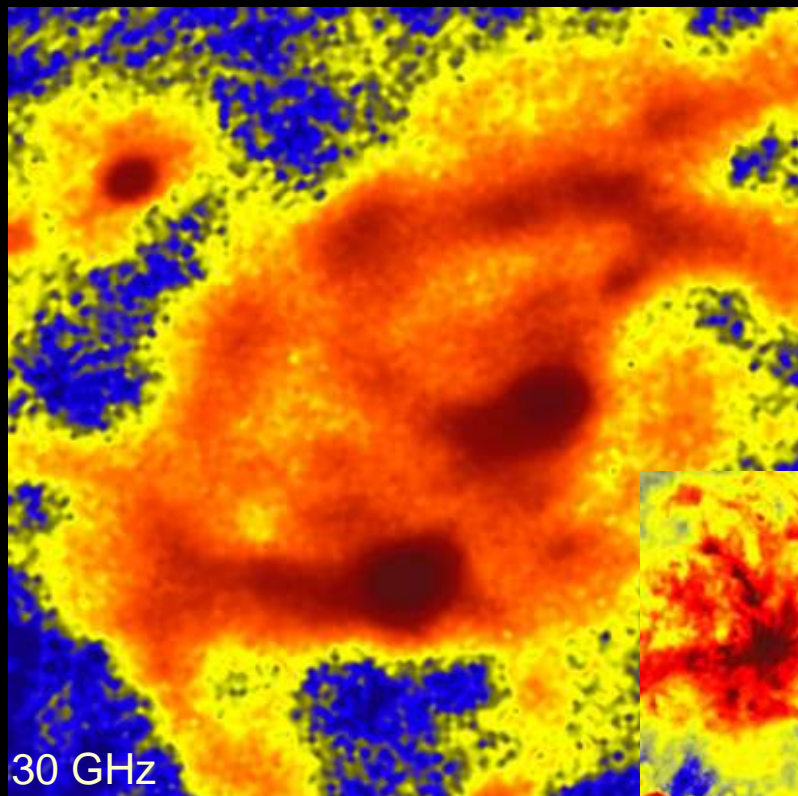




A lucrative by-product ...

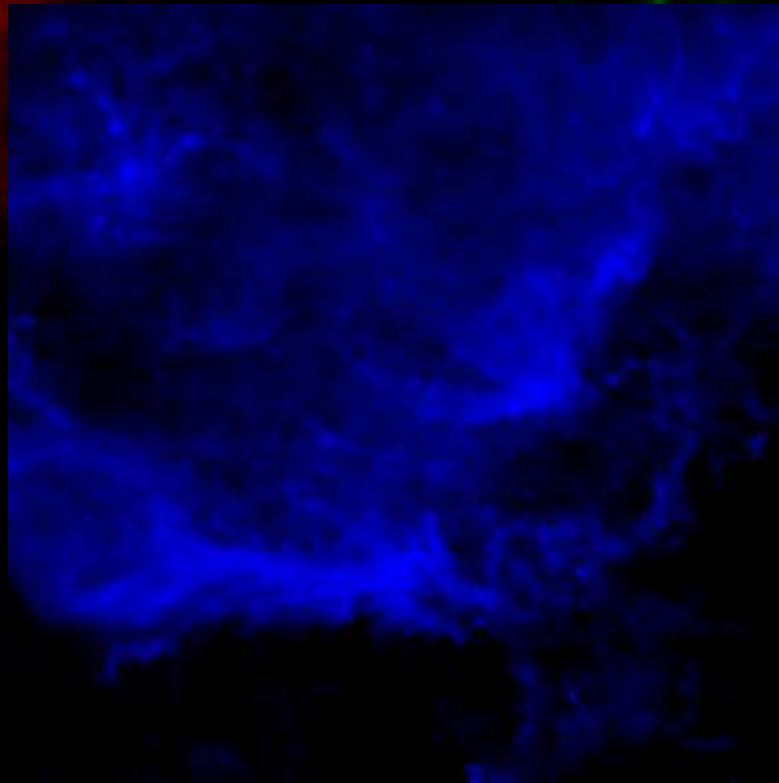
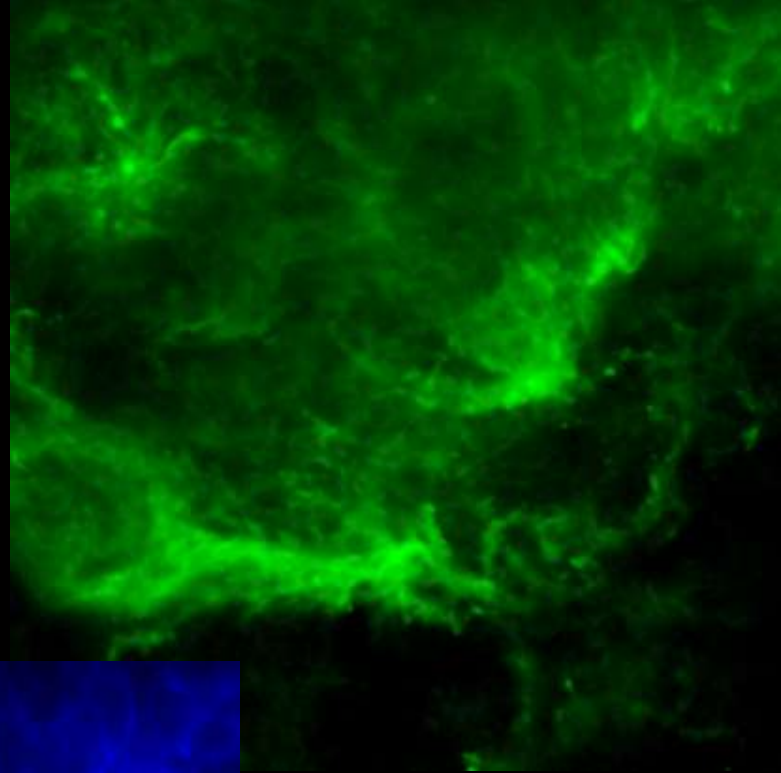
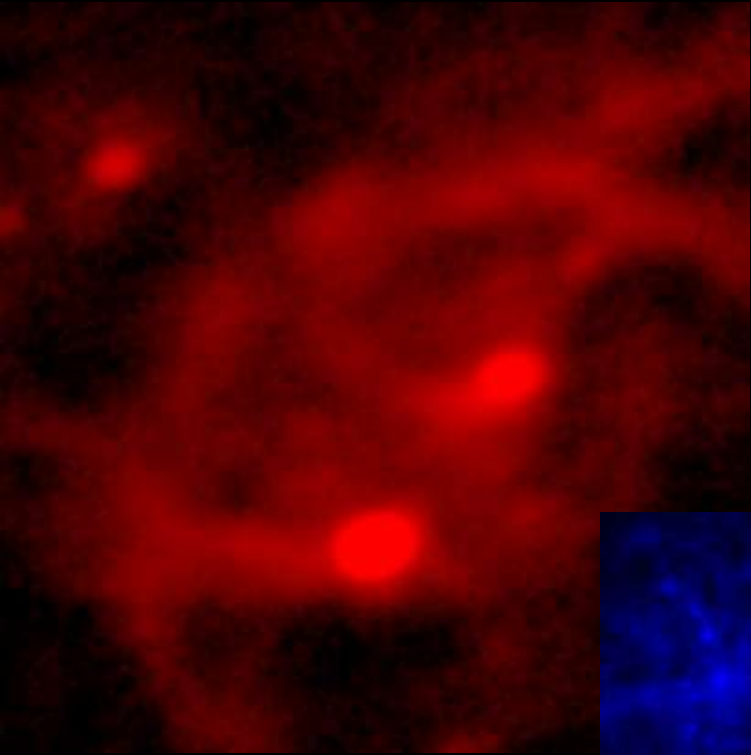


A lucrative by-product ...

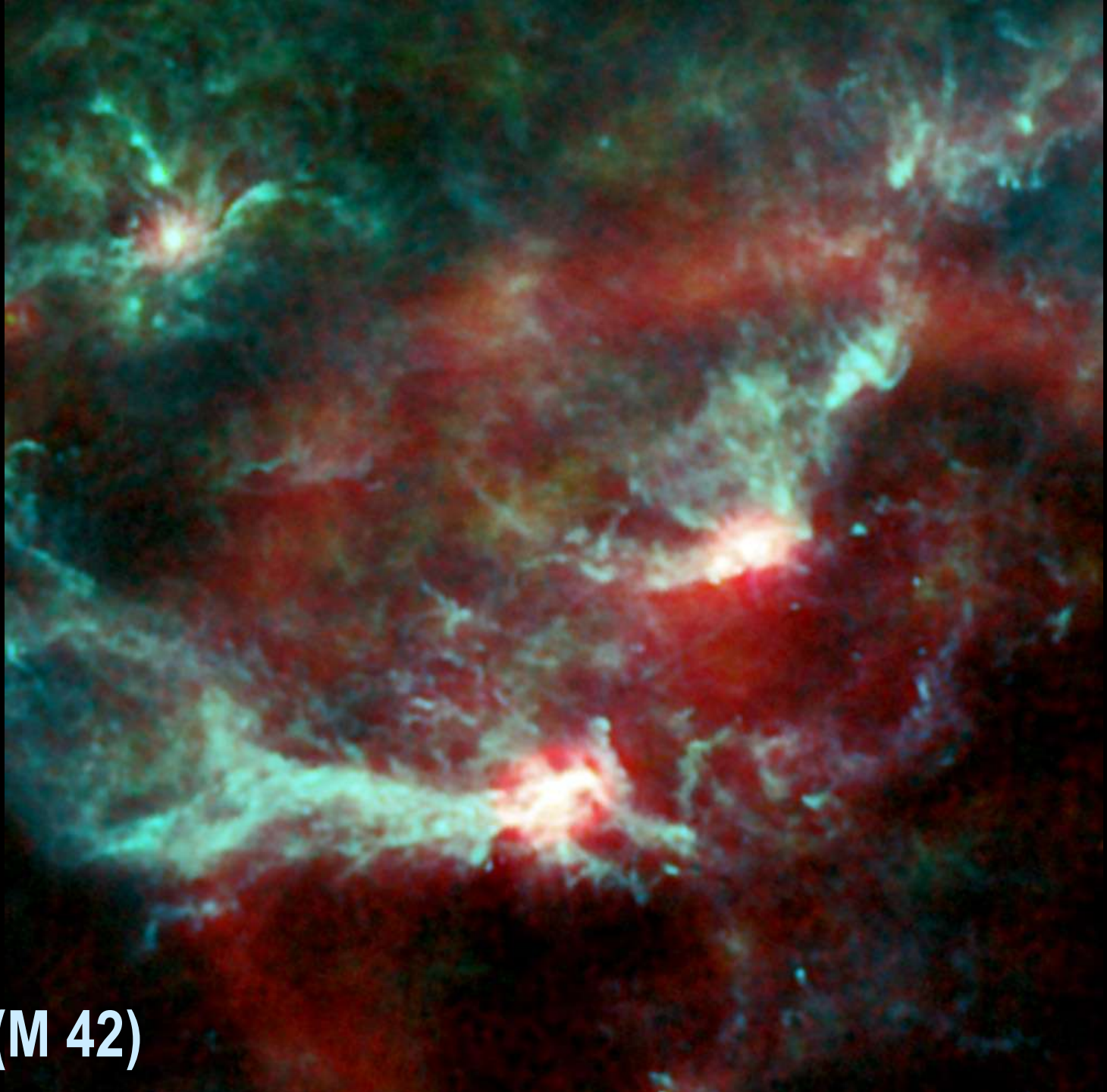


Orion (M 42)

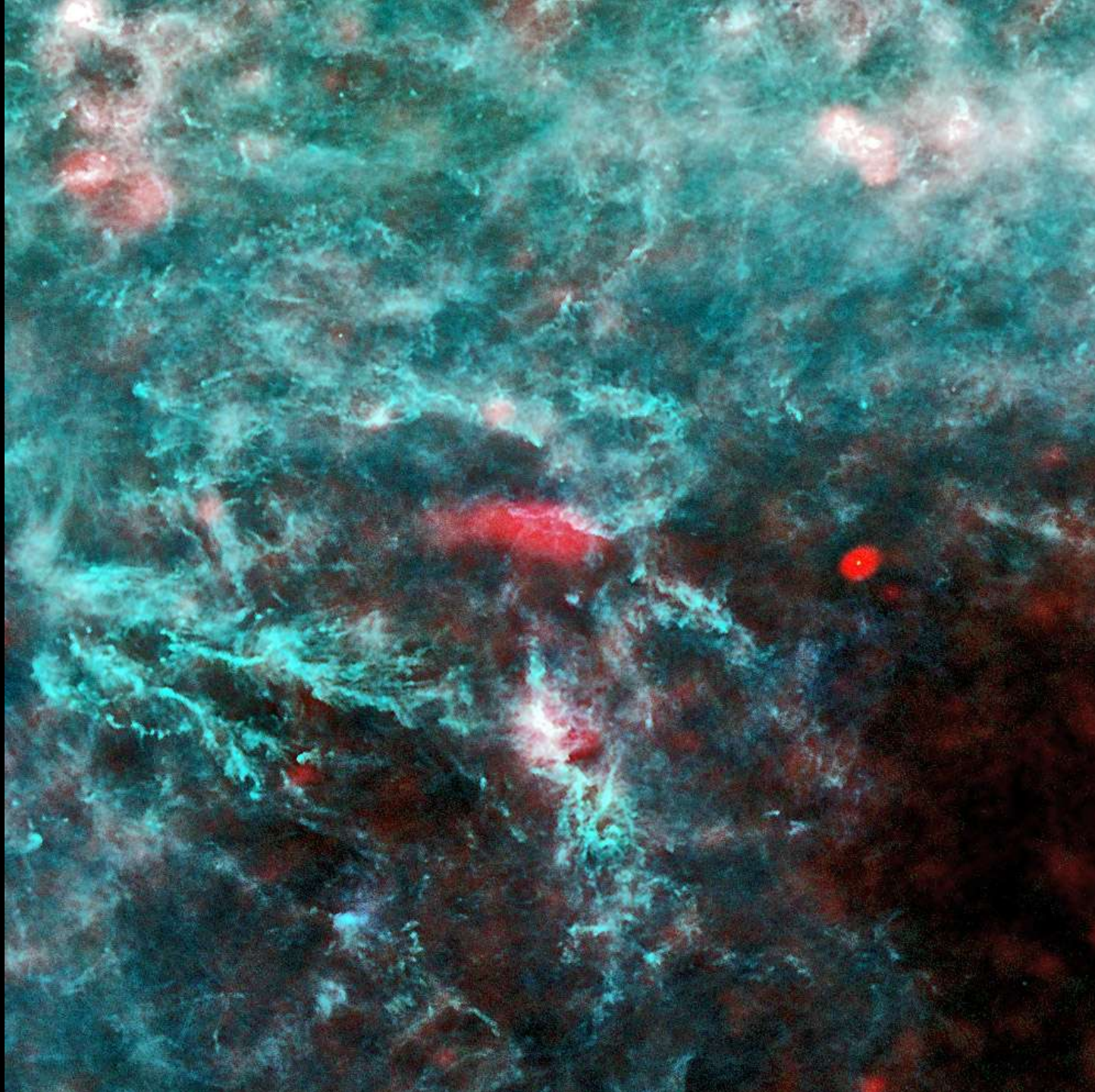
A lucrative by-product ...



Orion (M 42)

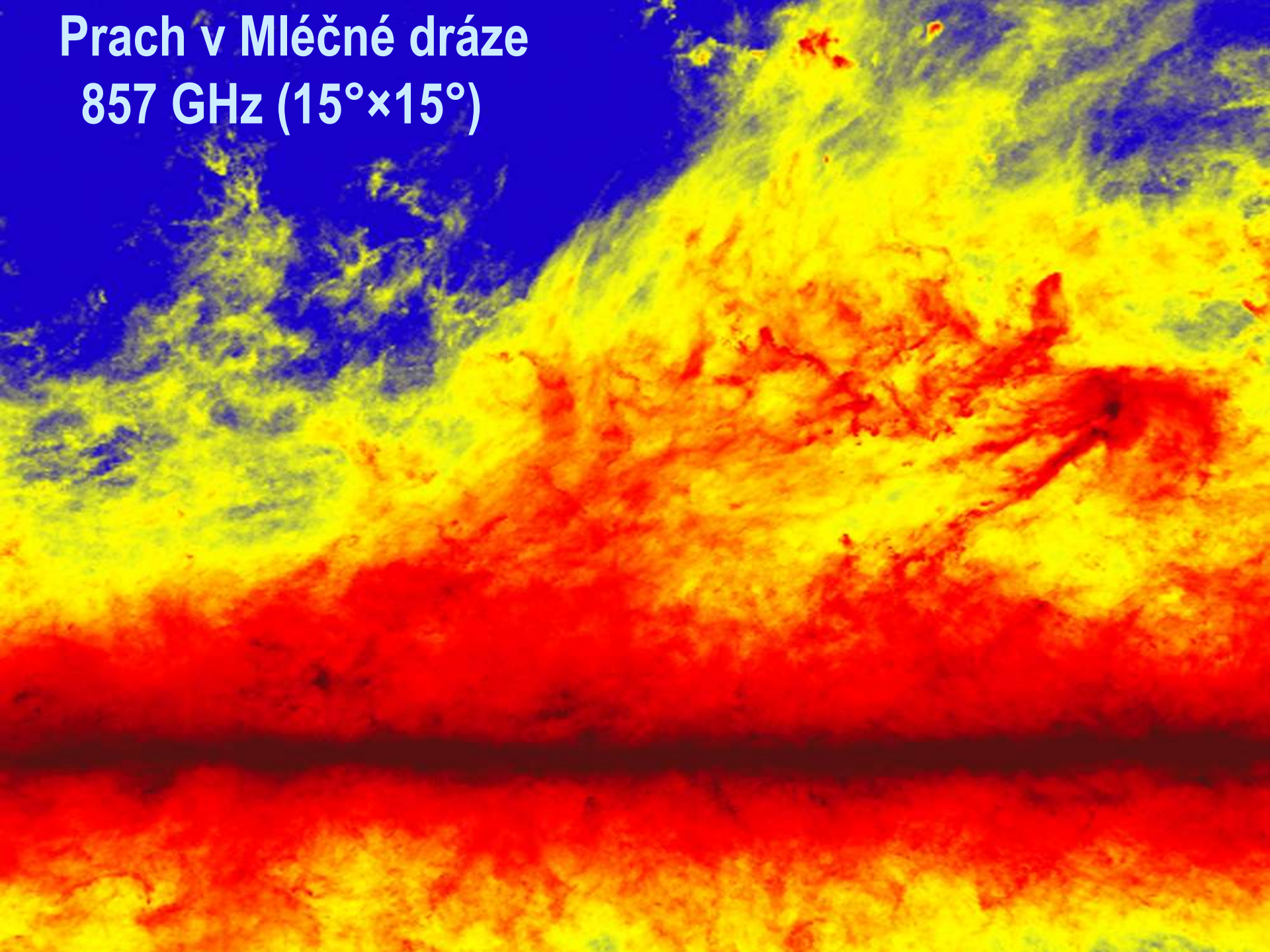


Orion (M 42)

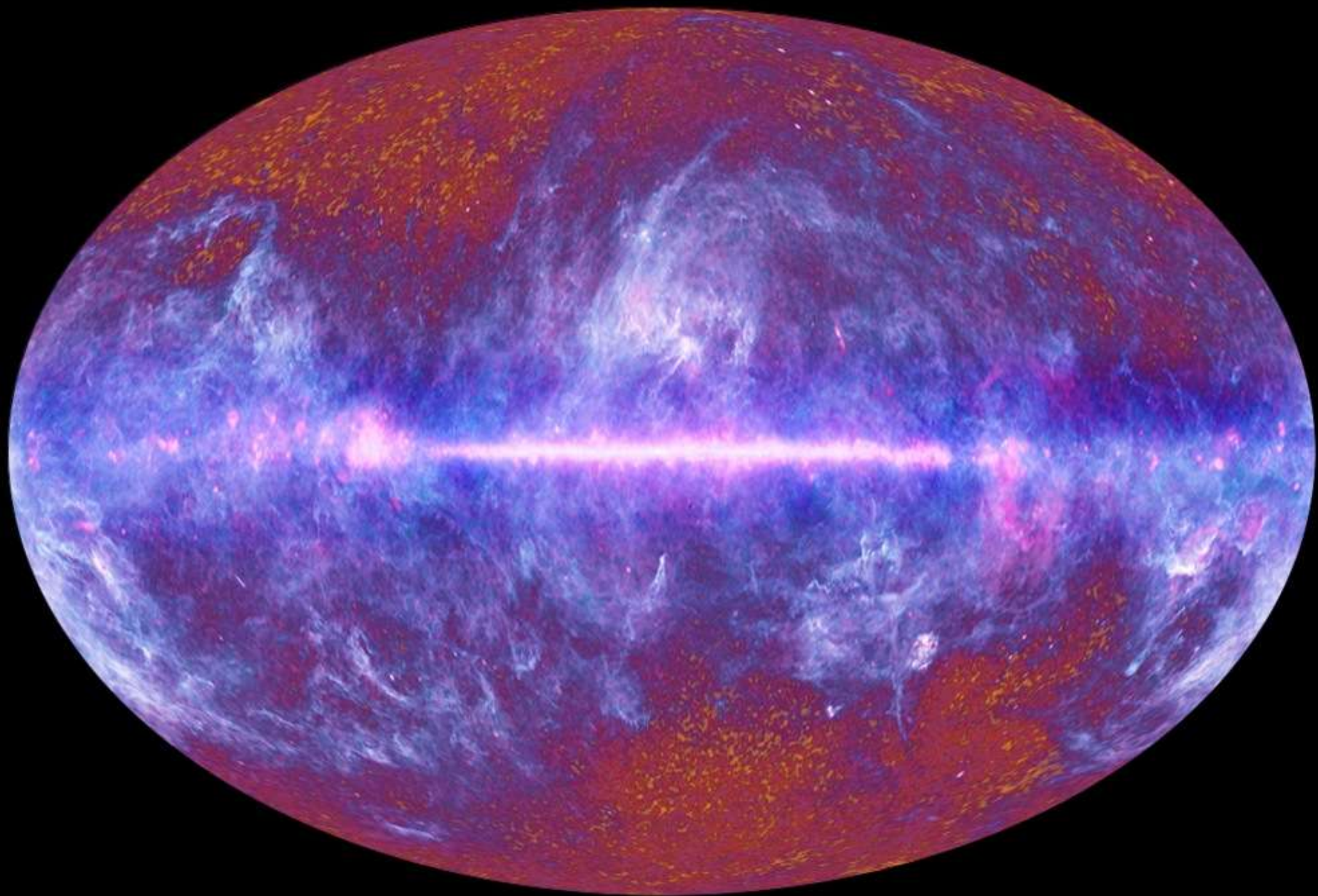


Perseus

**Prach v Mléčné dráze
857 GHz (15°×15°)**

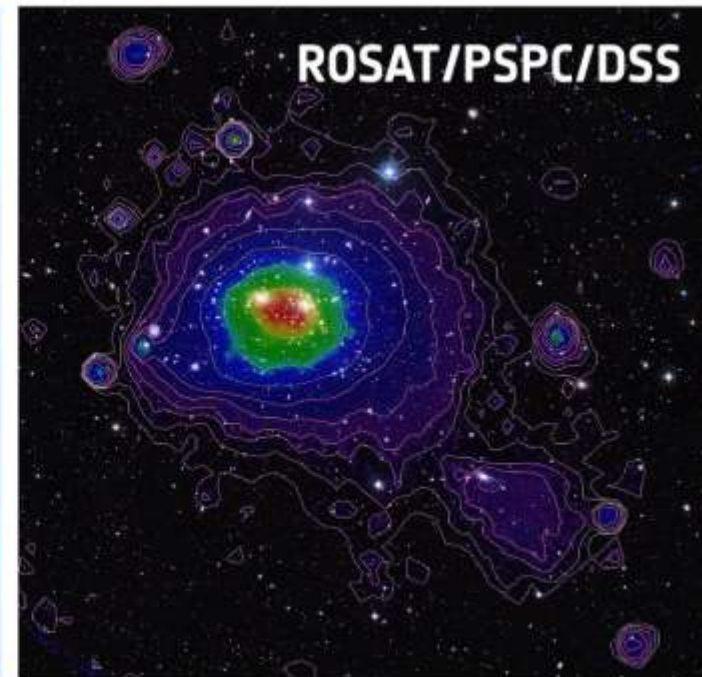
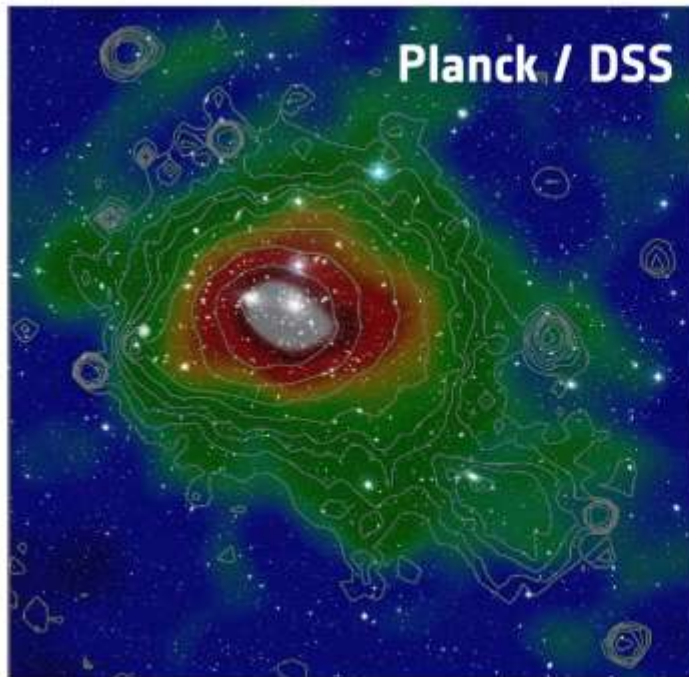
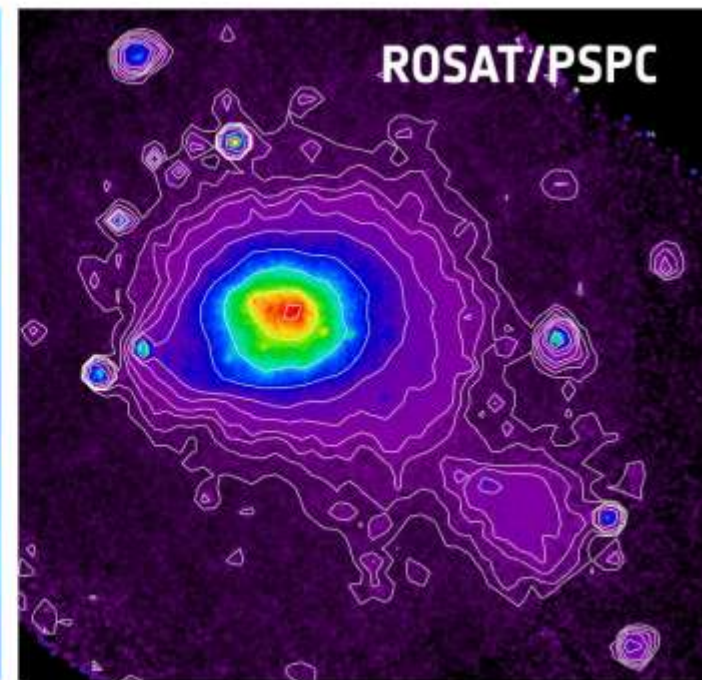
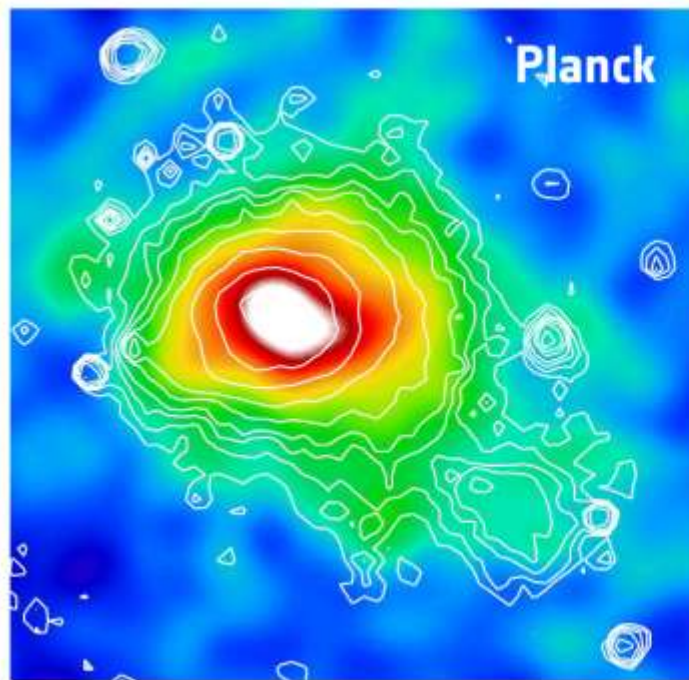


Po roce (červenec 2010)



Kupa ve Vlasech Bereniky

Sunjajevův-Zeldovičův
jev



Nově objevená nadkupa (15. 9. 2010)

- 15'×15'
- 3,5 až 23×10^6 K

