

# Российская программа для учителей физики 2013

Добро пожаловать в ЦЕРН  
вводная лекция



Марина Савино

1945 Europe is getting out of two  
devastating wars in less than 30 years



All researchers leave Europe for the USA or Russia

# Who are we?

## The Name

**CERN:** Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire

CERN – European Organisation for Nuclear Research

We are an International Organisation (like UN, WHO, etc)

CERN was founded 1954: 12 European States

Today: 20 member states

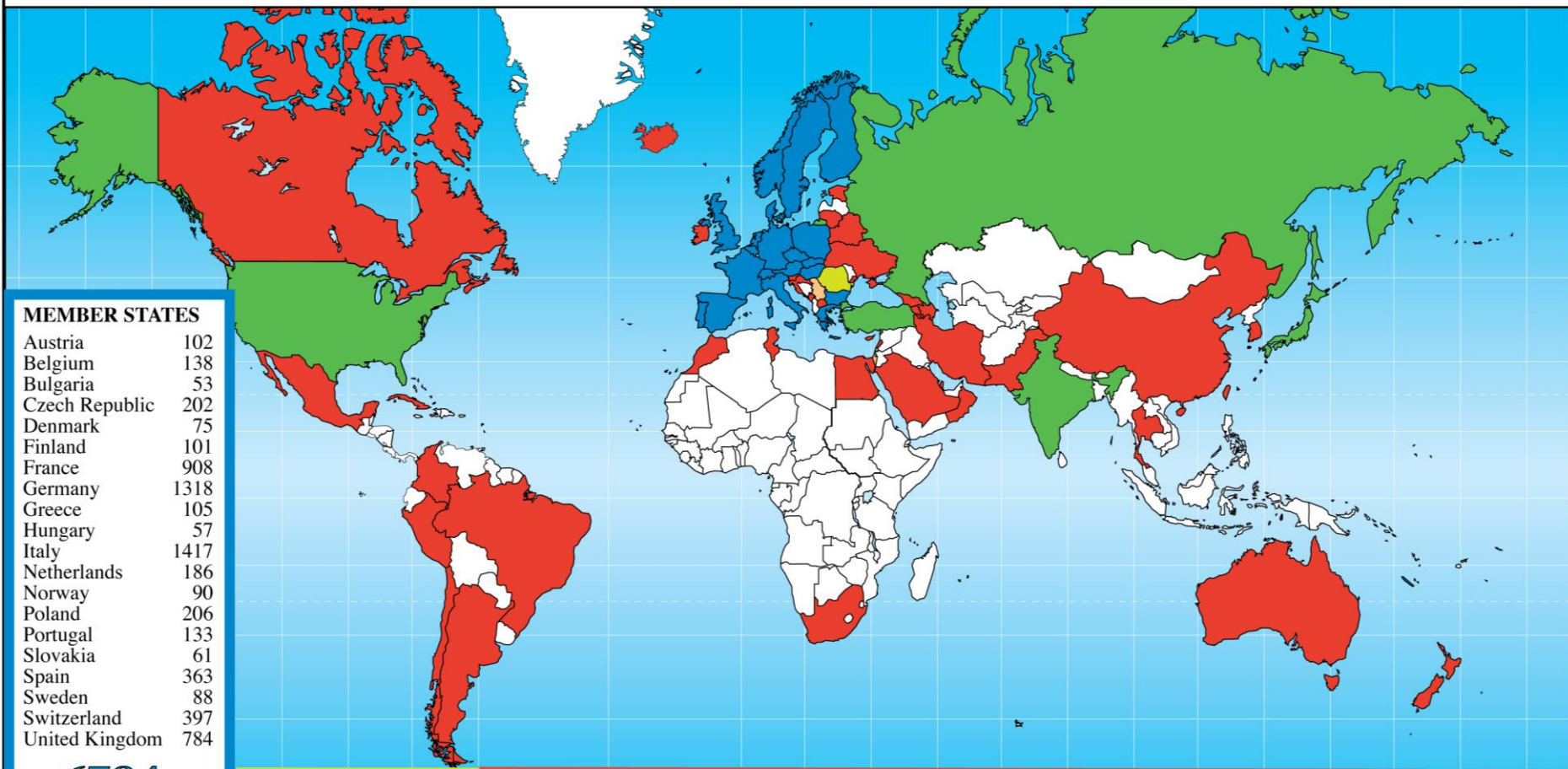
- **Member States:**
- **Austria, Belgium, Bulgaria, the Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.**
- **Romania** is a Candidate for Accession to Membership of CERN:
- **Israel** and **Serbia** are Associate Members in the pre-stage to Membership of CERN
- **Applicant States: Cyprus, Russia, Slovenia, Turkey, Ukraine**
- **Observers to Council: India, Japan, the Russian Federation, the United States of America, Turkey, the European Commission and UNESCO**



~ 2300 staff  
~ 1050 other paid personnel  
> 11000 users

Budget (2012) ~1000 MCHF

# Distribution of All CERN Users by Nation of Institute on 4 April 2012



## MEMBER STATES

Austria	102
Belgium	138
Bulgaria	53
Czech Republic	202
Denmark	75
Finland	101
France	908
Germany	1318
Greece	105
Hungary	57
Italy	1417
Netherlands	186
Norway	90
Poland	206
Portugal	133
Slovakia	61
Spain	363
Sweden	88
Switzerland	397
United Kingdom	784

**6784**

## OBSERVERS

India	134
Japan	225
Russia	859
Turkey	83
USA	1749

**3050**

## CANDIDATE FOR ACCESSION

Romania	78
---------	----

## ASSOCIATE MEMBER IN THE PRE-STAGE TO MEMBERSHIP

Israel	67
Serbia	26

## OTHERS

China	115	Iran	16	Oman	1	Ukraine	21
China (Taipei)	70	Ireland	10	Pakistan	22	Uzbekistan	1
Colombia	10	Korea	91	Peru	2		
Croatia	21	Lebanon	1	Qatar	1		
Australia	28	Lithuania	13	Saudi Arabia	3		
Azerbaijan	1	Malta	1	Slovenia	38		
Belarus	22	Cyprus	9	South Africa	21		
Brazil	102	Egypt	7	Thailand	5		
Canada	170	Estonia	17	T.F.Y.R.O.M.	2		
Chile	4	Georgia	10	Tunisia	1		
		Iceland	3				
		Montenegro	1				
		Morocco	6				
		New Zealand	11				

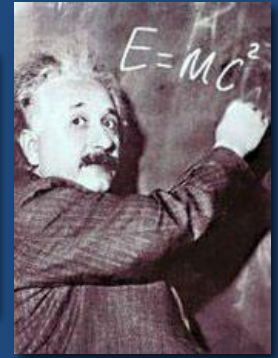
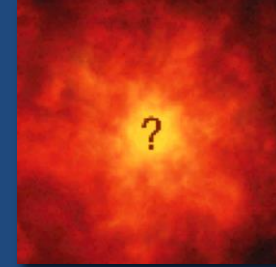
**934**



# The Mission of CERN

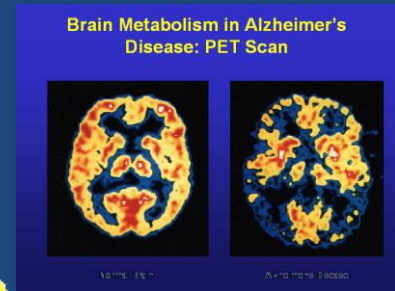
**Push back** the frontiers of knowledge

E.g. the secrets of the Big Bang...what matter like within the first moments of the Universe's?



**Develop** new technologies and detectors

Information technology  
Medicine - diagnosis



**Train** scientists



uniting people



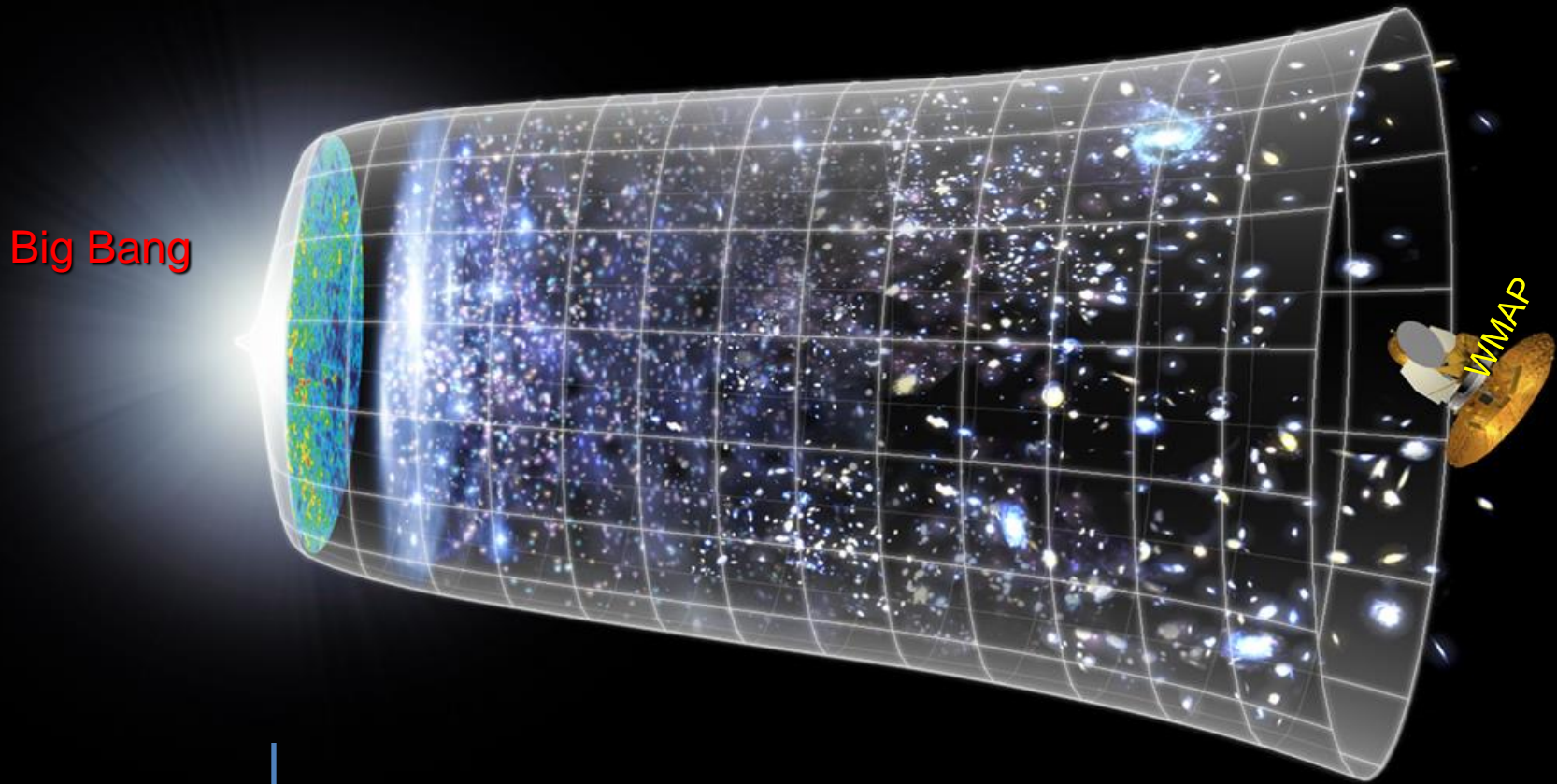
**Unite** people from different countries and cultures

**Research**



# Next Scientific Challenge:

to understand the very first moments of our Universe  
after the Big Bang

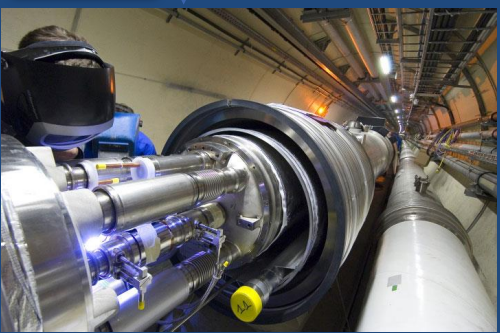
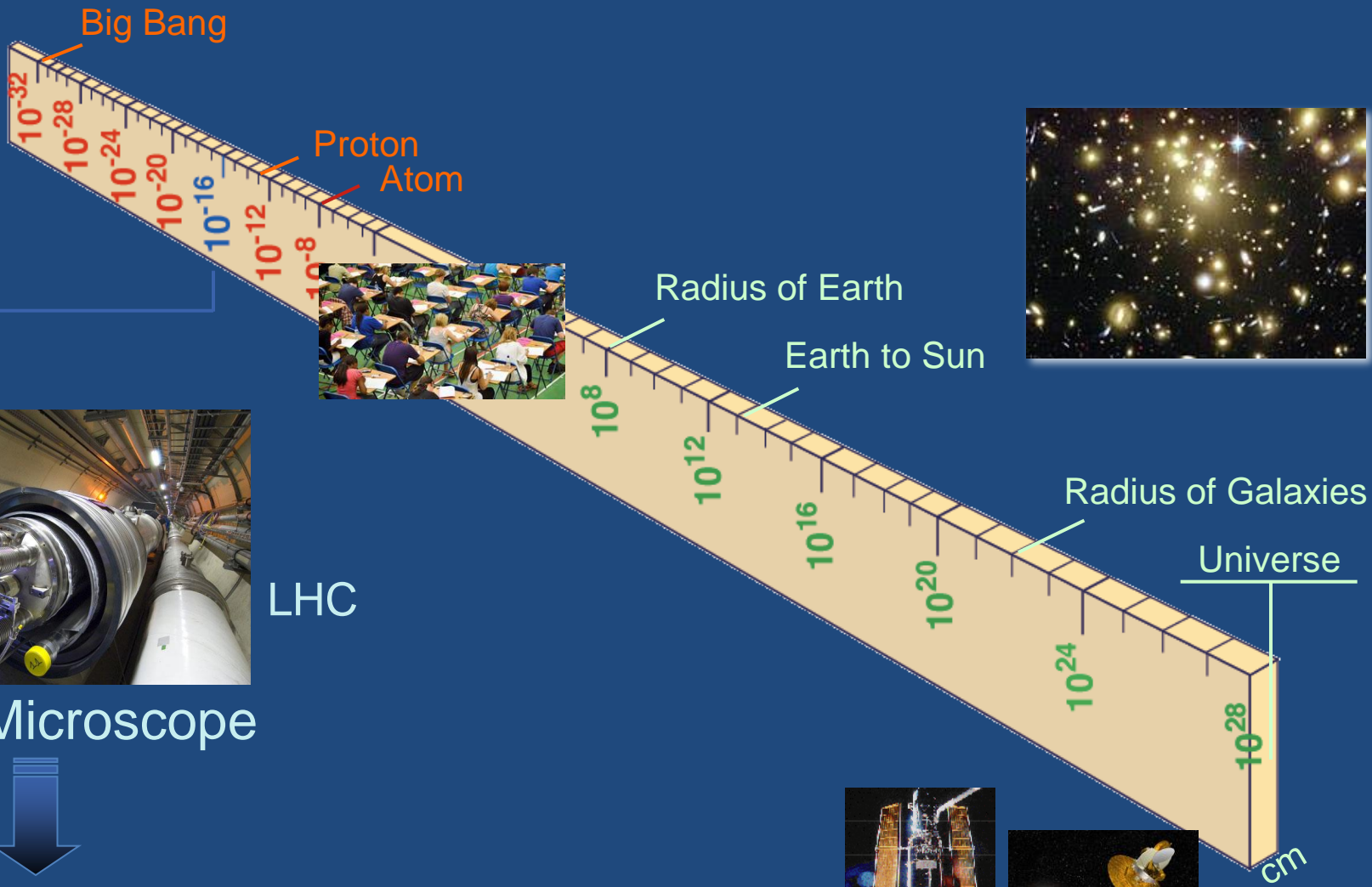


**“Where do we come from?  
What are we?  
Where are we going?”**



**The aim of particle physics, CERN & the LHC:  
What is the Universe made of?**





LHC

Super-Microscope



Study physics laws of first moments after Big Bang increasing Symbiosis between Particle Physics, Astrophysics and Cosmology



ALMA

## How do we do it?

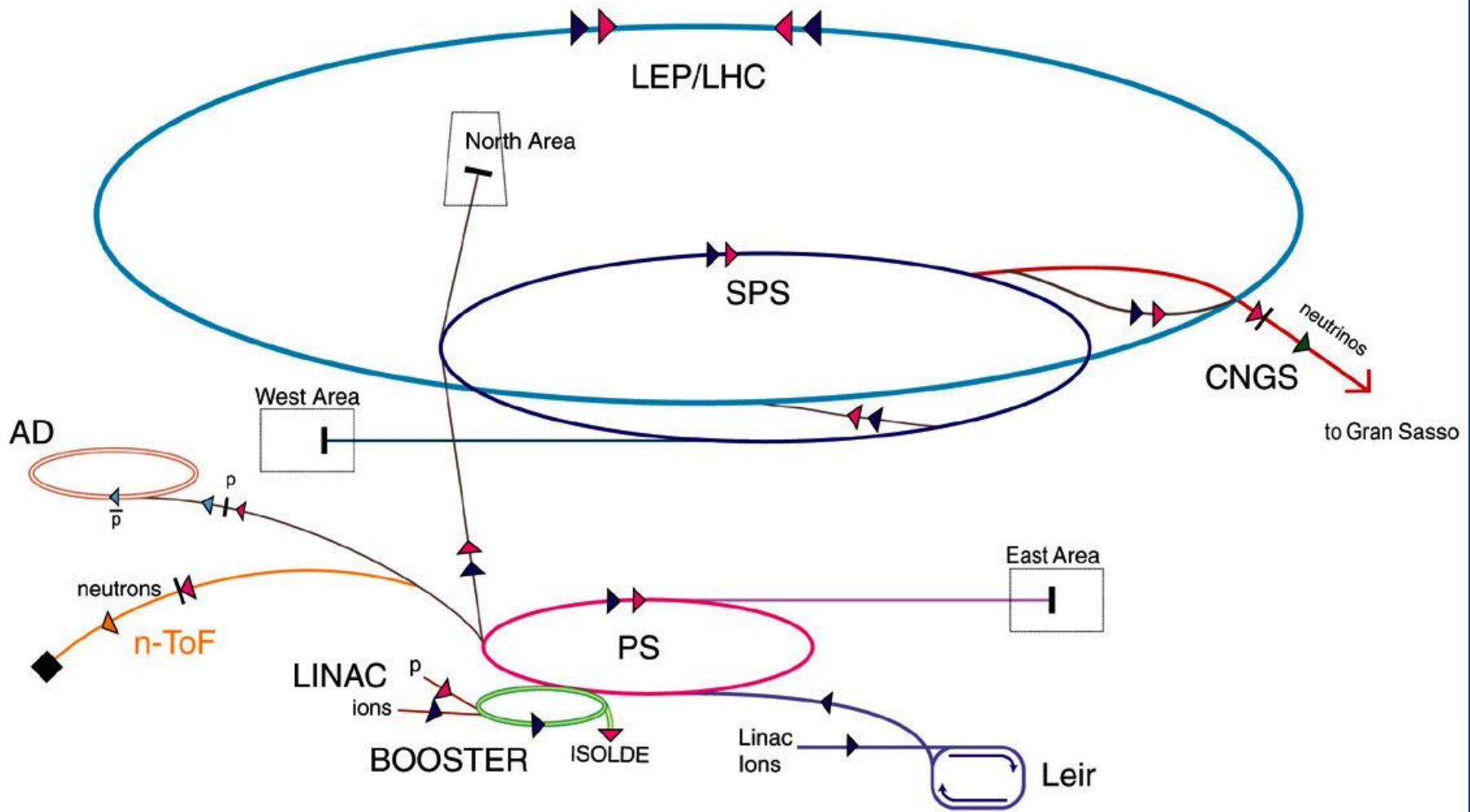
**Accelerators:** Put lots of energy into particles

**Colliders:** Turn energy into matter:  $E = mc^2$

**Detectors:** Identify and measure particles

**Computers:** Analyse and understand what happened

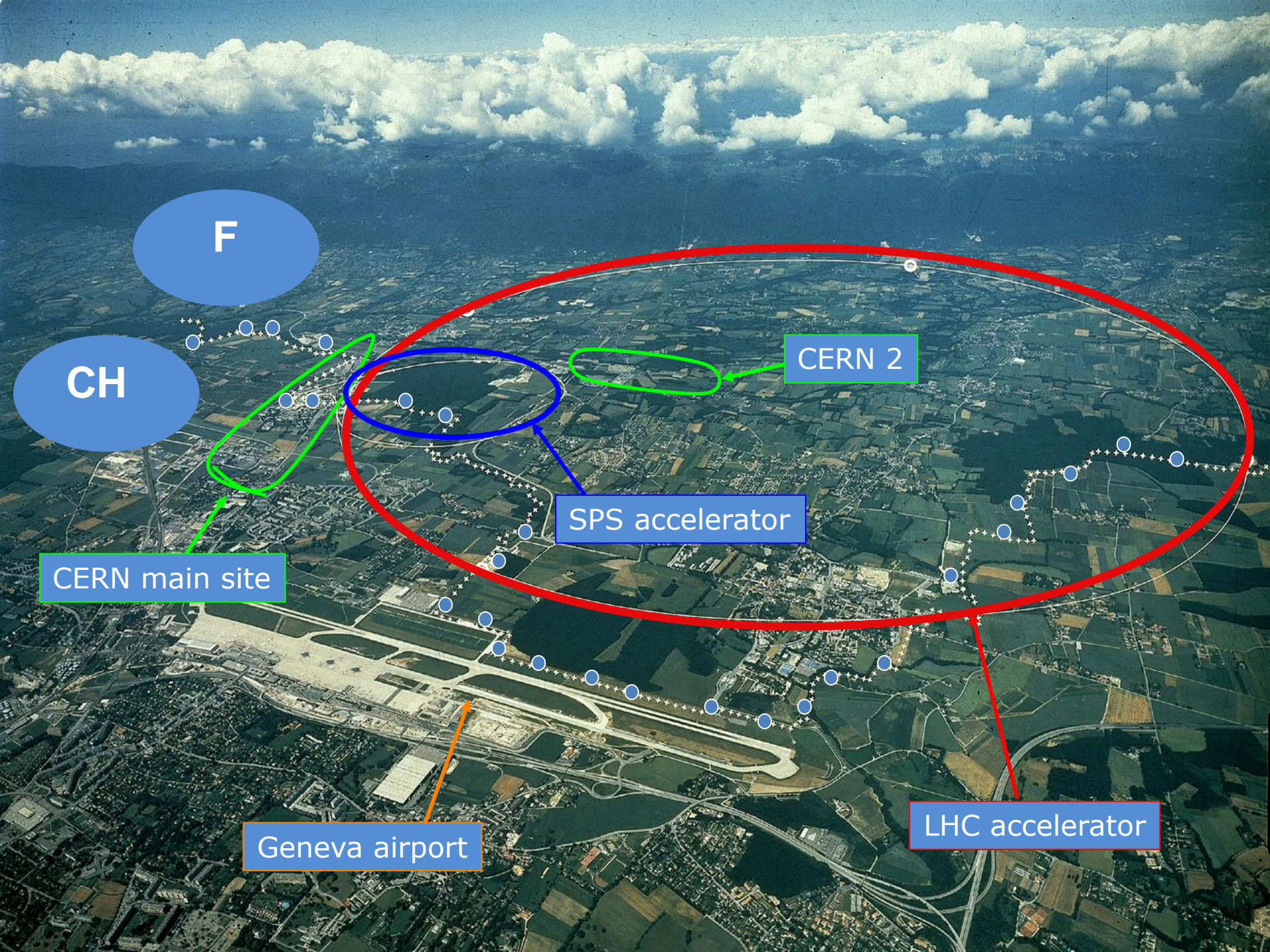
# CERN – world biggest accelerator complex



▶ p (proton)      $\bar{p}$  (antiproton)  
▶ ion      $\rightarrow + \leftarrow$  proton/antiproton conversion  
▶ neutron     ▶ neutrino

AD Antiproton Decelerator  
 PS Proton Synchrotron  
 SPS Super Proton Synchrotron

LHC Large Hadron Collider  
 n-ToF Neutron Time of Flight  
 CNGS CERN Neutrinos to Gran Sasso



F

CH

CERN 2

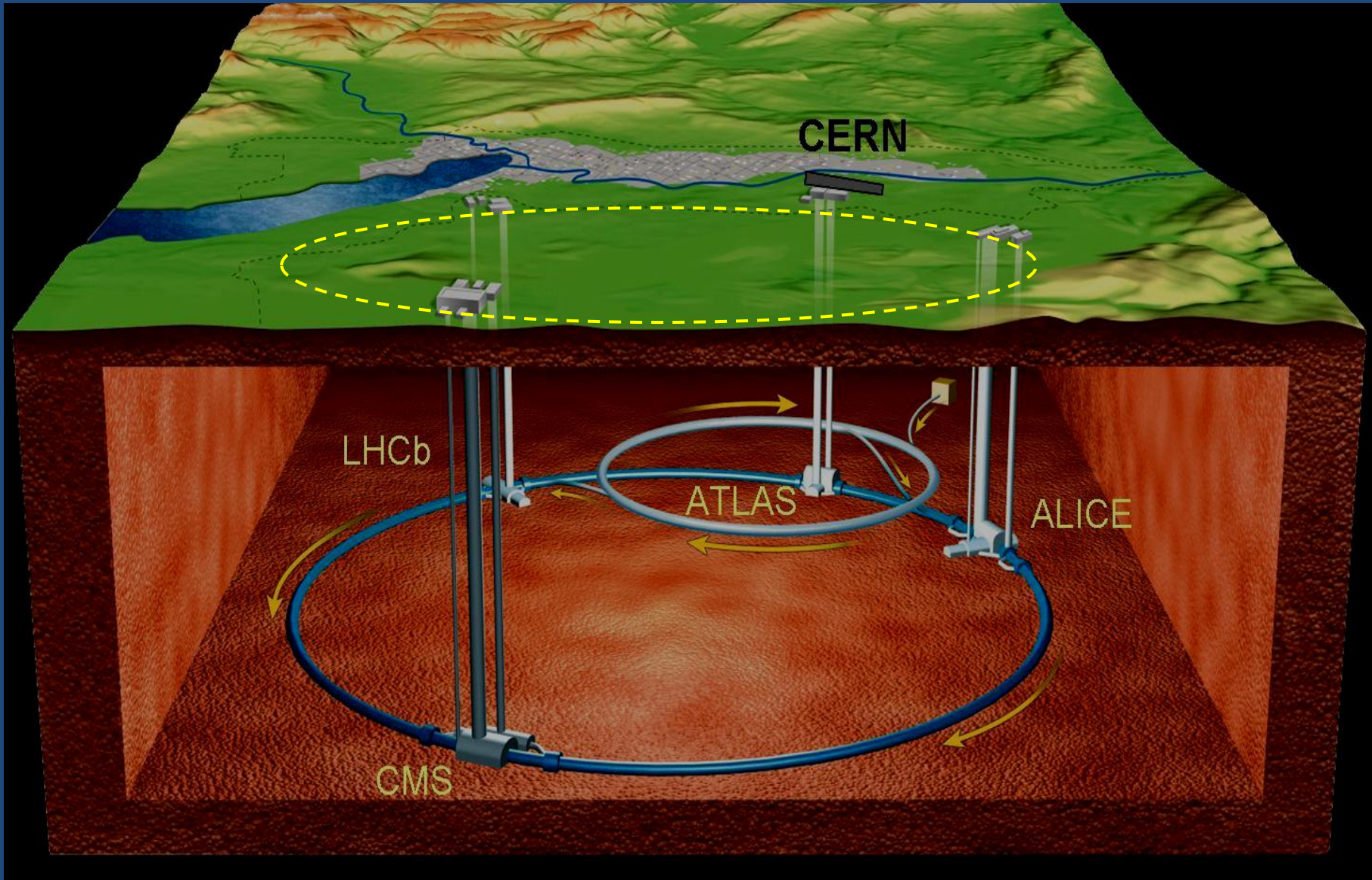
SPS accelerator

CERN main site

Geneva airport

LHC accelerator

# LHC – Large Hadron Collider



# The Large Hadron Collider (LHC)

Proton-Proton Collider

7 TeV + 7 TeV



1,000,000,000 collisions/second

**Primary targets:**

- Origin of mass
- Nature of Dark Matter
- Primordial Plasma
- Matter / Antimatter

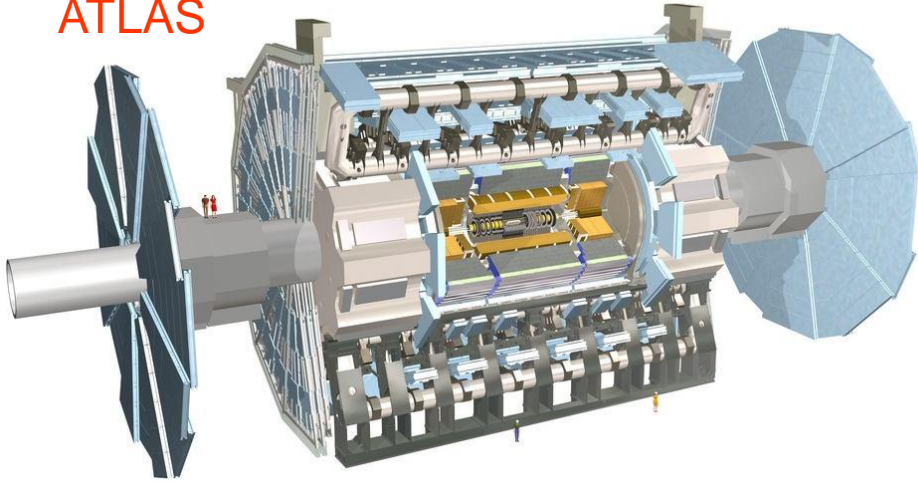
# The Emptiest Space in the Solar System



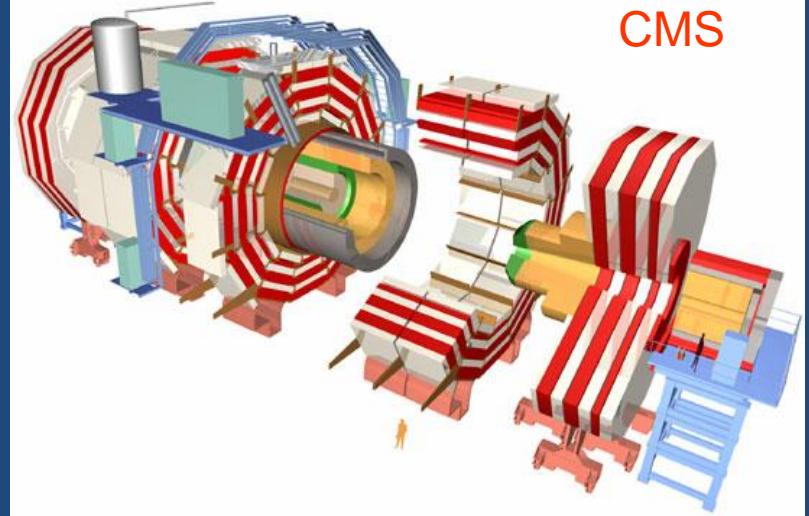
Vacuum similar to interplanetary space:  
the pressure in the beam-pipes is ten  
times lower than on the Moon

# The Four LHC Detectors

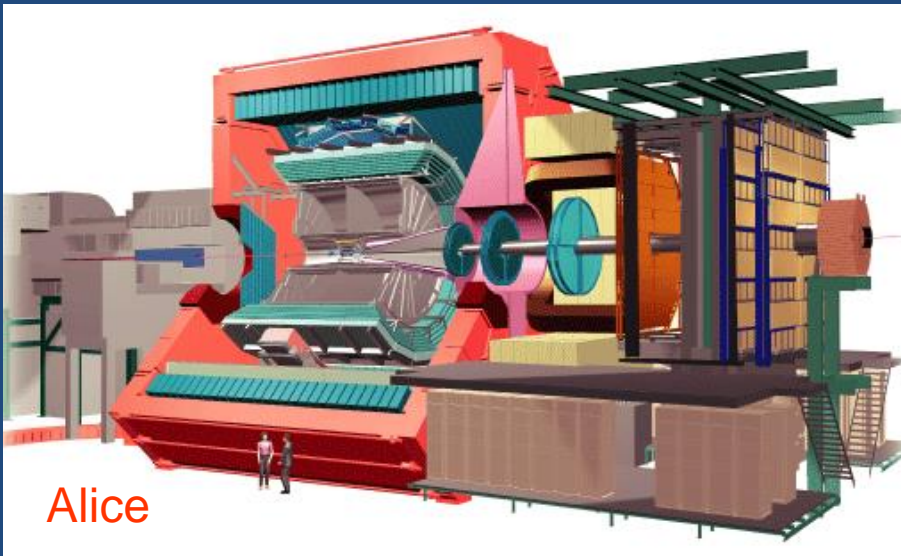
ATLAS



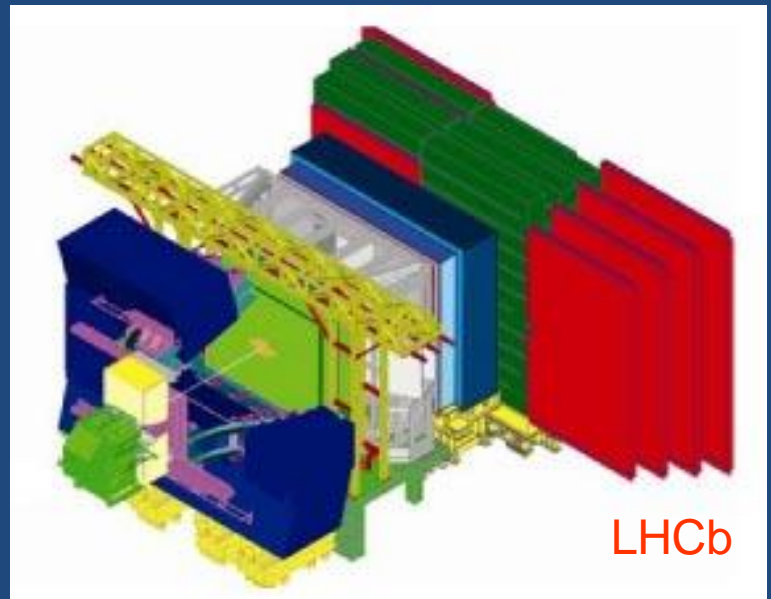
CMS



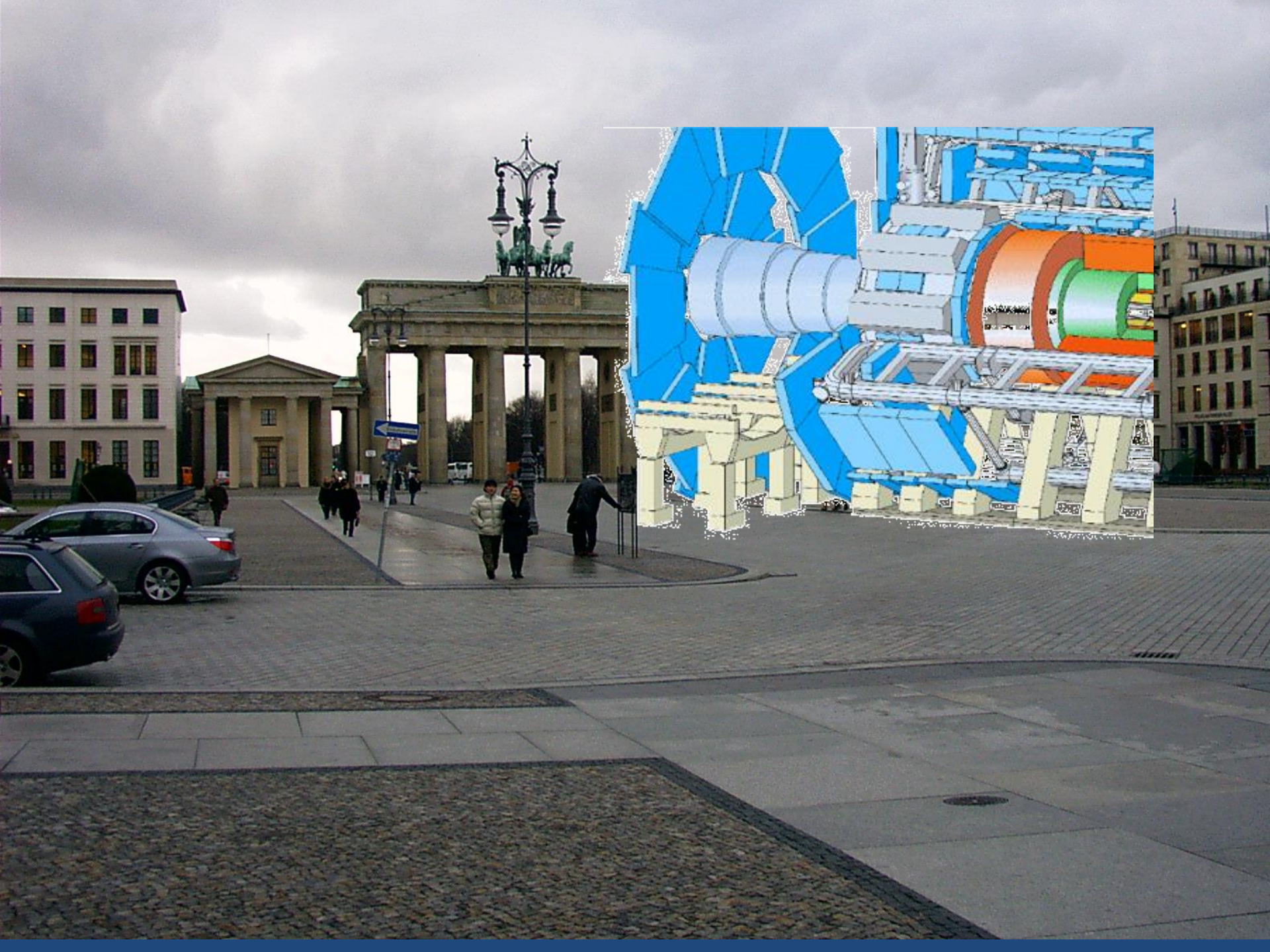
Alice



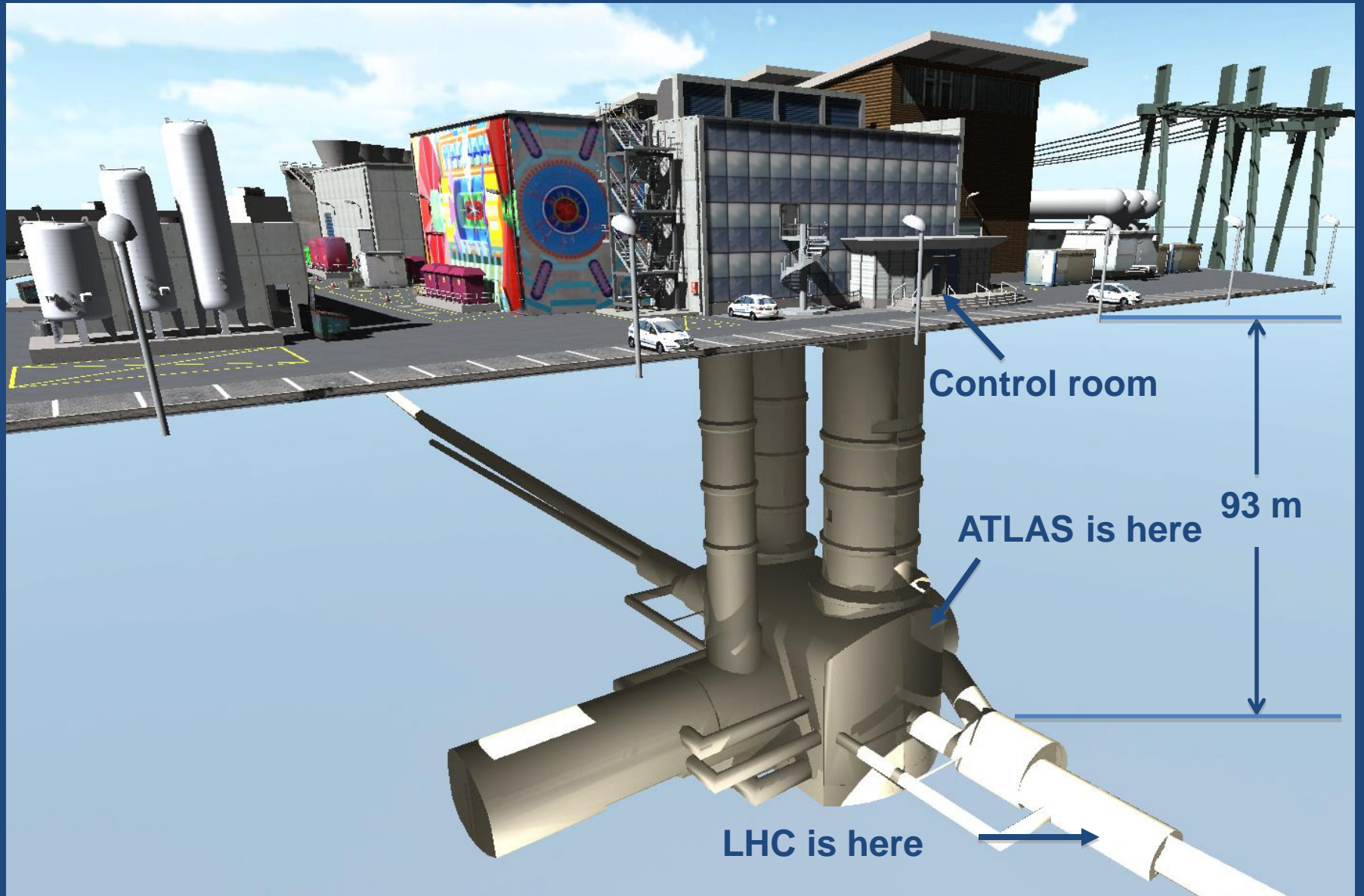
LHCb





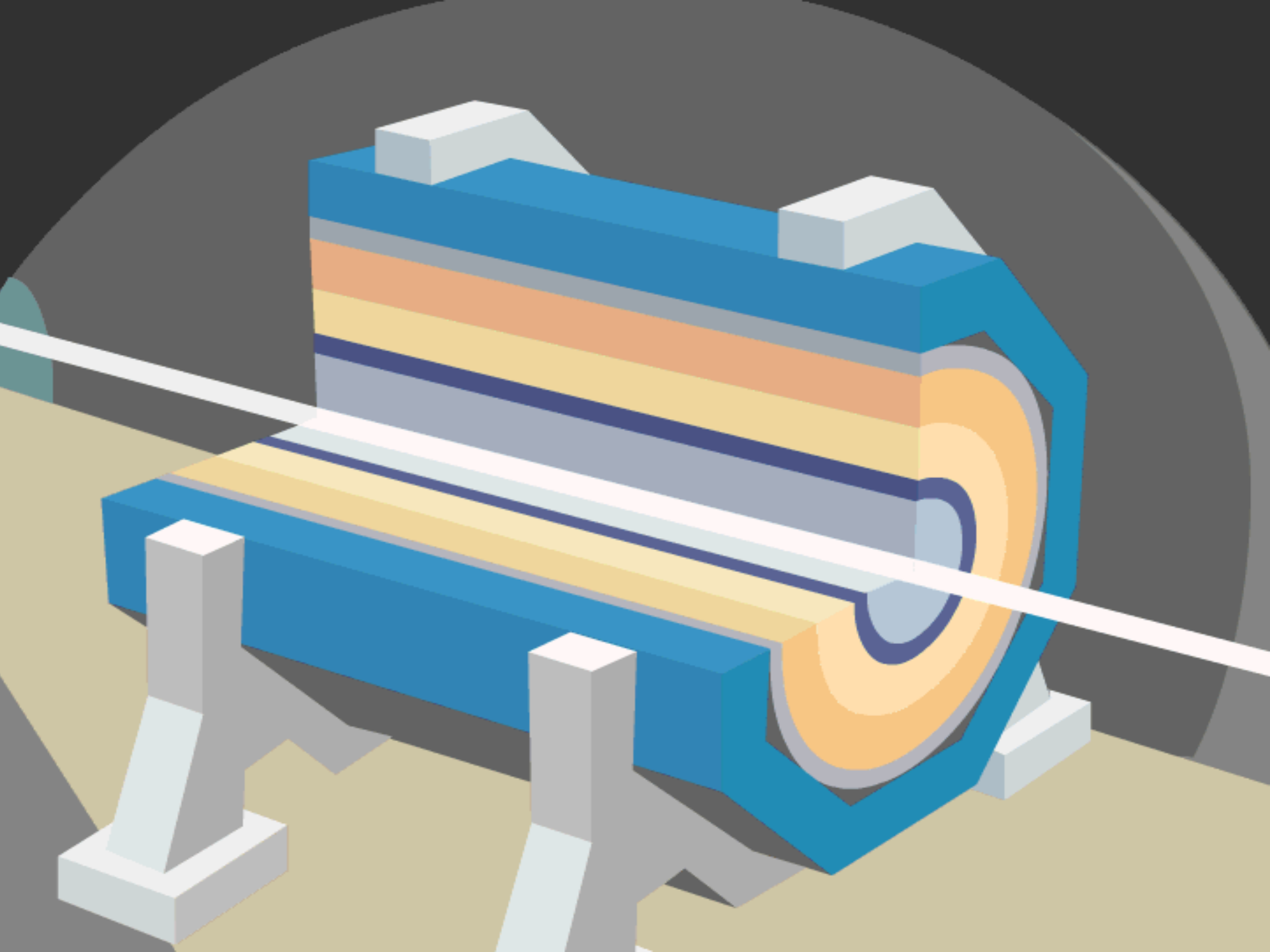


# Site of the ATLAS experiment

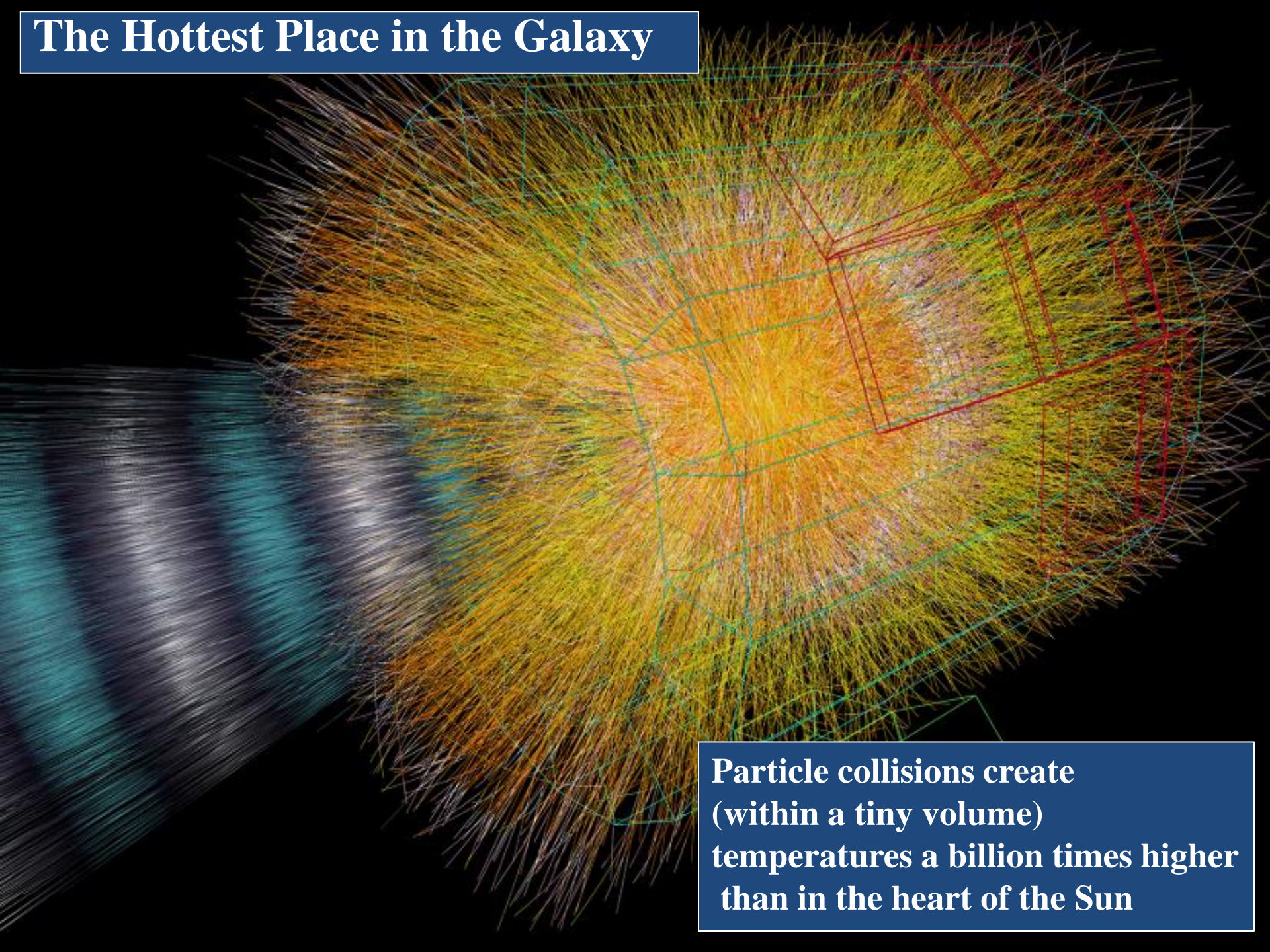


# The CMS Detector before closing



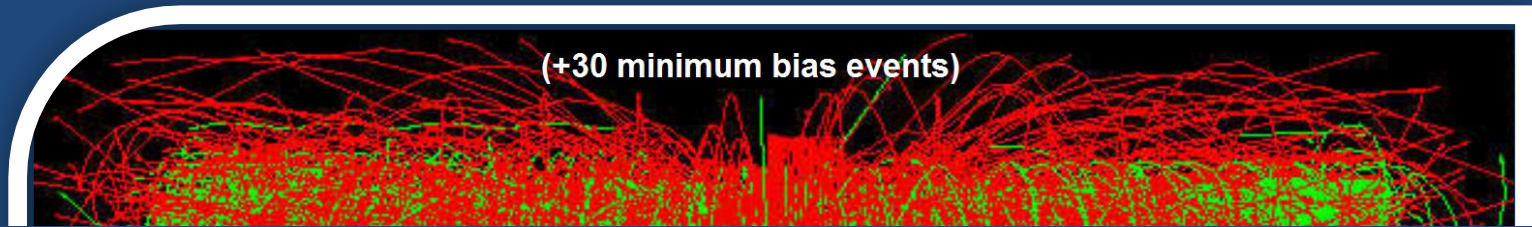


# The Hottest Place in the Galaxy

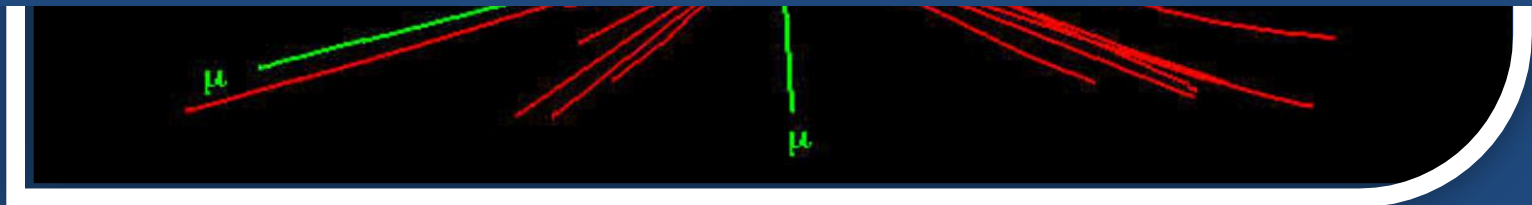


**Particle collisions create  
(within a tiny volume)  
temperatures a billion times higher  
than in the heart of the Sun**

# Searching for new particles requires selection and analysis of enormous quantity of data from LHC detectors



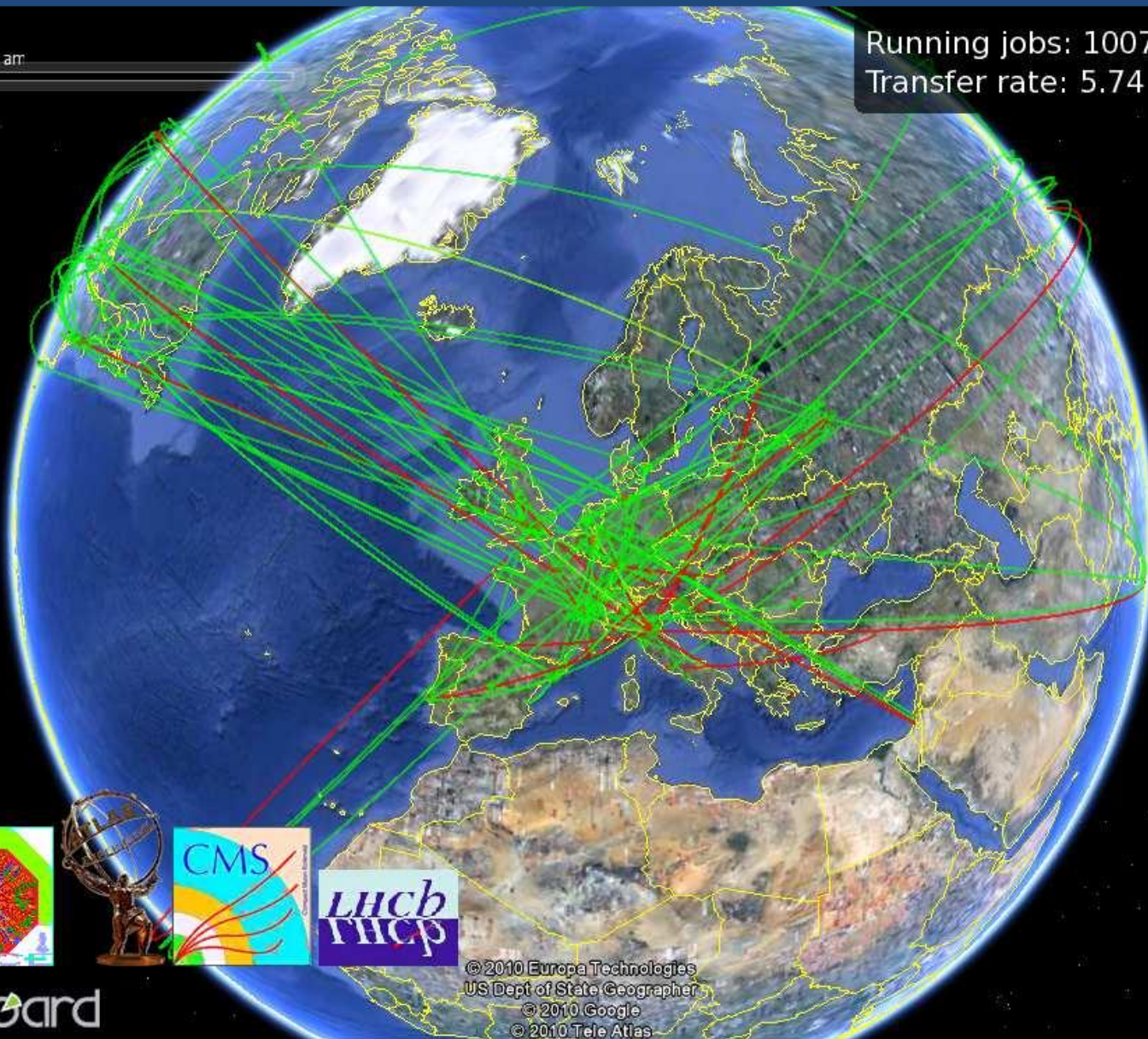
- LHC experiments produce 10-15 million Gigabytes of data each year (about 20 million CDs!)
- LHC data analysis requires a computing power equivalent to ~100,000 of today's fastest PC processors.



# Searching for new particles requires selection and analysis of enormous quantity of data from LHC detectors

Oct 6, 2010 7:20:00 am

Running jobs: 100767.0  
Transfer rate: 5.74 GiB/sec



© 2010 Europa Technologies  
US Dept of State Geographer

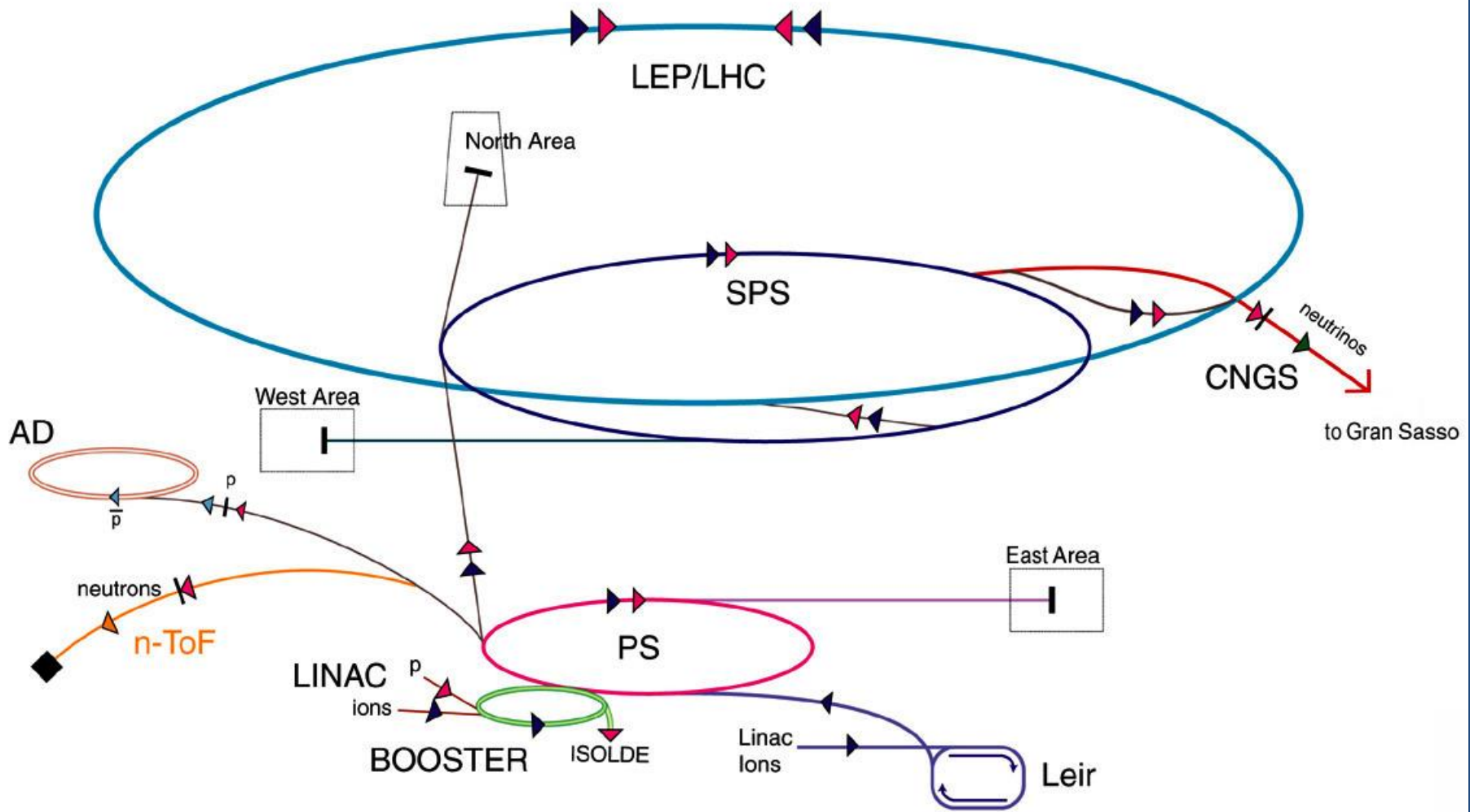
© 2010 Google  
© 2010 Tele Atlas

22°34'45.42" N 15°53'35.50" E elev=2326 ft

©2010 Google

Eye alt 6720.01 mi

# CERN – world biggest accelerator complex



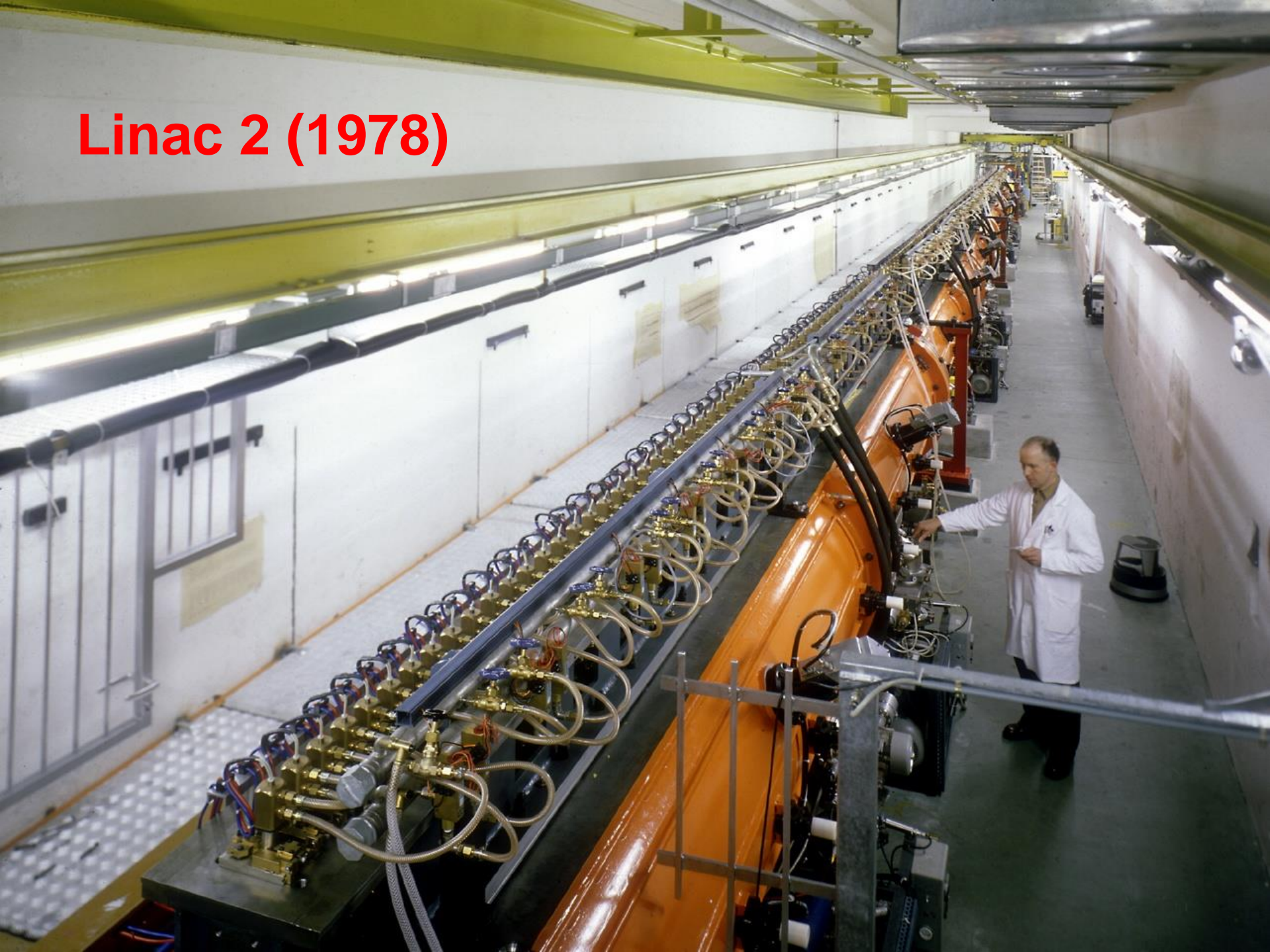
- ▶ p (proton)
- ▶  $\bar{p}$  (antiproton)
- ▶ ion
- ▶ neutron
- ▶ + (proton/antiproton conversion)
- ▶ neutrino

- AD Antiproton Decelerator
- PS Proton Synchrotron
- SPS Super Proton Synchrotron

- LHC Large Hadron Collider
- n-ToF Neutron Time of Flight
- CNGS CERN Neutrinos to Gran Sasso



# Linac 2 (1978)



# Proton Synchrotron Booster 1972





**PS - 50  
years  
of service!!**

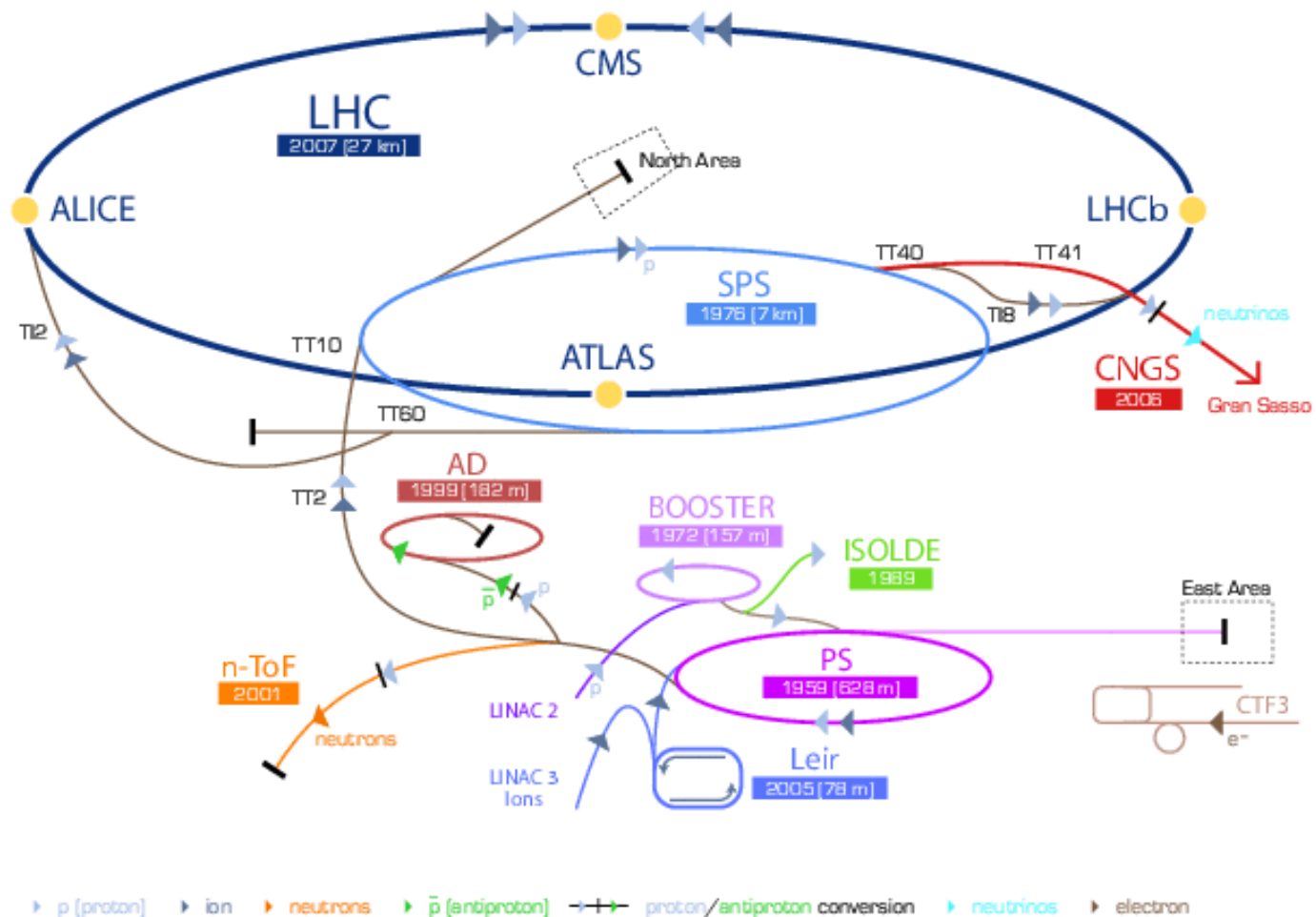
# Super Proton Synchrotron 1976





**Large Hadron Collider 2008**

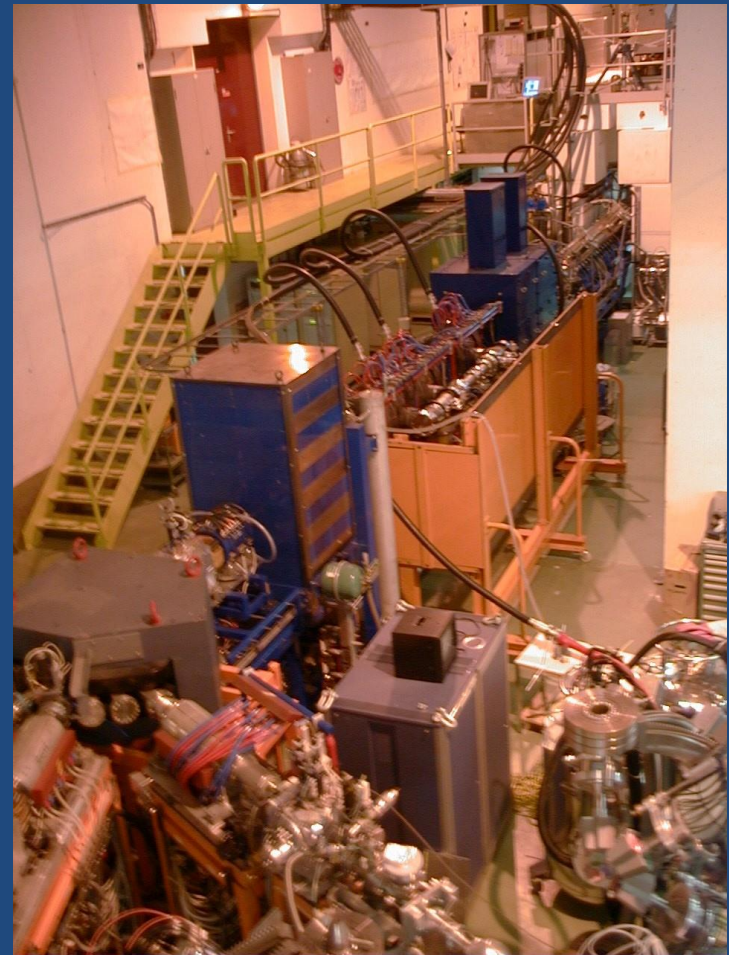
# CERN accelerator complex, working not only for LHC !



# ISOLDE - Isotope Separator On Line, and Radioactive beam EXperiment (REX)

**An alchemical factory  
for nuclear physics**

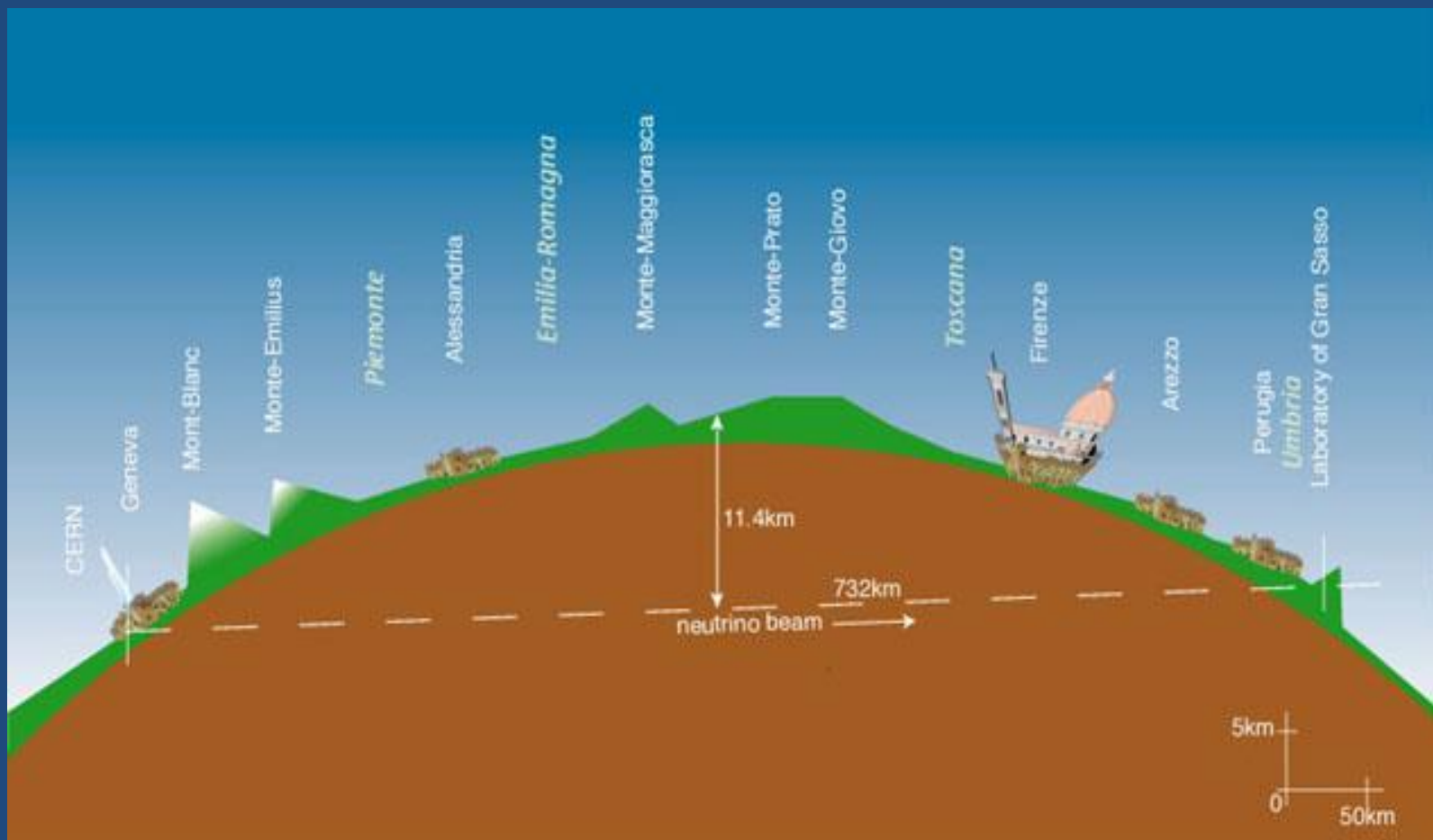
Low-energy beams of radioactive isotopes - atomic nuclei. The facility, located at the Proton-Synchrotron Booster (PSB), is like a small alchemical factory, changing one element to another. It produces a total of more than 1000 different isotopes for a wide range of research.



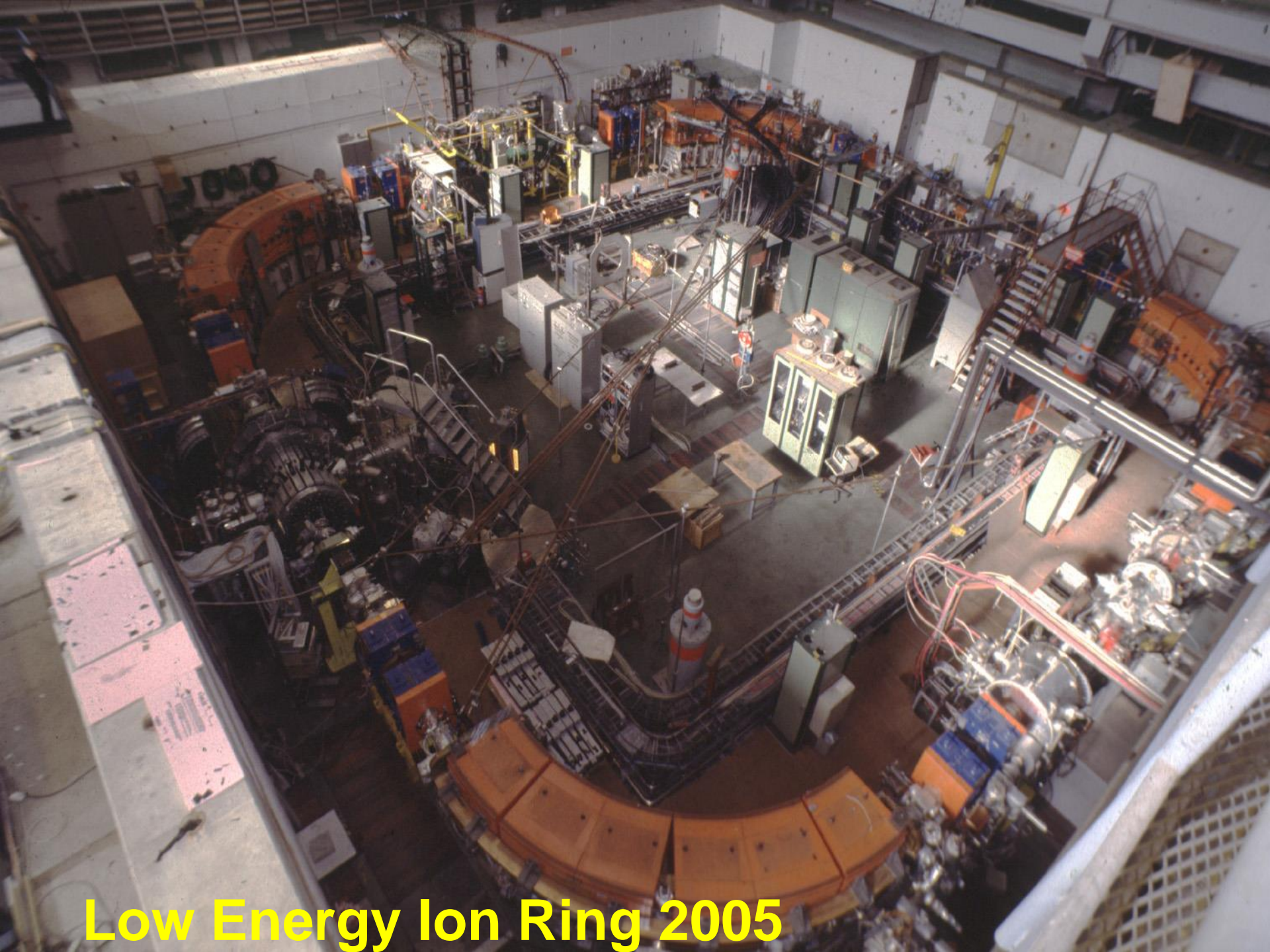
# CNGS – CERN Neutrino to Gran Sasso experiment

- investigation of the nature of neutrinos

**CERN sends muon neutrinos to the Gran Sasso National Laboratory (LNGS), 732 km away in Italy. There, two experiments, OPERA and ICARUS, wait to find out if any of the muon neutrinos have transformed into tau neutrinos. To create the neutrino beam, a proton beam from the Super Proton Synchrotron (SPS) is used.**

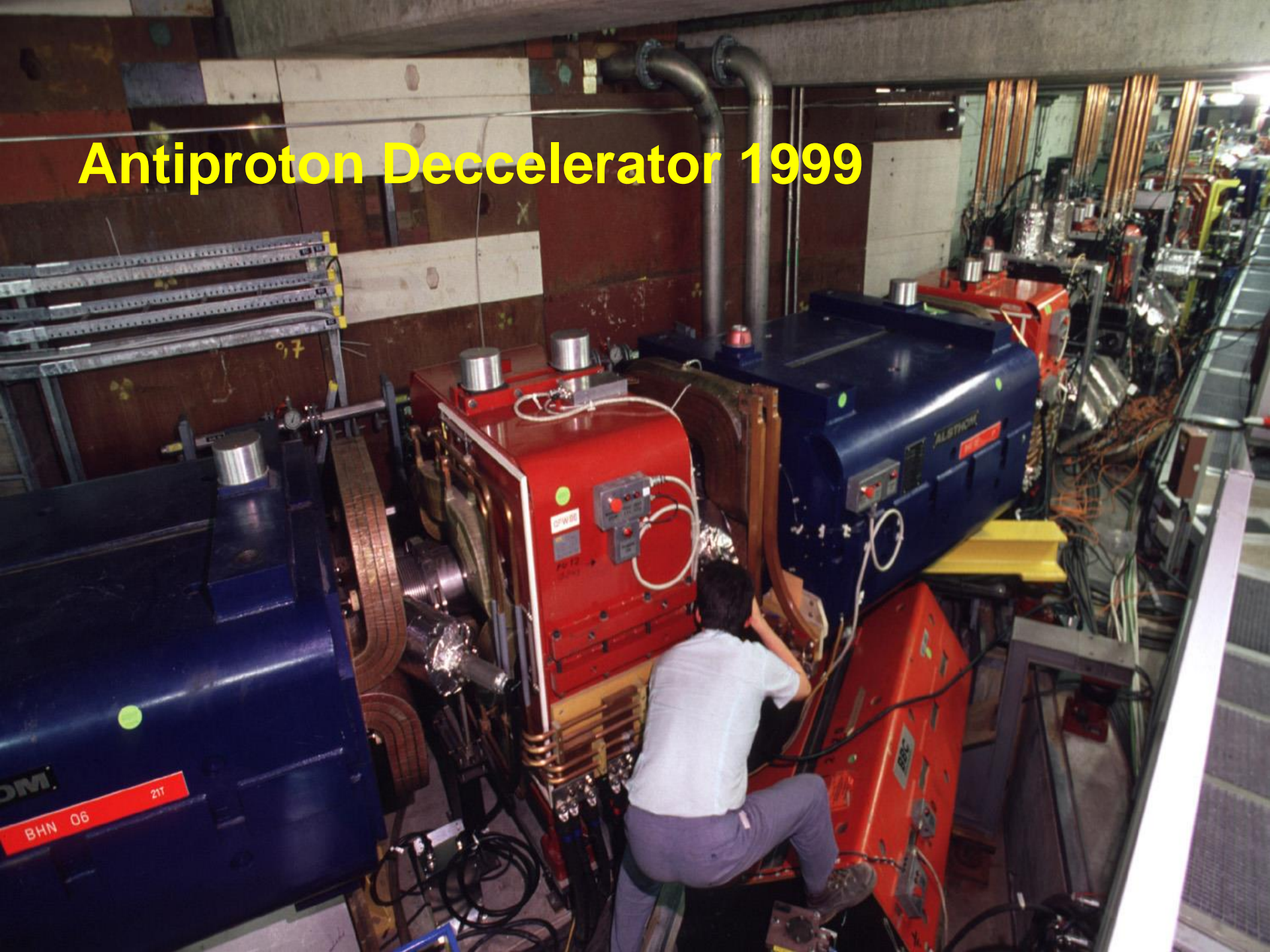






**Low Energy Ion Ring 2005**

# Antiproton Decelerator 1999

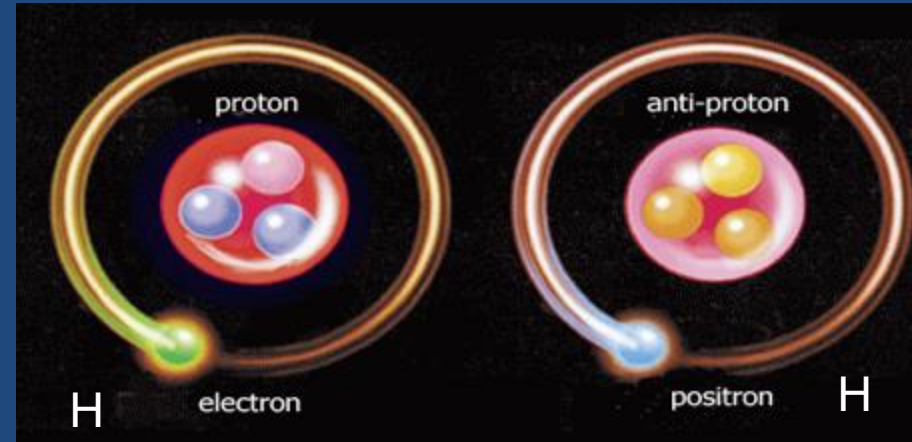


# Antimatter Physics

## Matter-Antimatter comparison

*Very fundamental in our theory of physics*

$$m = \bar{m} \quad g = \bar{g}$$



**ASACUSA**  
**ATRAP**  
**ALPHA**

Trapping  $\bar{H}$  in a magnetic bottle

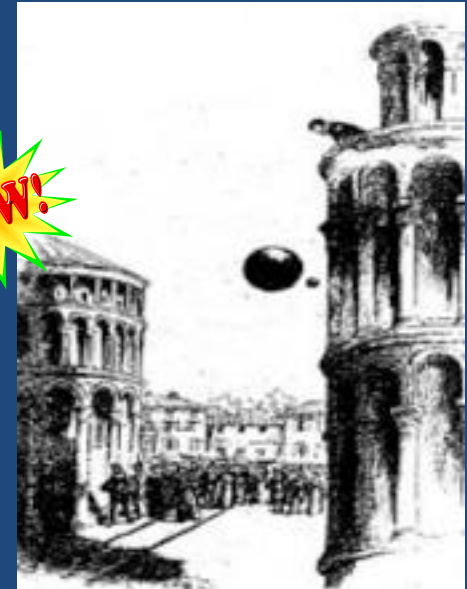
**AEGIS**

Look at  $\bar{H}$  free fall  
Galileo's experiment for antimatter !



**ACE**

Biological effect of  $\bar{p}$   
Possible use for cancer therapy





# An experiment on climate

**Study effect of cosmic rays on clouds formation**  
(cosmic rays “simulated “ by a beam, clouds created  
in a large climatic chamber)



# Nobel prize 1984: CERN



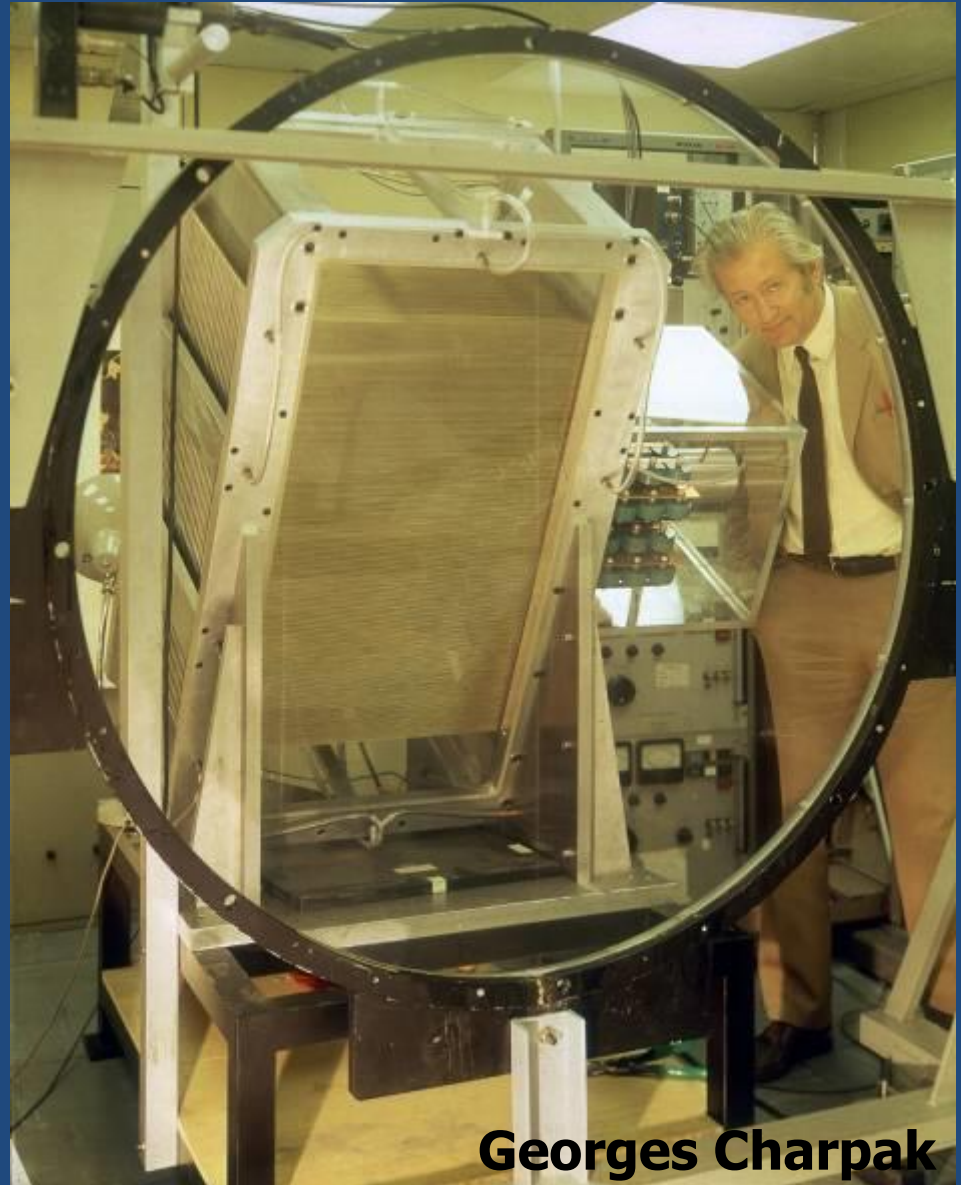
*"for their decisive contributions to the large project, which led to the discovery of the field particles W and Z, communicators of weak interaction"*

# Nobel prize 1992: CERN

We (physicists) cannot just go to a shop and buy our detectors.

So we invent them !

*"for his invention and development of particle detectors, in particular the multiwire proportional chamber"*



**Georges Charpak**

# Nobel prize 1988



*"for the neutrino beam method and the demonstration of the doublet structure of the leptons through the discovery of the muon neutrino"*

# CERN Technologies - Innovation

Accelerating  
particle  
beams

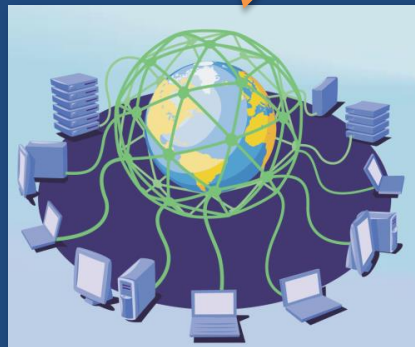
Medical imaging



Charged hadron beam that  
loses energy in matter

Detecting  
particles

Grid computing  
for big data  
management and  
analysis



Drugs hidden inside the  
gas tank



# World Wide Web, GRID, Computing...



From the past...

[www.cern.ch](http://www.cern.ch)

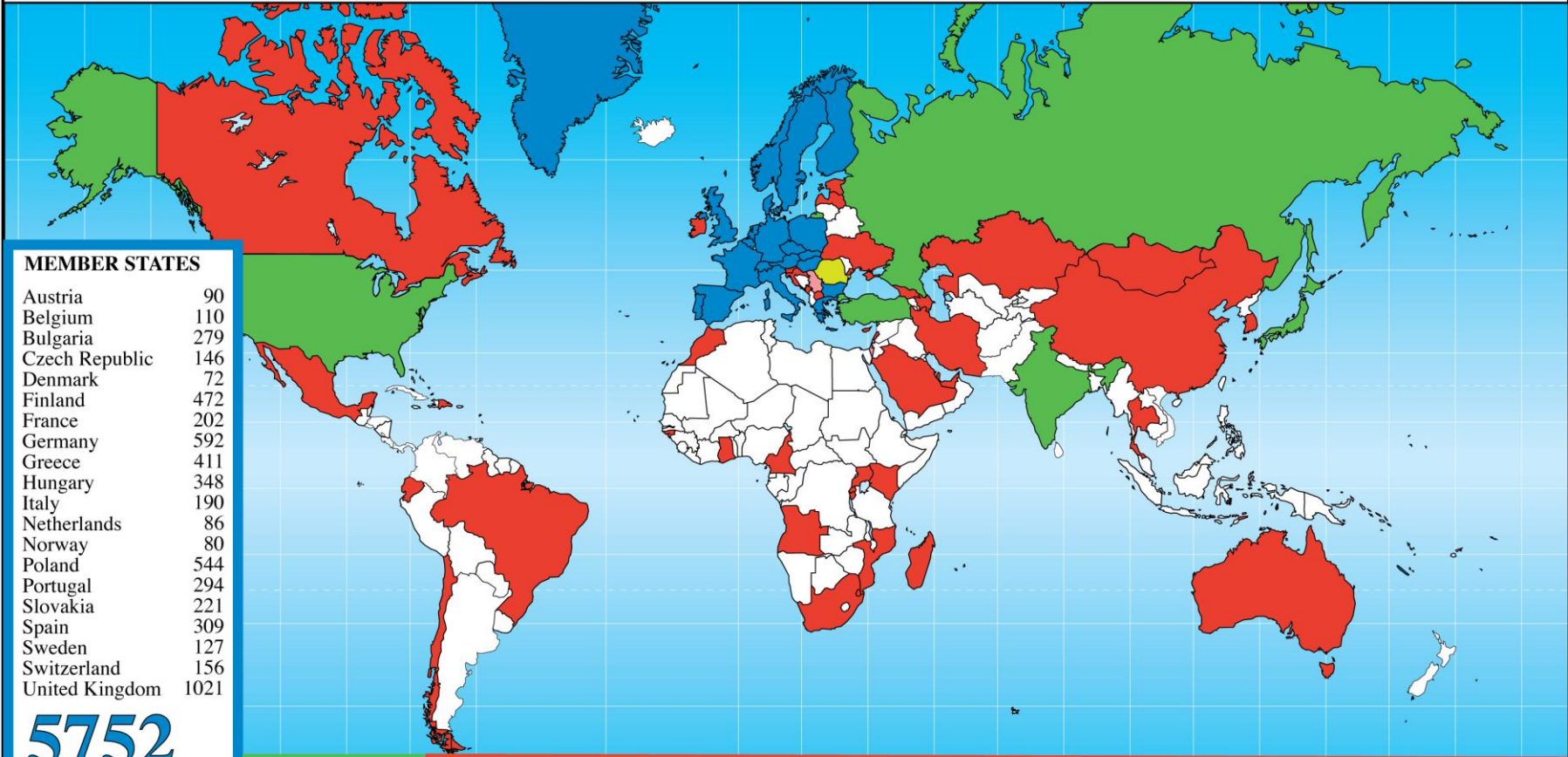


Tim Berners-Lee  
father of WWW



... into the future

# Teacher Programme Participants 1998 - 2013



## MEMBER STATES

Austria	90
Belgium	110
Bulgaria	279
Czech Republic	146
Denmark	72
Finland	472
France	202
Germany	592
Greece	411
Hungary	348
Italy	190
Netherlands	86
Norway	80
Poland	544
Portugal	294
Slovakia	221
Spain	309
Sweden	127
Switzerland	156
United Kingdom	1021

**5752**

## CANDIDATE FOR ACCESSION

Romania	12
---------	----

## ASSOCIATE MEMBER IN THE PRE-STAGE TO MEMBERSHIP

Israel	7
Serbia	14

## OBSERVER STATES

India	2
Japan	5
Russia	163
Turkey	3
USA	65

**238**

## OTHERS

Angola	4	China	1	Ireland	5	Morocco	2	Swaziland	1
Australia	5	Croatia	1	Kazakhstan	3	Mozambique	17	Thailand	7
Azerbaijan	1	Cyprus	8	Kenya	4	Qatar	1	T.F.Y.R.O.M.	11
Brazil	83	Dominican Rep.	2	Latvia	1	Rwanda	17	Timor-Leste	4
Burundi	1	Ecuador	2	Lebanon	1	Sao Tome	3	Uganda	3
Cameroon	3	Estonia	37	Madagascar	2	Saudi Arabia	1	Ukraine	57
Canada	3	Georgia	55	Malta	36	Singapore	2	U.A.E.	1
Cape Verde	3	Ghana	6	Mexico	6	Slovenia	21		
Chile	3	Guinea Bissau	1	Mongolia	1	South Africa	6		
		Iran	1	Montenegro	13	South Korea	44		

**490**

# Russian participation in the CERN Educational Programmes since 2009



1st national Russian Teachers Programme at CERN in November 2009

- **Including the current programme, 193 teachers will have attended the 5 sessions of the RTP which started in 2009**
- **All the programmes have been organised in collaboration with JINR.**
- **The present programme is financed by JINR and has country wide participation with 29 teachers from Russia + 1 Belorussian teacher**







### СЛУХИ

**РАДУЮТСЯ**, что сельским хозяйством в Тихвинском районе, кажется, заинтересовались инвесторы. Информации об этом немного, потому что местные власти боятся сглазить удачу. Известно лишь, что деньги в развитие производства готовы вложить в трех совхозах. И если это произойдет, счастливы будут не только аграрии! Ведь крепкие сельхозпредприятия дадут импульс к возрождению деревень.

**ДОВОЛЬНЫ**, что о проблемах инвалидов теперь думают даже избирательные комиссии. Организаторы выборов полагают, что избирательные участки в школах № 3 и 5 наиболее удобны для людей с ограниченными возможностями. В день выборов, 4 декабря, именно там будут работать волонтеры, которые окажут инвалидам необходимую помощь. Возможно, эти участки оборудуют и для слабовидящих людей. Такие меры, с одной стороны, гуманны, а с другой – позволяют увеличить явку избирателей.

**ГОВОРЯТ**, отремонтированный Дворец культуры снаружи и внутри «охраняют» 44 видеокамеры. С учетом того, что сейчас помещения ДК могут считаться, пожалуй, самыми красивыми в городе, беречь есть что. Тем более что хулиганов, пачкунов и варваров у нас хватает. И то, что обновленный храм культуры возглавил бывший начальник тихвинской милиции, поэтому не кажется диким.

**ПРЕДЛАГАЮТ** перевозчикам, которые организуют автобусные маршруты на городское кладбище, пойти навстречу пассажирам

# Конца света не будет?

Тихвинские учителя физики съездили к Большому адронному коллайдеру

**В конце сентября 48 российских педагогов побывали в Швейцарии, чтобы принять участие во Всероссийской научной школе молодых учителей физики, организованной ЦЕРНом – организацией, курирующей работу Большого адронного коллайдера, совместно с Объединенным институтом ядерных исследований в Дубне. Среди посланцев были и 2 учителя из Тихвина – Инна Вихрова (лицей № 8) и Александр Качалов (лицей № 7). Мы расспросили их о том, зачем они ездили к коллайдеру, поглотит ли черная дыра нашу планету и идут ли тихвинские школьники в науку.**

### Путешествие в наукоград

– **Расскажите, как вы вообще попали в Женеву?**

**В. (Инна Вихрова):** Первая школа для учителей состоялась в ЦЕРНе – в европейской организации ядерных исследований – в 2009 году, на нее я попала как лауреат российского фонда «Династия», поддерживающего науку и образование. Затем я ездила в школу в Дубне (наукоград в Московской области), где размещается крупнейший российский Центр исследований в области ядерной физики. Потом я начала агитировать коллегу – Александра Юрьевича Качалова, мы вместе зарегистрировались для участия в школе учителей в Женеве и в конце сентября побывали в ЦЕРНе.

**К. (Александр Качалов):** Подобные школы для наших учителей организуются и финансируются

мические частицы. Причем сделали его из подручных средств. Ничего сложного, главное – найти сухой лед.

– **В ЦЕРНе проводятся только фундаментальные исследования, которые далеки от бытовой жизни?**

**В.:** Вообще нет. Например, все знают магнитную томографию, которую делают в некоторых больницах. Так вот, изучение частиц в ЦЕРНе позволило проводить нейтронно-позитронную томографию, благодаря которой врачи могут глубже заглянуть в больного. Исследования становятся гораздо качественнее, заболевания можно обнаруживать раньше, в том числе и раковые. Или, например, нам показывали пленочные фильтры, которыми снабжали солдат во время войны в Чечне. Эти фильтры в виде трубочек состоят из множества таких слоев. Степень очистки в них настолько высокая,

**Александр Качалов в Европейском центре ядерных исследований еще раз убедился в правильности версии, что Вселенная появилась в результате Большого взрыва.**

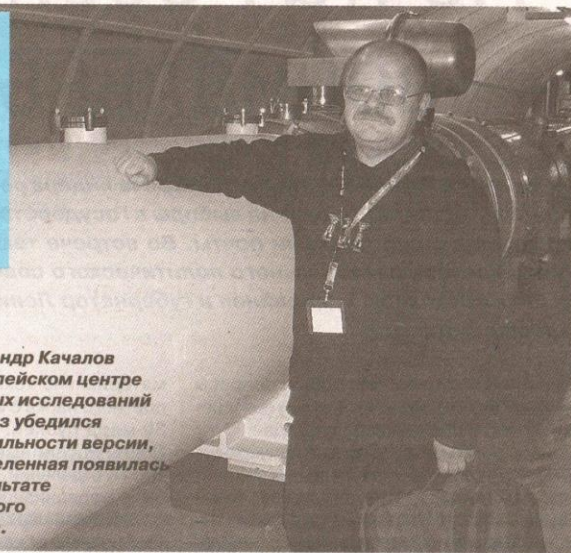
к фундаментальной науке. Это так называемое использование мультифактора: когда камешек кидает в воду – идут волны. Вот и в ЦЕРНе ожидают волн – притока молодежи в науку. Учителя физики, которые приезжают на учебу в Женеву, подобно миссионерам, в своих школах потом заинтересовывают детей.

– **А вам какой смысл привлекать в науку детей? В России наука нищая, и молодые пер-**

ощущают нехватку высококвалифицированных кадров. И не только ученых, но и инженеров, технарей. Там ведь столько сложного оборудования, которое нужно обслуживать. Длина коллайдера – 27 км, и все это напичкано инженерикой.

### Нам бы самородков побольше

– **Вы своим школьникам рассказываете о ядерной физике во внеурочное время?**





## Major outcomes from RTP:

- **4 Summer JINR Teacher Programmes held in Dubna (2010 - 2013) with CERN participation via video conference**
- **33 Video conferences with school students, university students, and the general public (about 4'000 participants), mainly organised with technical support from JINR.**
- **Visits to CERN: 3 Russian school visits plus an increase in Russian visits from ~1/ year to ~10/year**

- **Joint education ventures:**

**CERN-JINR : NEC'11, NEC'13 one-day parallel teacher events CERN-JINR-CMS workshop: one-day parallel teacher event**

- **CERN-JINR-ISTC:**

**Course "Introduction to Physics research at CERN and JINR" for CIS countries: 2010 - Kazakhstan; 2011 - CERN; 2012- JINR; 2014 under discussion**

# **CERN Visit Programme**

## **Multinational and multilingual**

- **Visits**
  - more than 80 000 visitors per year**
  - 50 % from schools and universities**
- **Video conferences with  
Schools and Universities**
- **Conferences**
- **Science fairs**

# Personnel

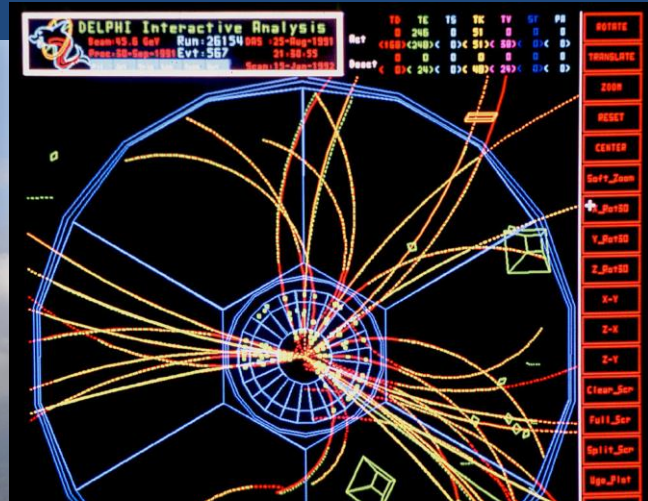


# Workforce

- Physicists
  - Experimental and Theoretical
  - Applied Physicists and Engineers
- Technicians
- Craftsmen
- Administrative personnel
- Fellows
- Doctoral Students
- Technical Students
- Associates
- Summer Students
- Employees of CERN
- Users



International Collaboration



Fundamental Research



Technology Transfer

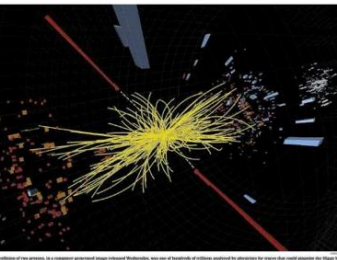
Education Training  
the scientists of  
tomorrow



4 JULY 2012 CERN Press conference

Discovery upends world of physics

CERN reports finding particle that could solve mysteries large and small



The Economist: A giant leap for science. Finding the Higgs boson.



ヒッグス粒子発見か 新素粒子検出 年内に結論

Milhares de moradores de bairros sociais em risco de perderem RSI

Le Monde: Science : la matière dévoilée

The Gazette: EL PAIS

MK: ПОСЛЕДНИЙ КИРПИЧ В СТЕНУ МИРОЗДАНИЯ

AD ALGEMEEN DAGBLAD: Eindelijk gelijk na 48 jaar

Frankfurter Allgemeine: Zieke Kaj en zijn moeder toch samen in de VS

CHINADAILY: fallada la partícula clave para a comprensión del universo

THE HINDU: Elusive particle found, looks like Higgs boson

CORRIERE DELLA SERA: La particella che può svelare i segreti dell'universo

gazeta: Cząstke Higgsa fizycy najpierw wymyślił, potem szukali 40 lat

বিশ্বজ্ঞানের 'সিঁধুর' দর্শন

THE TIMES OF INDIA: Big bang moment: Scientists may have found 'God particle'

আনন্দবাজার পত্রিকা: 'পেয়েছি, যা খুঁজছিলাম'



The Gazette: EL PAIS

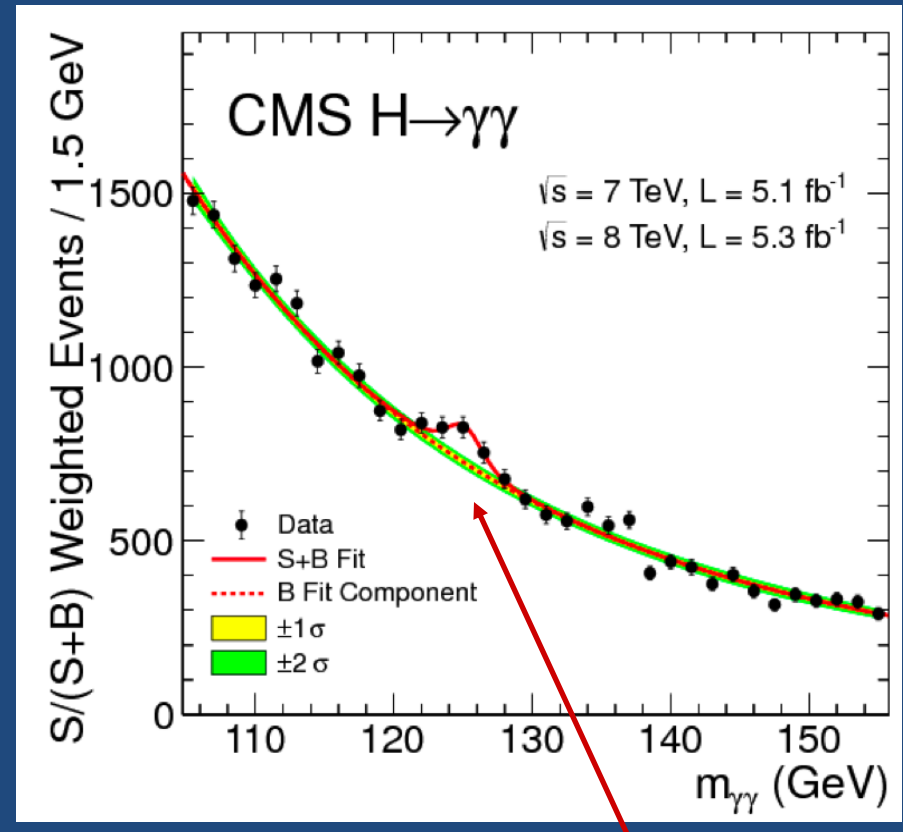
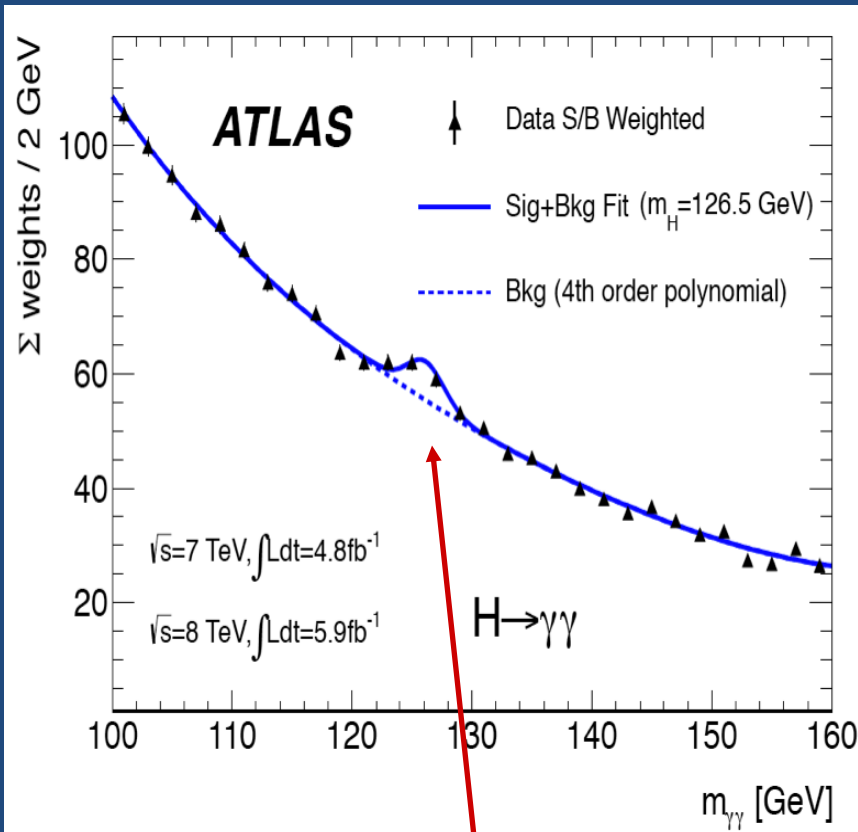
fallada la partícula clave para a comprensión del universo

CHINADAILY

THE TIMES OF INDIA

বিশ্বজ্ঞানের 'সিঁধুর' দর্শন

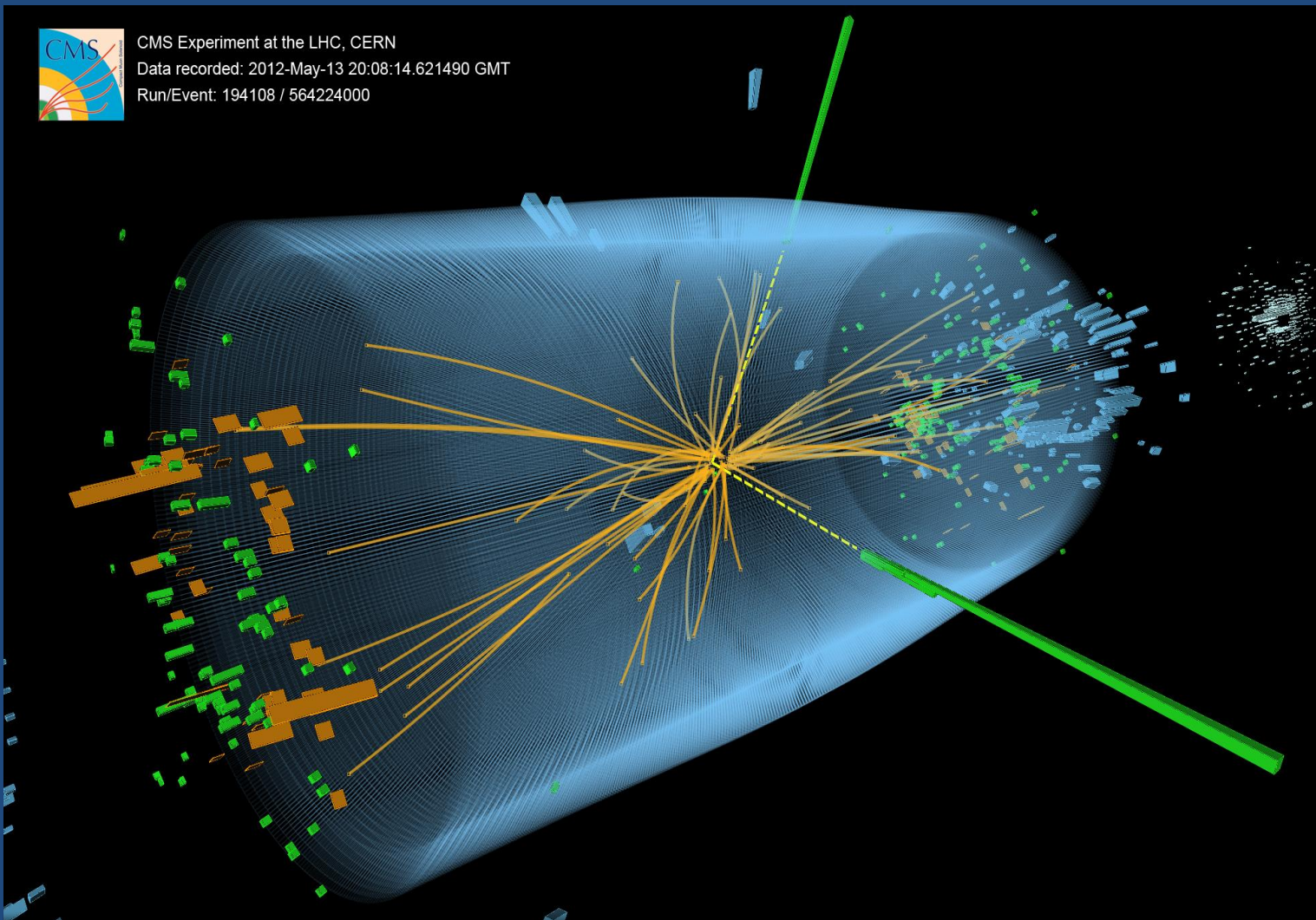
# Higgs decay to $\gamma\gamma$ , ATLAS and CMS, summer 2012 data





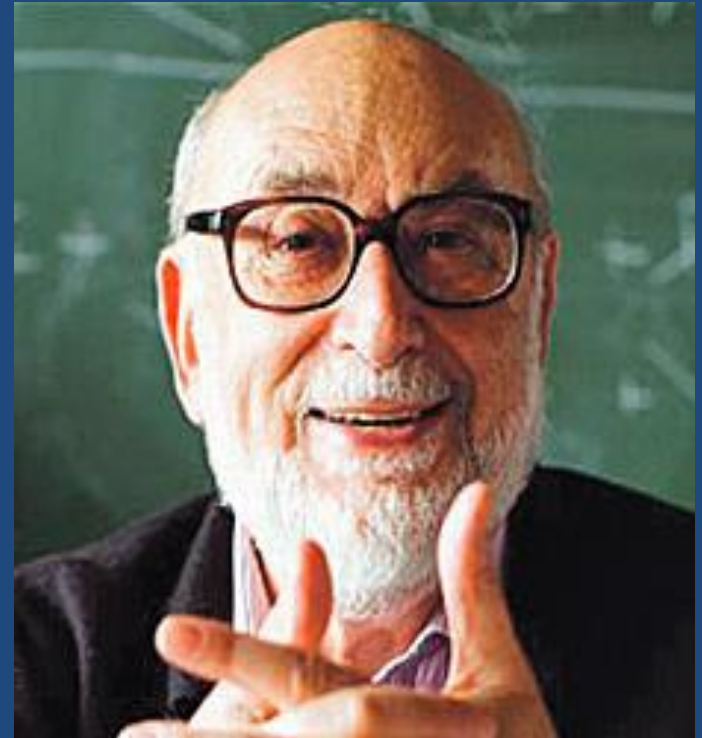
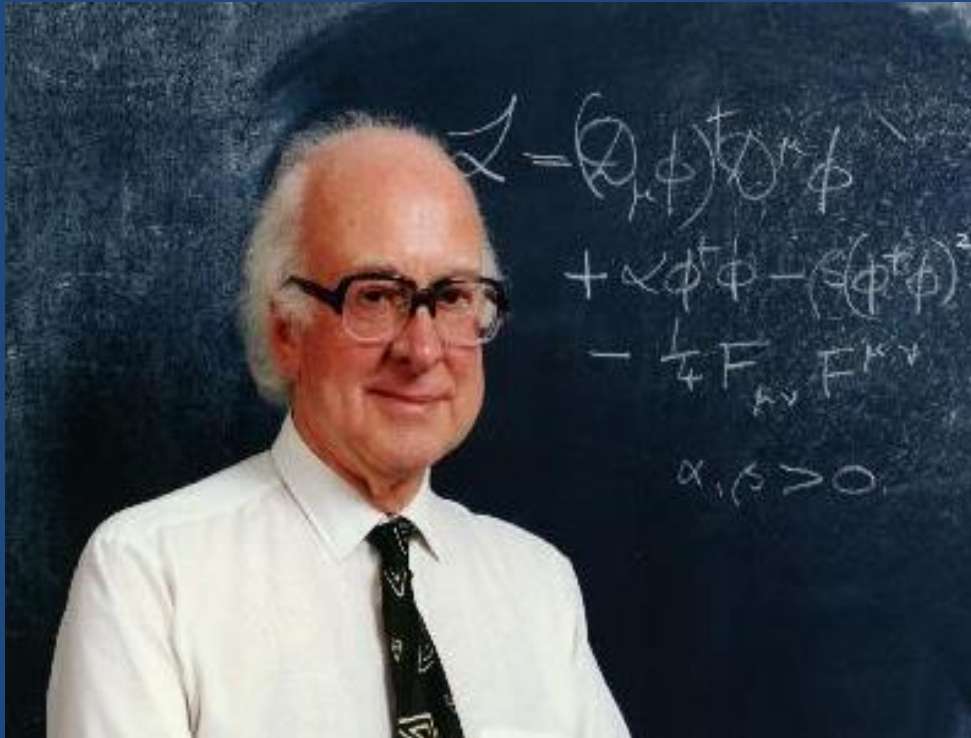
# 4 July 2012: CERN press conference

## “CERN experiments observe particle consistent with long-sought Higgs boson”



# Nobel prize in Physics 2013

## Peter Higgs and Francois Englert



*"for the theoretical discovery of a mechanism that contributes to our understanding of the origin of mass of subatomic particles, and which recently was confirmed through the discovery of the predicted fundamental particle, by the ATLAS and CMS experiments at CERN's Large Hadron Collider"*

Спасибо за внимание

