

La storia del CERN

seminario introduttivo

Le immagini sono proprietà del CERN



CERN

European Organisation for Nuclear Research

E' il piu' grande centro di fisica delle particelle del mondo

Qui i fisici vengono per esplorare di cosa e' fatta la materia e quali forze la tengono assieme

Il CERN esiste soprattutto per dare loro gli strumenti necessari, cioe' acceleratori e rivelatori

Fondato nel 1954, il laboratorio fu uno dei primi progetti congiunti europei ed ora include 20 Stati membri

1949 prima proposta per un Laboratorio Europeo

Louis de Broglie

1950 proposta all'UNESCO

1952 scelta la sede di Ginevra

E. Amaldi nominato Segretario Generale del CERN

1954 ratifica della convenzione tra i 12 Stati fondatori

Repubblica Federale Tedesca, Belgio, Danimarca, Francia, Grecia,
Italia, Norvegia, Olanda, Gran Bretagna, Svezia, Svizzera, Jugoslavia

Obiettivo: ricerca fondamentale

costruire l'acceleratore di protoni piu' potente del mondo

CPS = CERN Proton Synchrotron

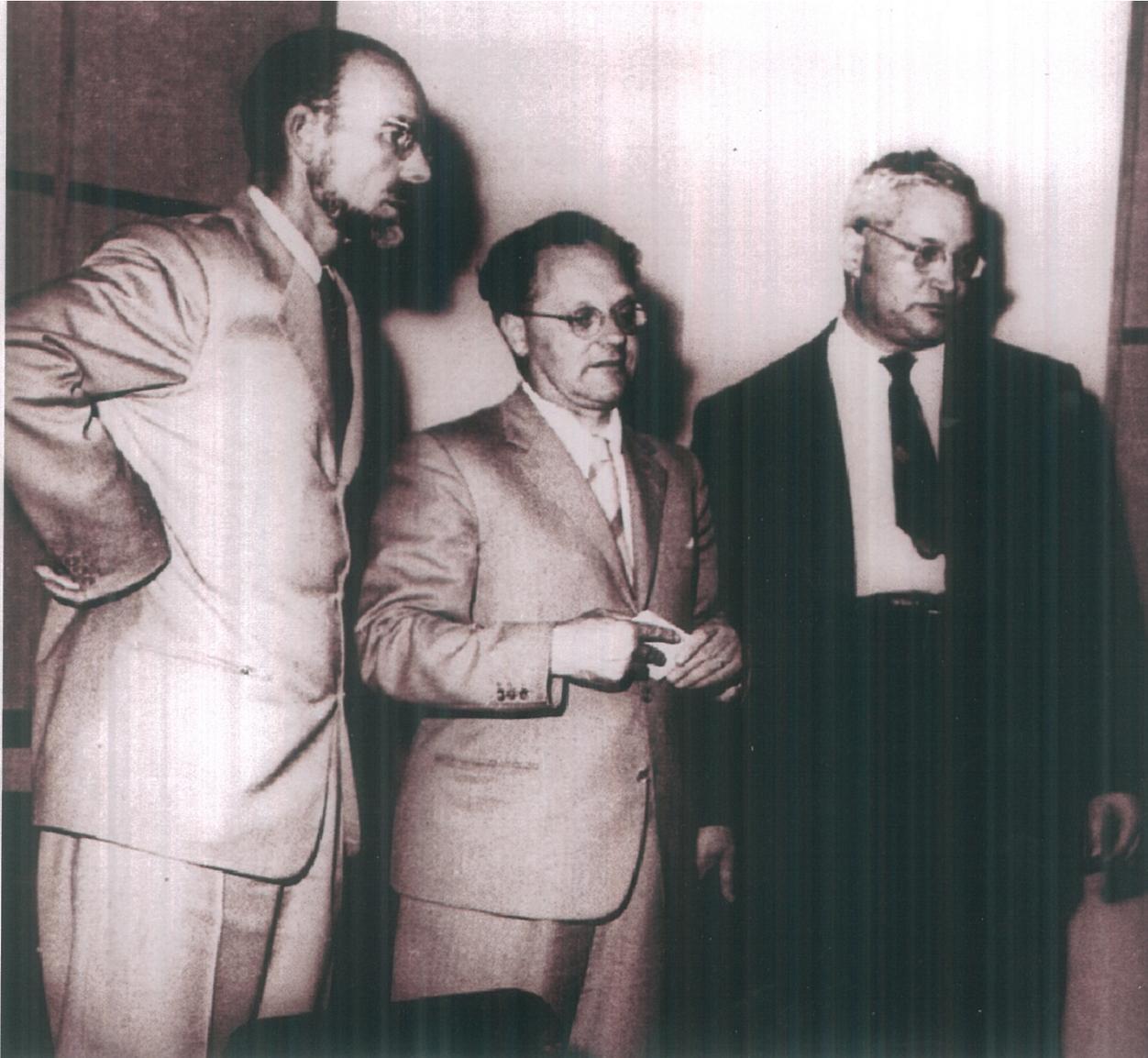
focalizzazione forte

! TECNICA NUOVA !

1957 entrata in funzione del SincroCiclotrone

1959 entrata in funzione del ProtoSincrotrone

Pierre Auger, Edoardo Amaldi e Lew Kowarski, 1952



CERN, sito di Meyrin, 15 maggio 1954



CERN, sito di Meyrin, 9 novembre 1954



25 aprile 2008

Fulvio Tessarotto (INFN Trieste)

6

Il trasporto dell'SC a Meyrin, 1 gennaio 1956



Il trasporto dell'SC a Meyrin, 1 gennaio 1956



Veduta aerea del sito CERN di Meyrin, 1957



25 aprile 2008

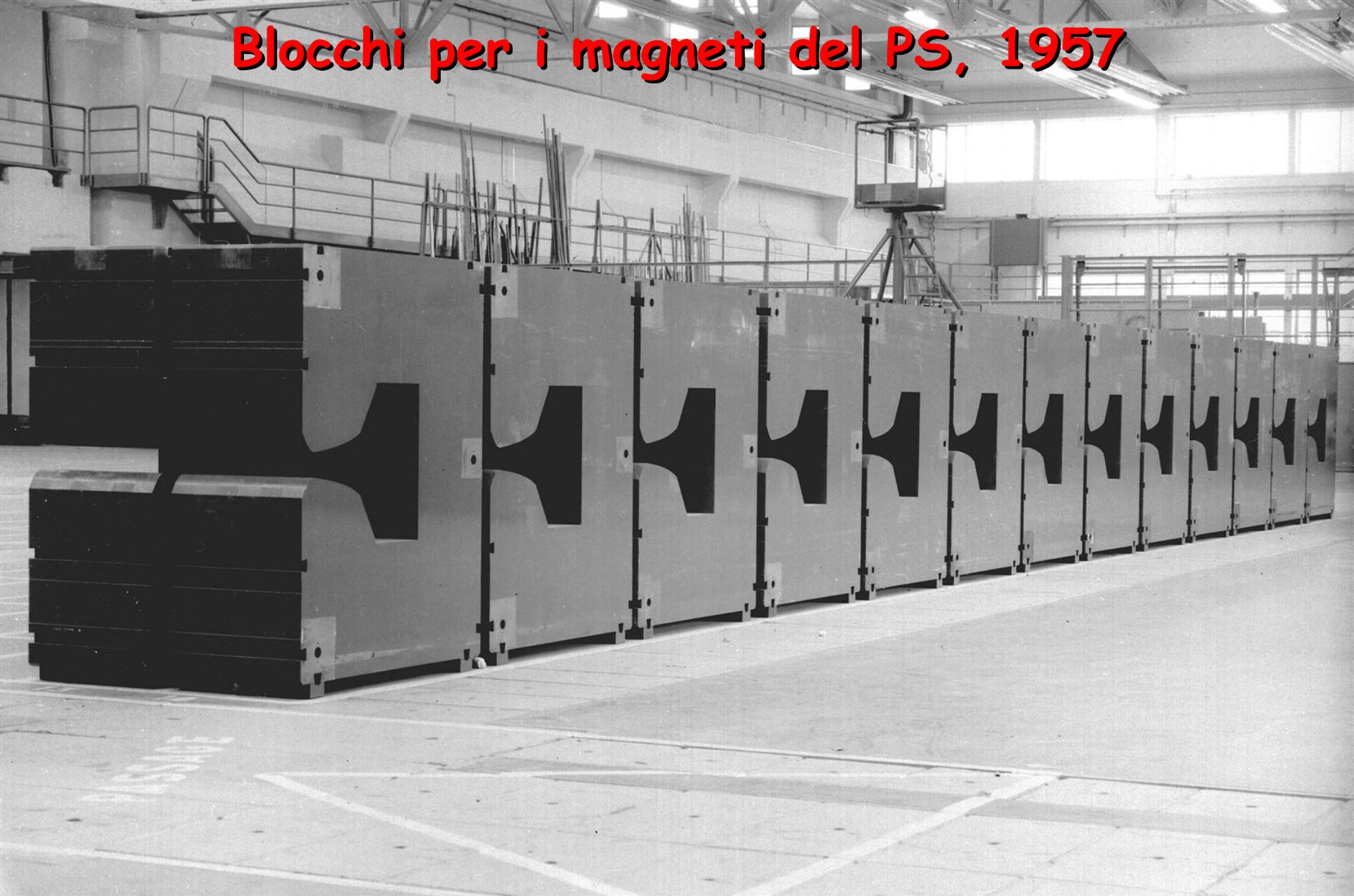
Fulvio Tessarotto (INFN Trieste)

9

La hall sud del PS, 1957



Blocchi per i magneti del PS, 1957



Il Sincrociclotrone da 0.6 GeV/c installato, 1957



Analisi delle tracce sulle pellicole, 1957



Giuseppe e Maria Fidecaro, 1963

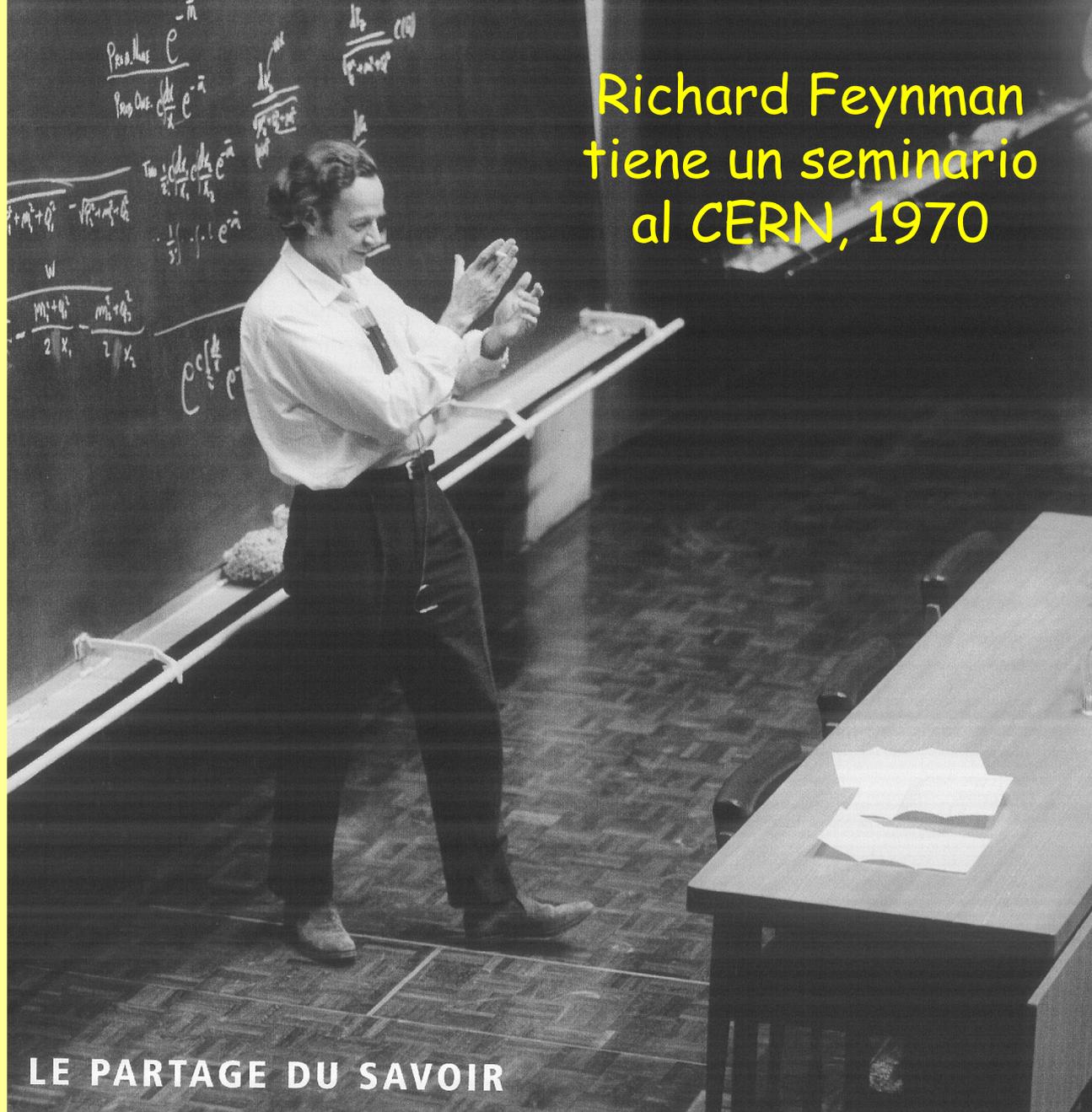
Nel 1958 arriva il primo risultato da un esperimento all'SC: il π decade in $e\nu$ con BR di 10^{-4} . E' la conferma della teoria debole V-A



G. Fidecaro fu anche direttore della Sezione di Trieste dell'INFN

**Nella
Convenzione del
CERN sta
scritto che:**

**“i risultati di
ogni lavoro sono
pubblicati o resi
comunque
universalmente
accessibili”**



**Richard Feynman
tiene un seminario
al CERN, 1970**

LE PARTAGE DU SAVOIR

(g-2) del μ

Nel 1959 6 fisici
(Farley, Charpak,
Müller, Zichichi, Sens,
Garwin) tentano di
misurarlo all'SC.

Precisione:
1961 2%,
1963 0,4% \rightarrow QED o.k.

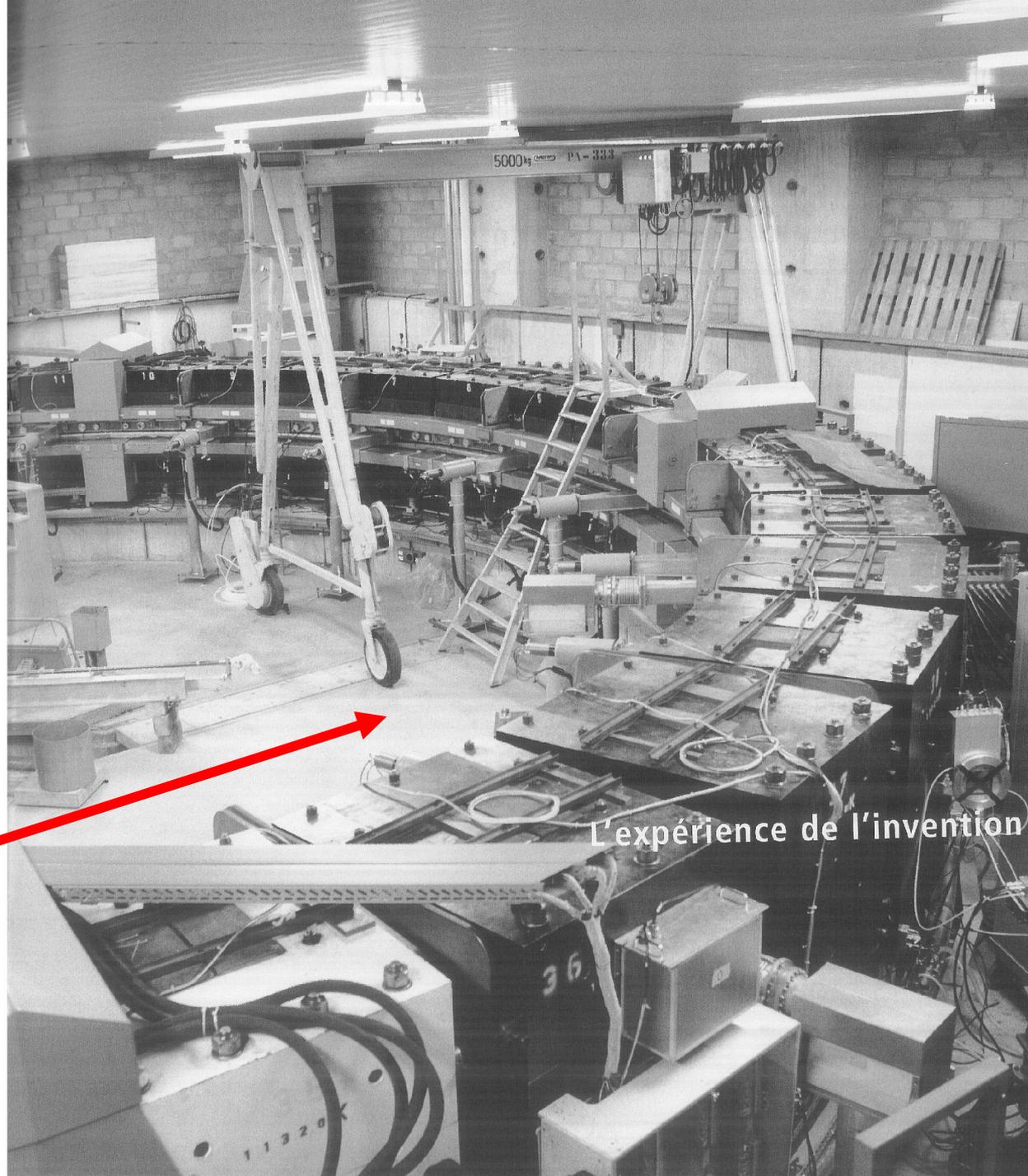
1966 0,01%
Picasso e van der Meer

1969-1979 0,0007%

(dal 1984 in poi a BNL)

oggi: $\sim 10^{-9}$, 3σ da SM

25 aprile 2008



Il 24 novembre del 1959 il PS arriva a 24 GeV/c

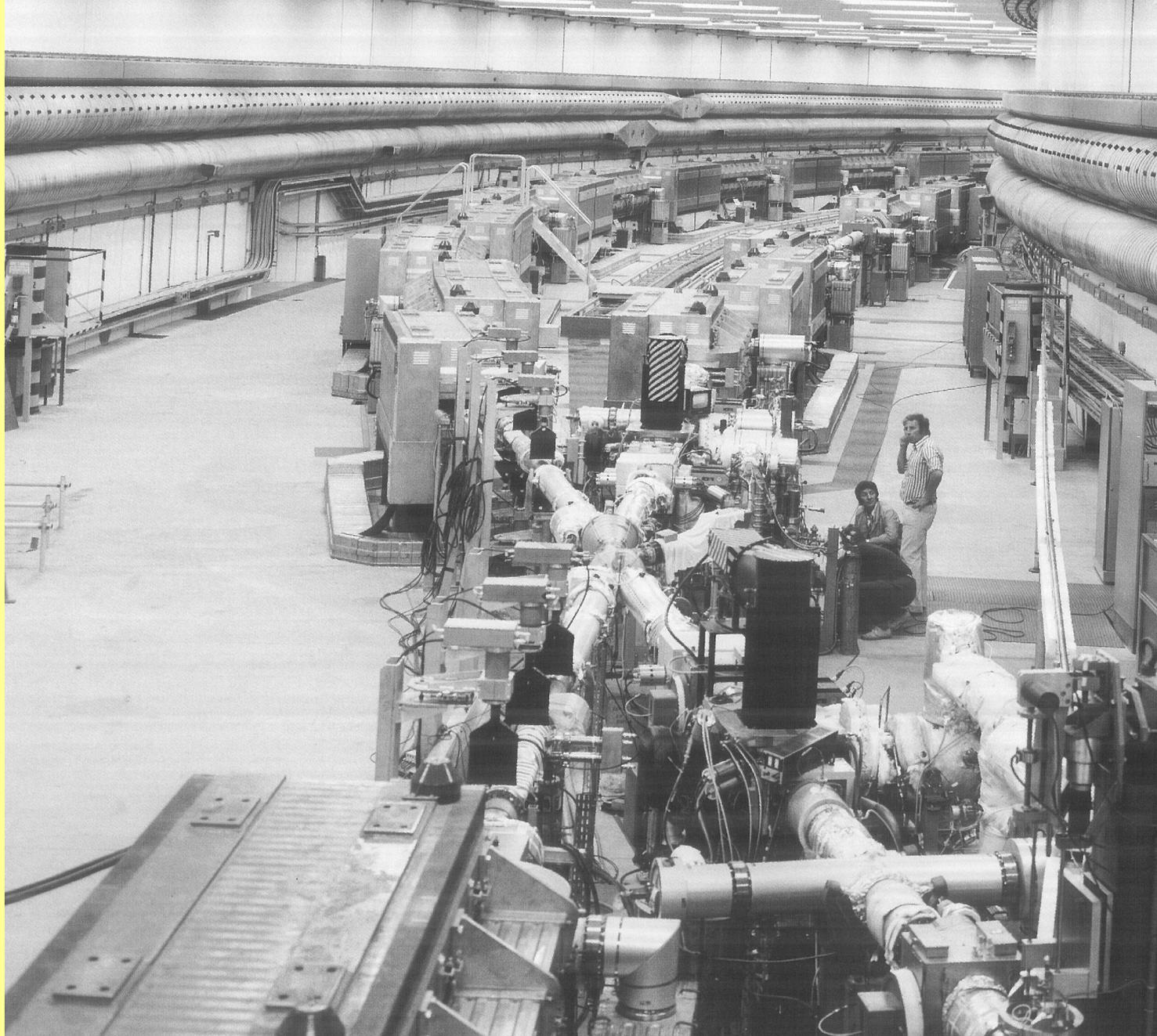


La frontiera dell'energia

0.6 GeV	Berkeley SC	1949	π
6 GeV	Berkeley Bevatrone	1954	\bar{p}
10 GeV	Dubna		
24 GeV	CPS	1959	
30 GeV	BNL AGS	1963	$\nu_{\mu} \neq \nu_e$
26+26 GeV	ISR	1971	
450 GeV	SPS	1976	
270+270 GeV	SppbarS	1983	W, Z
1000 + 1000 GeV	FNAL Tevatrone	1983	t
7 + 7 TeV	LHC	2009	?

**Il 27 gennaio
1971 per la
prima volta
al mondo due
fasci di
protoni si
scontrano.**

**L'ISR
riuscirà poi a
raggiungere
una
luminosità
1000 volte
superiore a
quella di
disegno**



Alcune date importanti per la fisica delle particelle

1895	Röntgen	raggi X
2	Becquerel	radioattività
1896	Thomson	elettrone libero
4	Plank	quanti di energia
1905	Einstein	relatività, ecc.
6	Rutherford	nucleo atomico
7	Bohr	modello dell'atomo
1927	Dirac	teoria dell'elettrone
9	Pauli	neutrino
1932	Anderson	positrone
•	Chadwick	neutrone
•	Fermi	interazione debole
13	Yukawa	forza nucleare
1947	Occhialini	mesone π
15	Chamberlain, Segrè	antiprotone
1957	Yang, Lee	violazione della parità

I SUCCESSI DEL CERN

1958 V-A

1974 CORRENTI NEUTRE

1983 W, Z⁰ **NOBEL**

1989 SPIN del protone

larghezza Z⁰ al LEP

1971 ISR

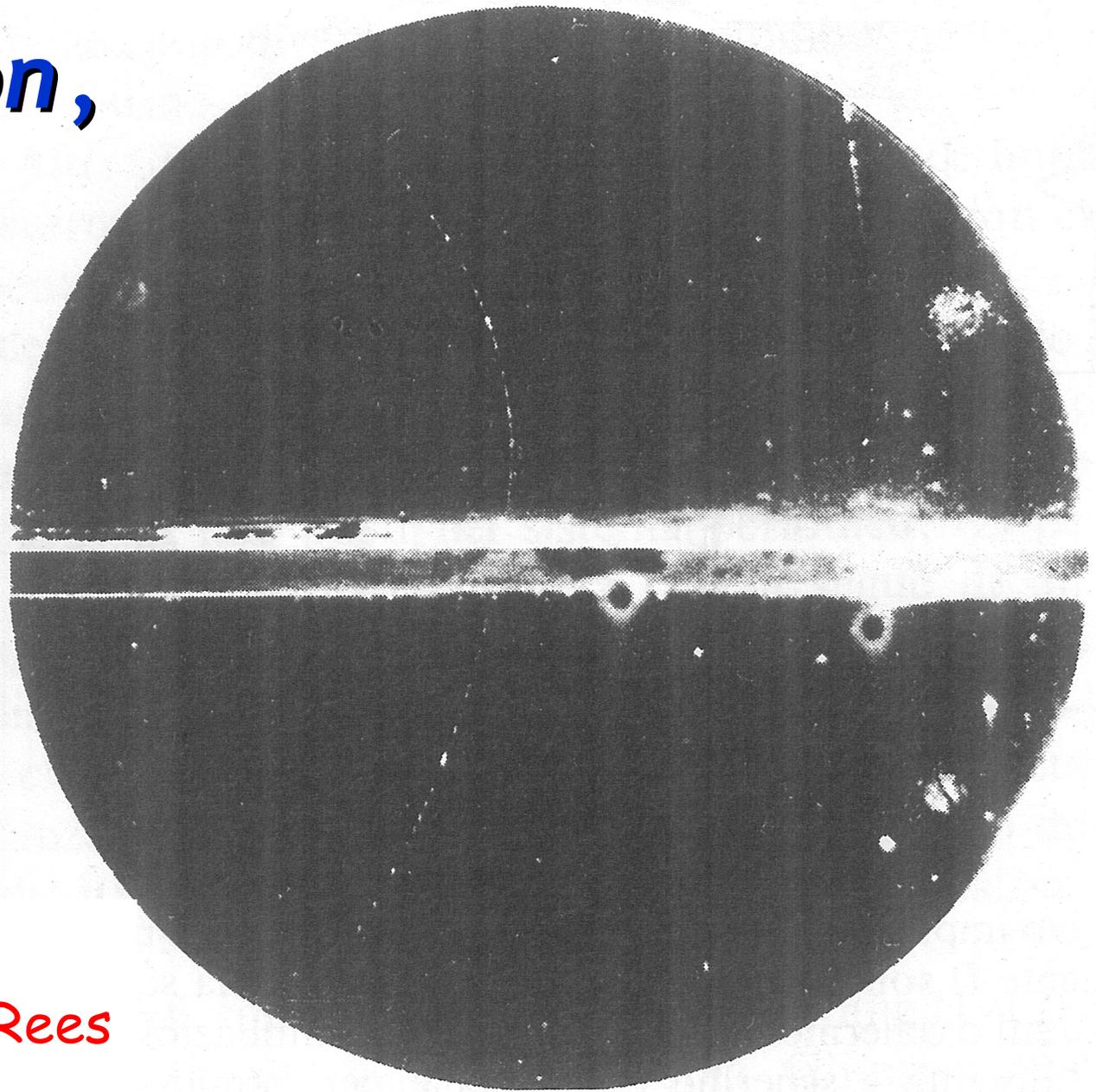
COOLING
STOCASTICO

1990 WORD WIDE WEB

GRID

Anderson, 1932

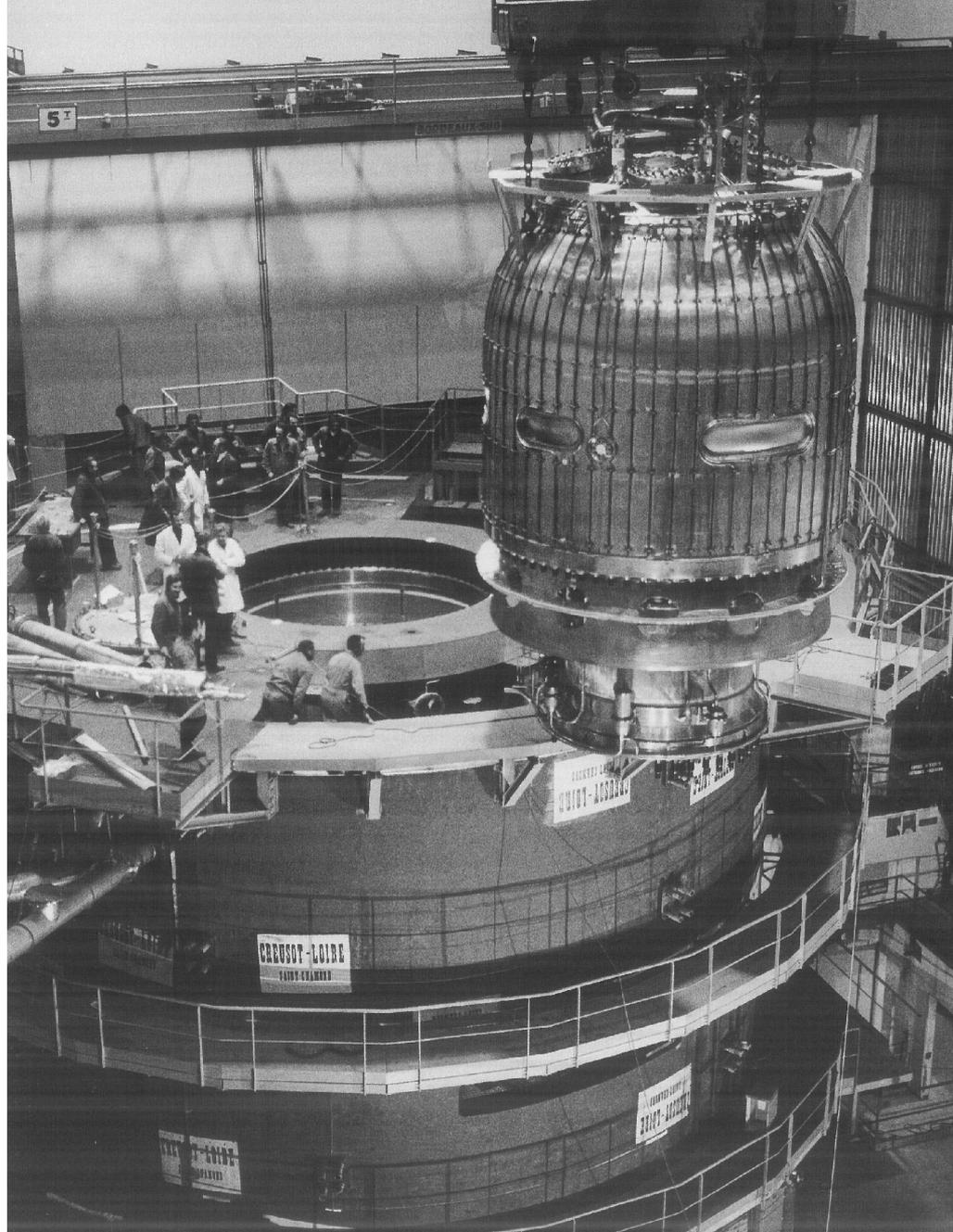
i progressi nelle
tecnologie di
rivelazione delle
particelle sono
altrettanto
importanti di
quelli delle
tecnologie degli
acceleratori



Camera a nebbia:
Charles Thomson Rees
Wilson, 1989

**1965: al CERN
entra in funzione
BEBC (Big European
Bubble Chamber)**

La camera a bolle,
ideata da Donald
Arthur Glaser nel 1952,
e' stata per anni il piu'
potente strumento di
investigazione delle
particelle ionizzanti



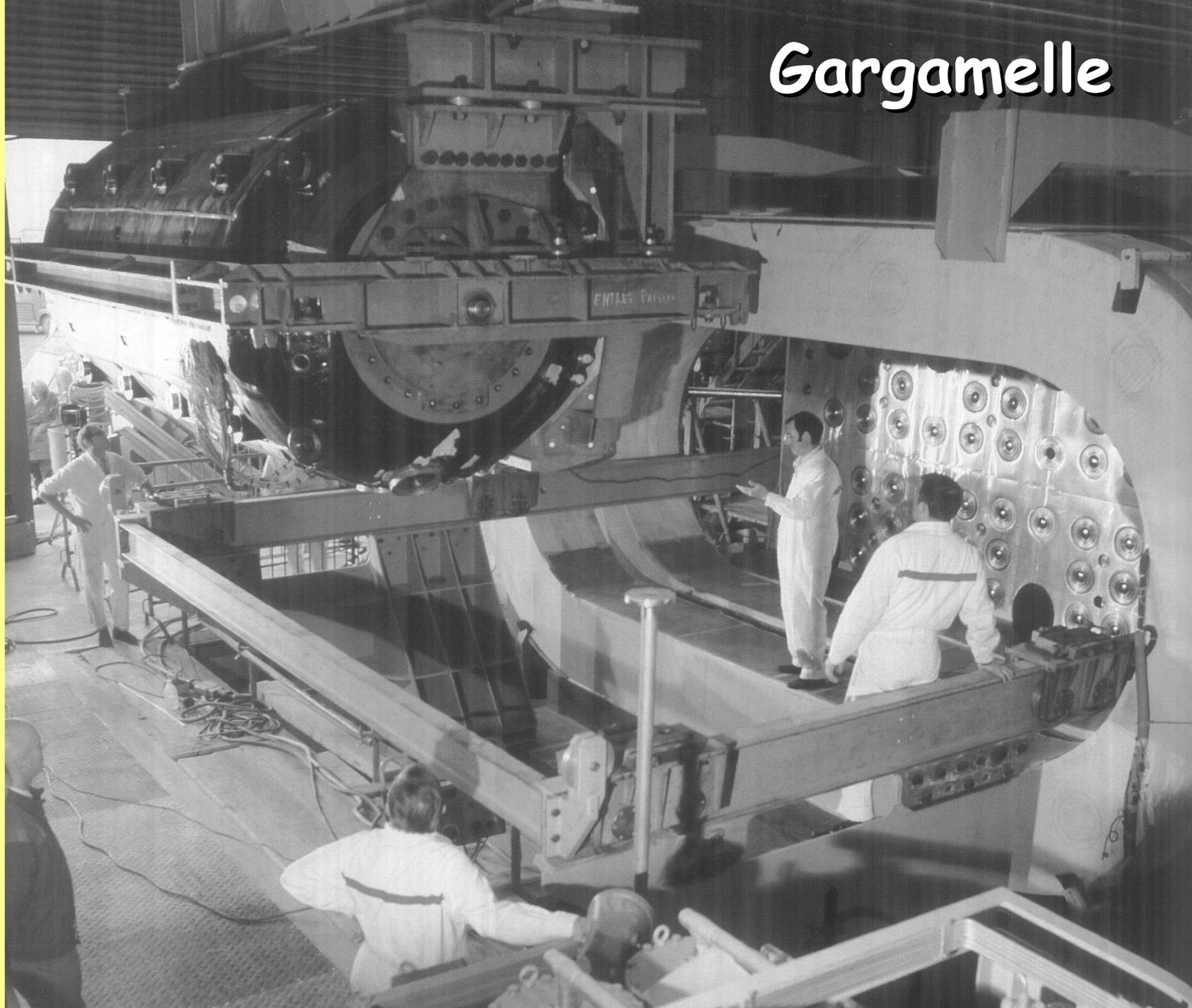
Una foto da BEBC



Gargamelle

1973: la
prima
grande
scoperta in
Europa.

La Colla-
borazione
Gargamelle
rivela le
correnti
deboli
neutre





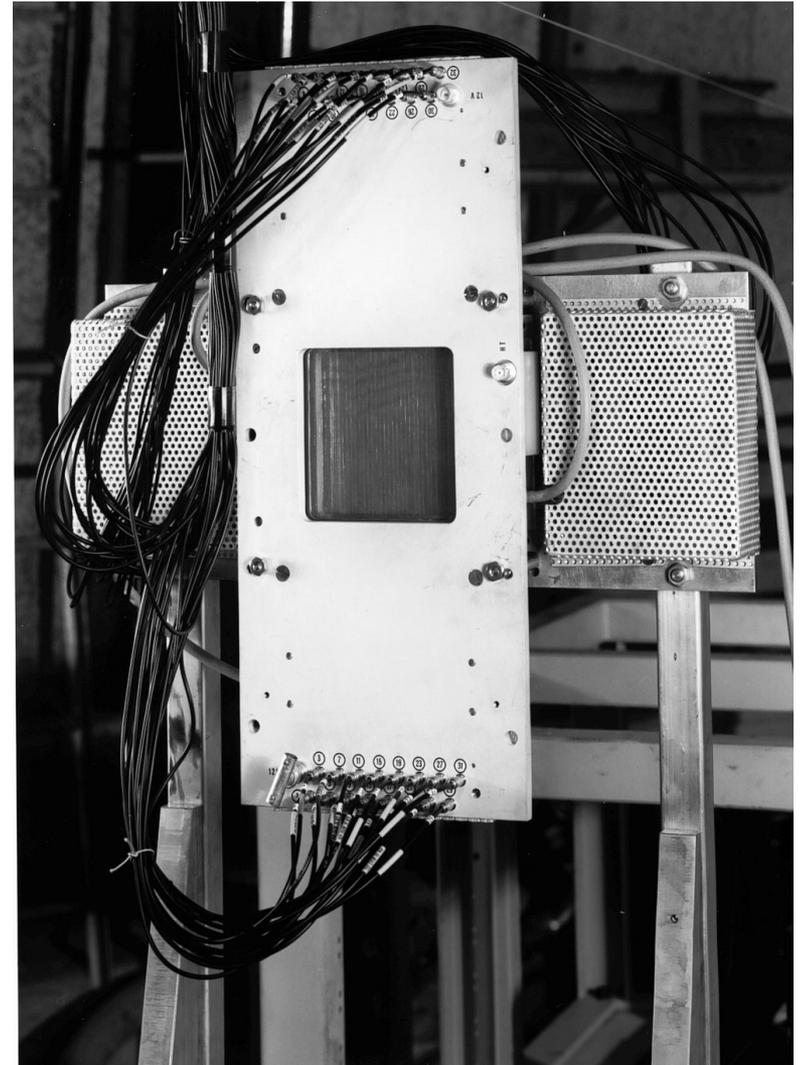
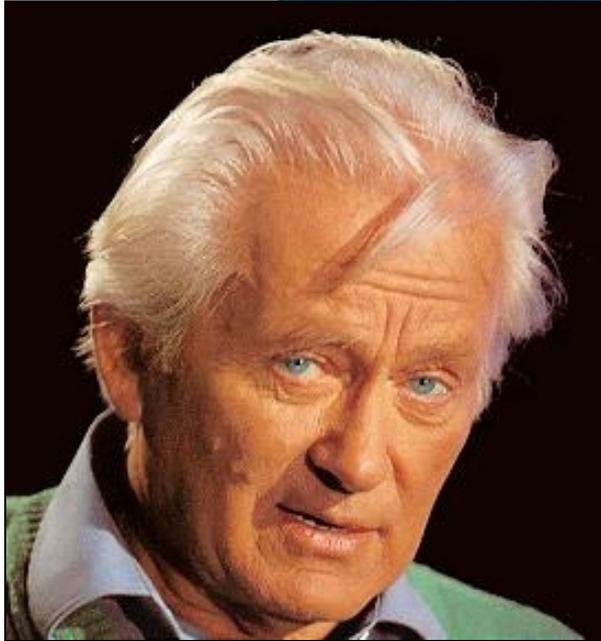
UN NOUVEL ORDRE

1968: AL CERN VIENE INVENTATA LA CAMERA PROPORZIONALE MULTIFILI

VERSAILLES
1968

*colloque
international
sur
l'électronique
nucléaire*

**
international
symposium
on
nuclear
electronics*



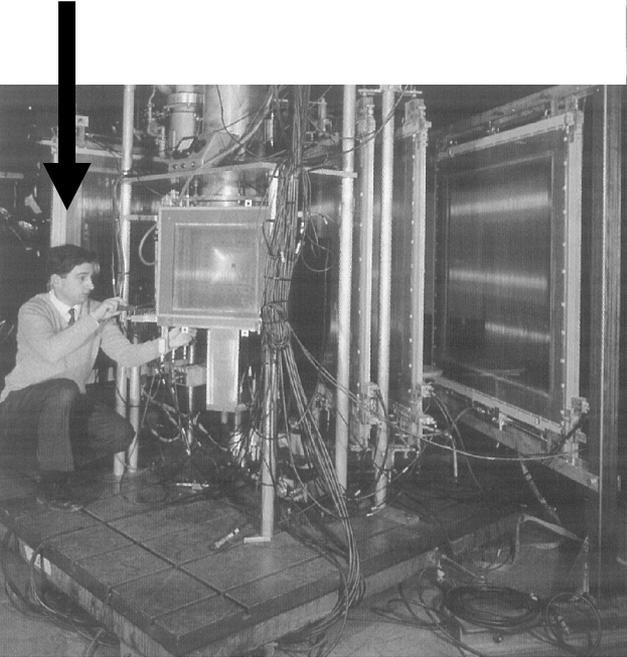
Chambres à Etincelles
Spark chambers

Rapporteur **M. CHARPAK**
Reporter **CERN - GENEVE (Suisse)**

G. Charpak, Proc. Int. Symp. Nuclear Electronics (Versailles 10-13 Sept 1968)

**George Charpak
con una delle
grandi camere
proporzionali
multifili prodotte
dal suo laboratorio**

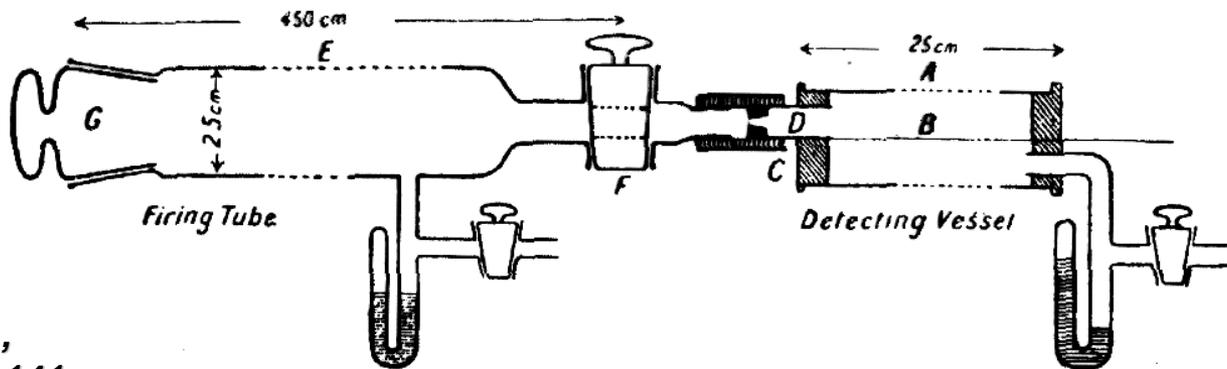
Fabio Sauli in una foto
di alcuni anni fa



*George Charpak viene insignito del
Premio Nobel per la fisica nel 1992*

I primi rivelatori a gas

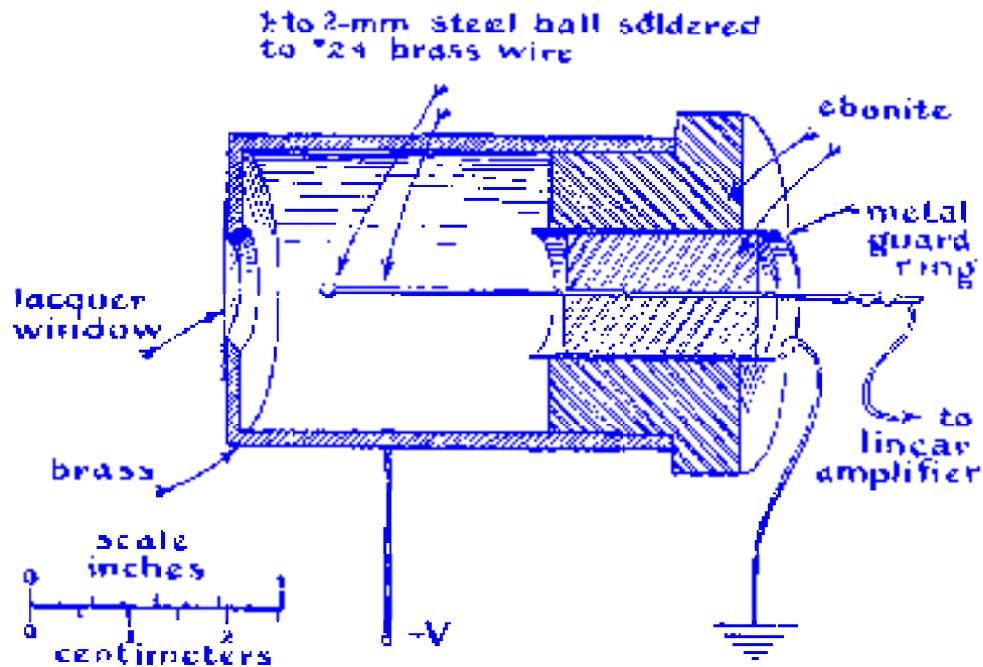
**1908: FIRST WIRE COUNTER
USED BY RUTHERFORD IN
THE STUDY OF NATURAL
RADIOACTIVITY**



*E. Rutherford and H. Geiger ,
Proc. Royal Soc. A81 (1908) 141*

**1928: GEIGER COUNTER
SINGLE ELECTRON SENSITIVITY**

*H. Geiger and W. Müller,
Phys. Zeits. 29 (1928) 839*

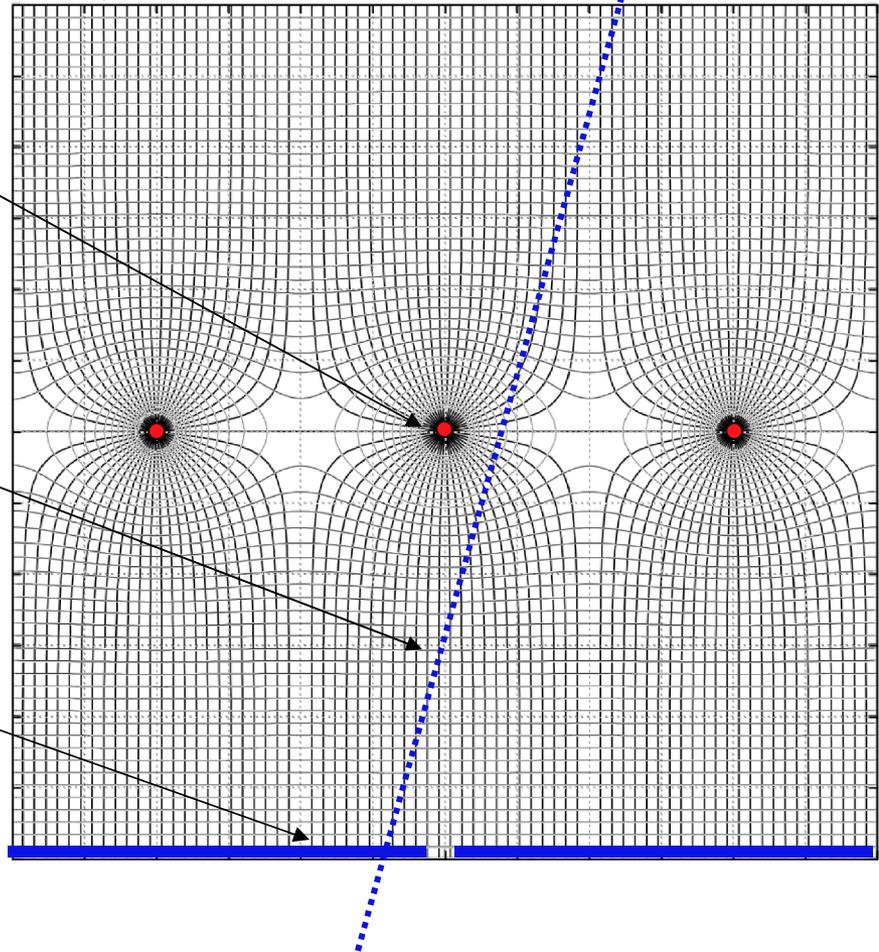


MULTIWIRE DETECTORS: EXPLOITING THE INFORMATION

**WIRE COUNT:
DIGITAL MWPC**

**TIME MEASUREMENT:
DRIFT CHAMBERS**

**INDUCED CHARGE:
2-D READOUT**



**TIME AND INDUCED CHARGE ON PADS:
TIME PROJECTION CHAMBERS**

I principali rivelatori attualmente in uso

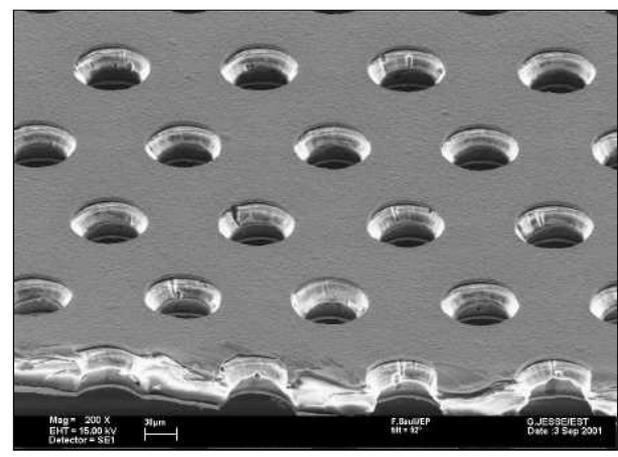
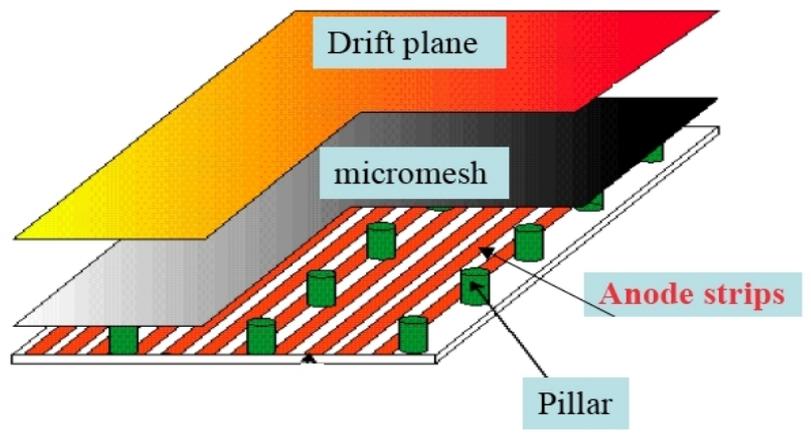
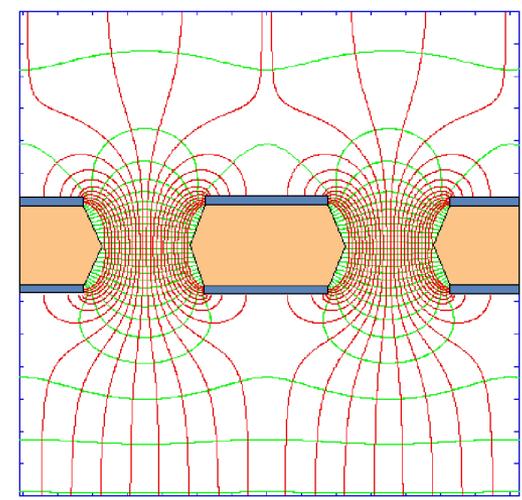
Detector Type	Accuracy (rms)	Resolution Time	Dead Time
Bubble chamber	10–150 μm	1 ms	50 ms ^a
Streamer chamber	300 μm	2 μs	100 ms
Proportional chamber	50–300 $\mu\text{m}^{b,c,d}$	2 ns	200 ns
Drift chamber	50–300 μm	2 ns ^e	100 ns
Scintillator	—	100 ps/n ^f	10 ns
Emulsion	1 μm	—	—
Liquid Argon Drift [Ref. 6]	\sim 175–450 μm	\sim 200 ns	\sim 2 μs
Gas Micro Strip [Ref. 7]	30–40 μm	< 10 ns	—
Resistive Plate chamber [Ref. 8]	\lesssim 10 μm	1–2 ns	—
Silicon strip	pitch/(3 to 7) ^g	<i>h</i>	<i>h</i>
Silicon pixel	2 μm^i	<i>h</i>	<i>h</i>

MICROMEAS
Narrow gap (50-100 μm) PPC with thin cathode mesh
Insulating gap-restoring wires or pillars

GAS ELECTRON MULTIPLIER (GEM)
Thin metal-coated polymer foils
70 μm holes at 140 μm pitch



Rivelatori di nuova concezione

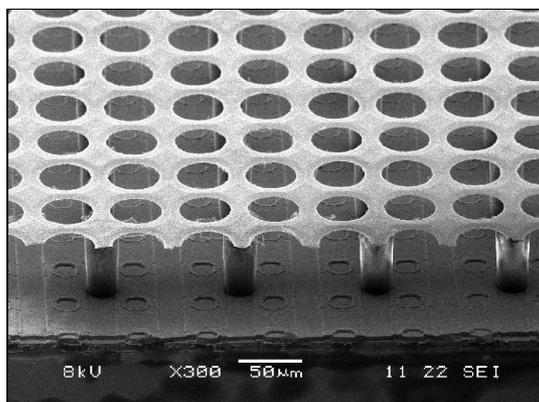


Y. Giomataris et al, Nucl. Instr. and Meth. A376(1996)239

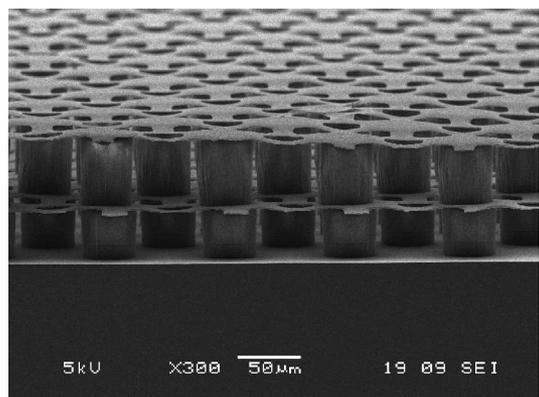
F. Sauli, Nucl. Instr. and Methods A386(1997)531

THE ULTIMATE MPGD: INTEGRATING DETECTOR AND ELECTRONICS

SINGLE MICROMEGRAS:

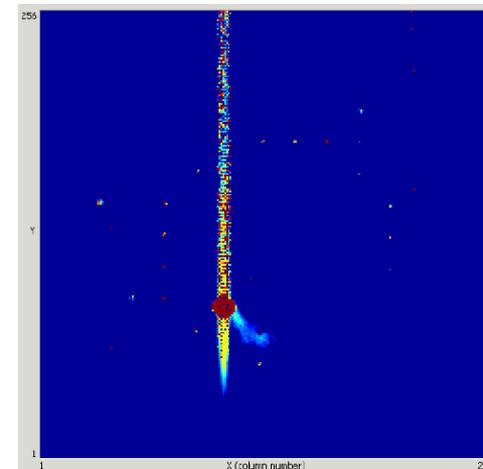
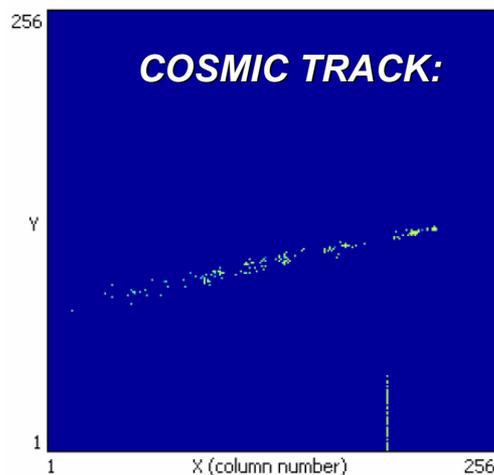


TWO-STAGES:



Using silicon foundry technology, the MPGD is built directly over the silicon pixel readout chip. The high gain-small pixel size allows single electron detection. Recently, addition of a resistive silicon layer over the active chip demonstrated the full protection for discharges induced by α particles.

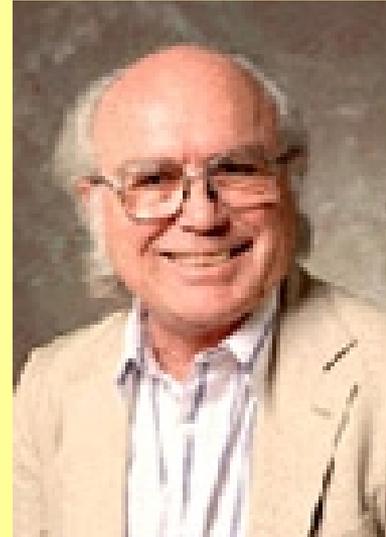
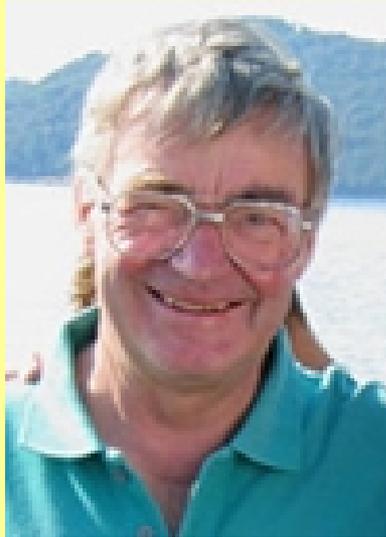
DISCHARGE EVENT:



H. van der Graaf, MPGD Workshop (IEEE-NSS Honolulu 2007)

1974: Supersymmetry

Negli anni 1973 e 1974, al CERN, due fisici teorici:
Julius Wess e Bruno Zumino



elaborano un modello di teoria (detto Wess-Zumino),
basato su un'estensione dello spazio-tempo con una
nuova simmetria fra bosoni e fermioni, i cui generatori
formano la "Super-Poincaré algebra":
è la nascita della supersimmetria

Constituants de la matière				Bosons de jauge			
	1 ^{ère} famille	2 ^{ème} famille	3 ^{ème} famille	Interaction forte	Interaction électro-magnétique	Interaction faible	
Quarks	Up (u)	Charm (c)	Top (t)	Gluons (g)	Photon (γ)	Bosons W^+ W^- Z^0	Bosons de Higgs H^+ H^- H, h, A
	Down (d)	Strange (s)	Bottom (b)				
Leptons	Electron (e^-)	Muon (μ^-)	Tau (τ^-)				
	Neutrino (ν_e) électronique	Neutrino (ν_μ) muonique	Neutrino (ν_τ) tauique				

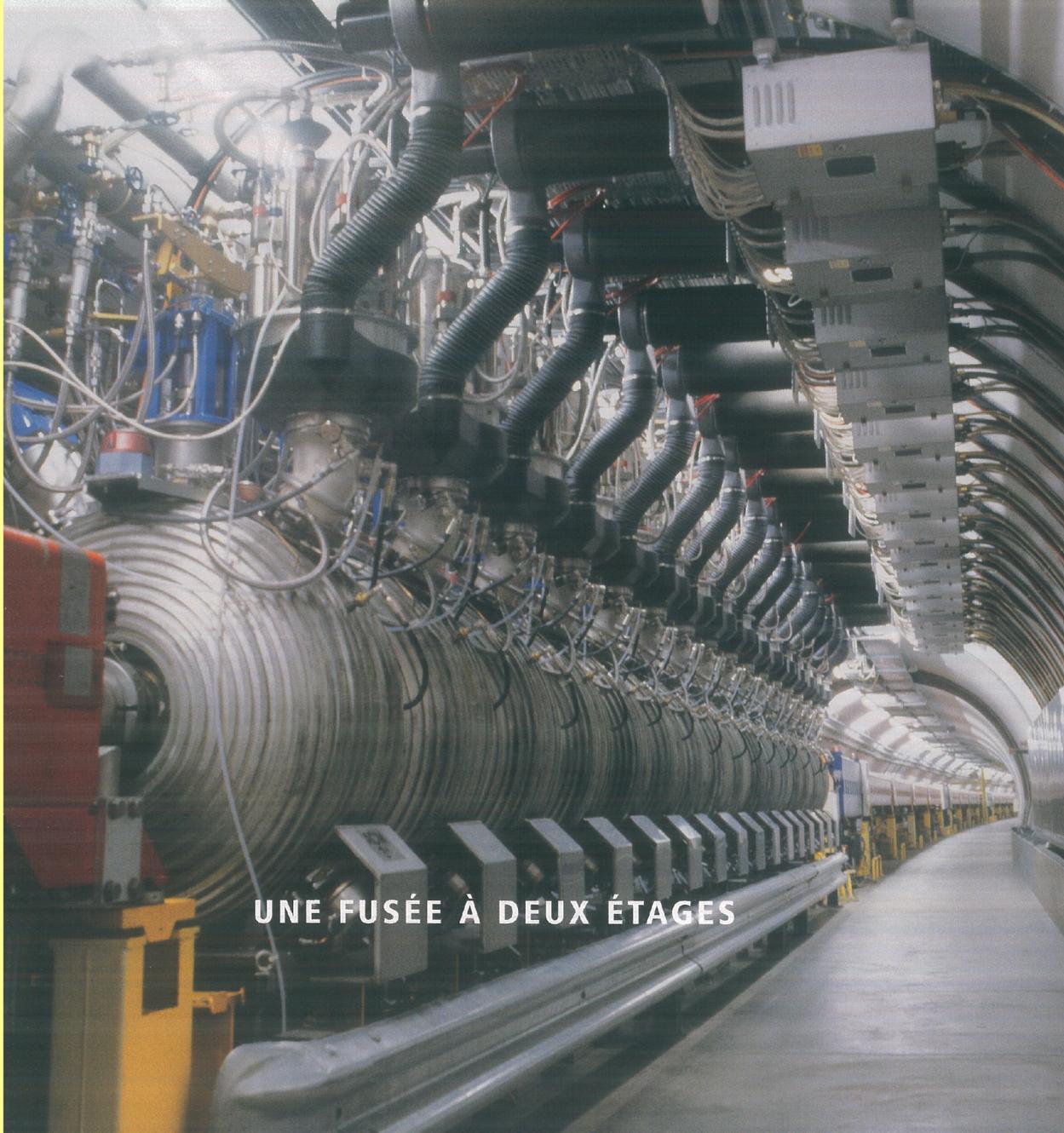
Particules supersymétriques

sQuarks	sUp (\tilde{u})	sCharm (\tilde{c})	sTop (\tilde{t})	Gluinos (\tilde{g})	Photino ($\tilde{\gamma}$)	Jauginos Winos (\tilde{W}^+) (\tilde{W}^-) Zino (\tilde{Z}^0)	Higgsinos \tilde{h}^+ \tilde{h}^- $\tilde{h}_1^0, \tilde{h}_2^0$
	sDown (\tilde{d})	sStrange (\tilde{s})	sBottom (\tilde{b})				
sLeptons	sElectron (\tilde{e}^-)	sMuon ($\tilde{\mu}^-$)	sTau ($\tilde{\tau}^-$)				
	sNeutrino ($\tilde{\nu}_e$) électronique	sNeutrino ($\tilde{\nu}_\mu$) muonique	sNeutrino ($\tilde{\nu}_\tau$) tauique				

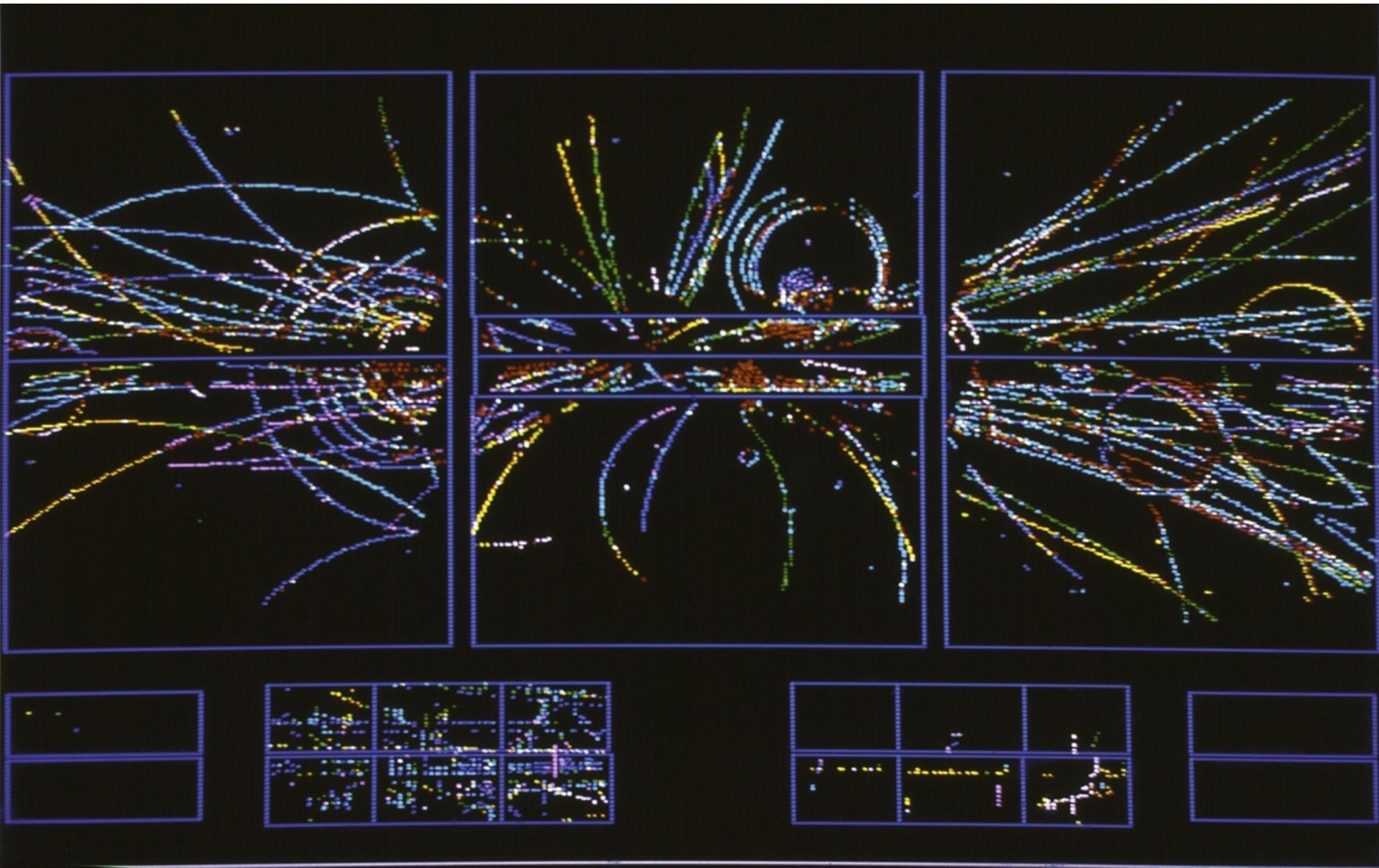
Il 17 giugno 1976
il fascio nell'SPS
raggiunge i 400 GeV

I fasci alimentano da
allora gli esperimenti
a bersaglio fisso
della zona Ovest
(Meyrin) e della zona
Nord (Prevessin)

Nel 1981 l'SPS
diventa il primo
collider protone-
antiprotone



1983 un evento in UA1

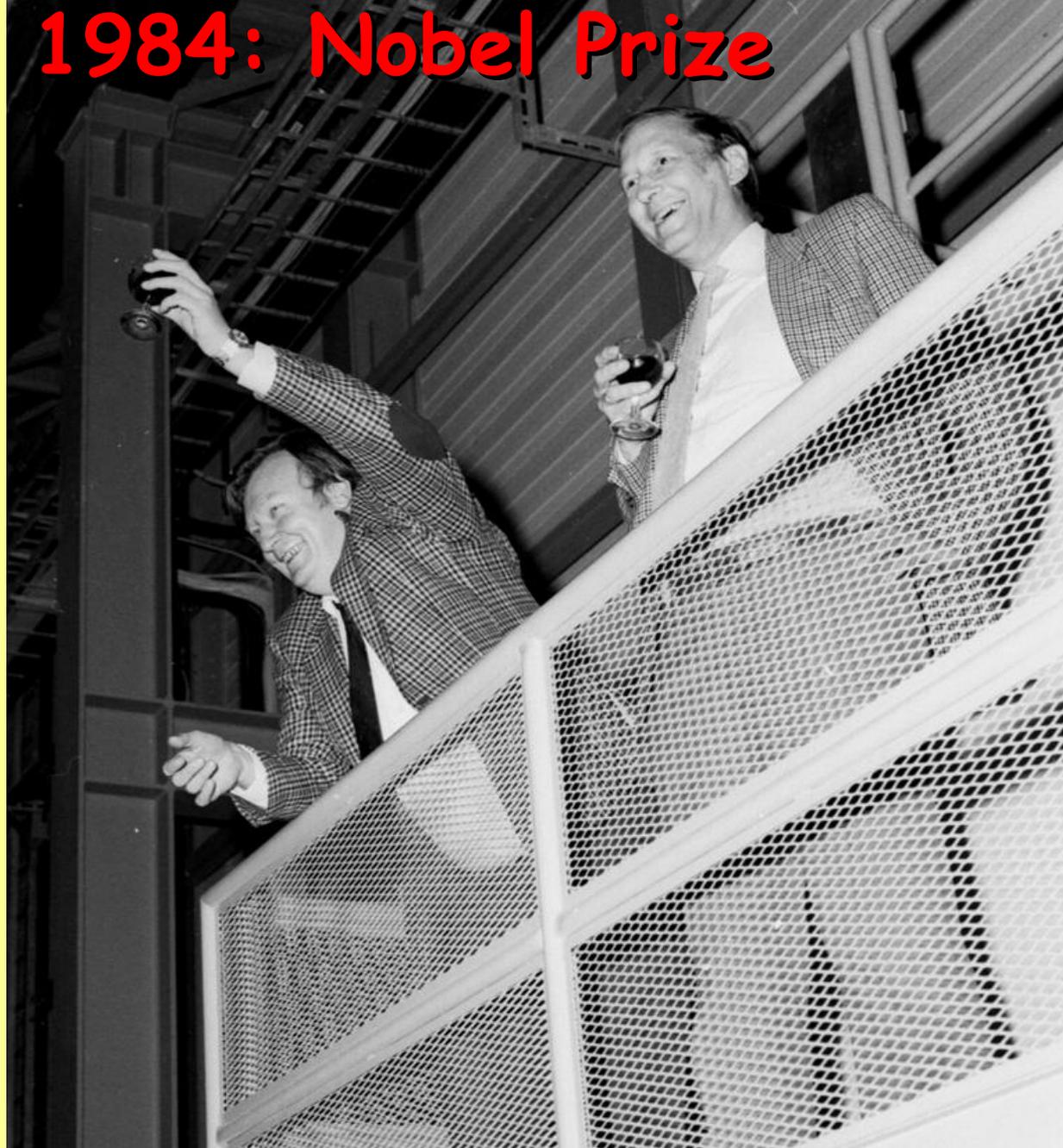


1984: Nobel Prize

Nobel Prize in Physics 1984

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

Carlo Rubbia and
Simon Van der Meer



LEP



Dal 1985 al 1988 furono scavati 1.4 milioni di metri cubi lungo 27 km ad una profondità di oltre 100 metri

Dopo 11 anni di funzionamento impeccabile, il 2 novembre 2000 LEP viene chiuso per far posto ad LHC

Il CERN e' gestito da 20 Stati Membri europei

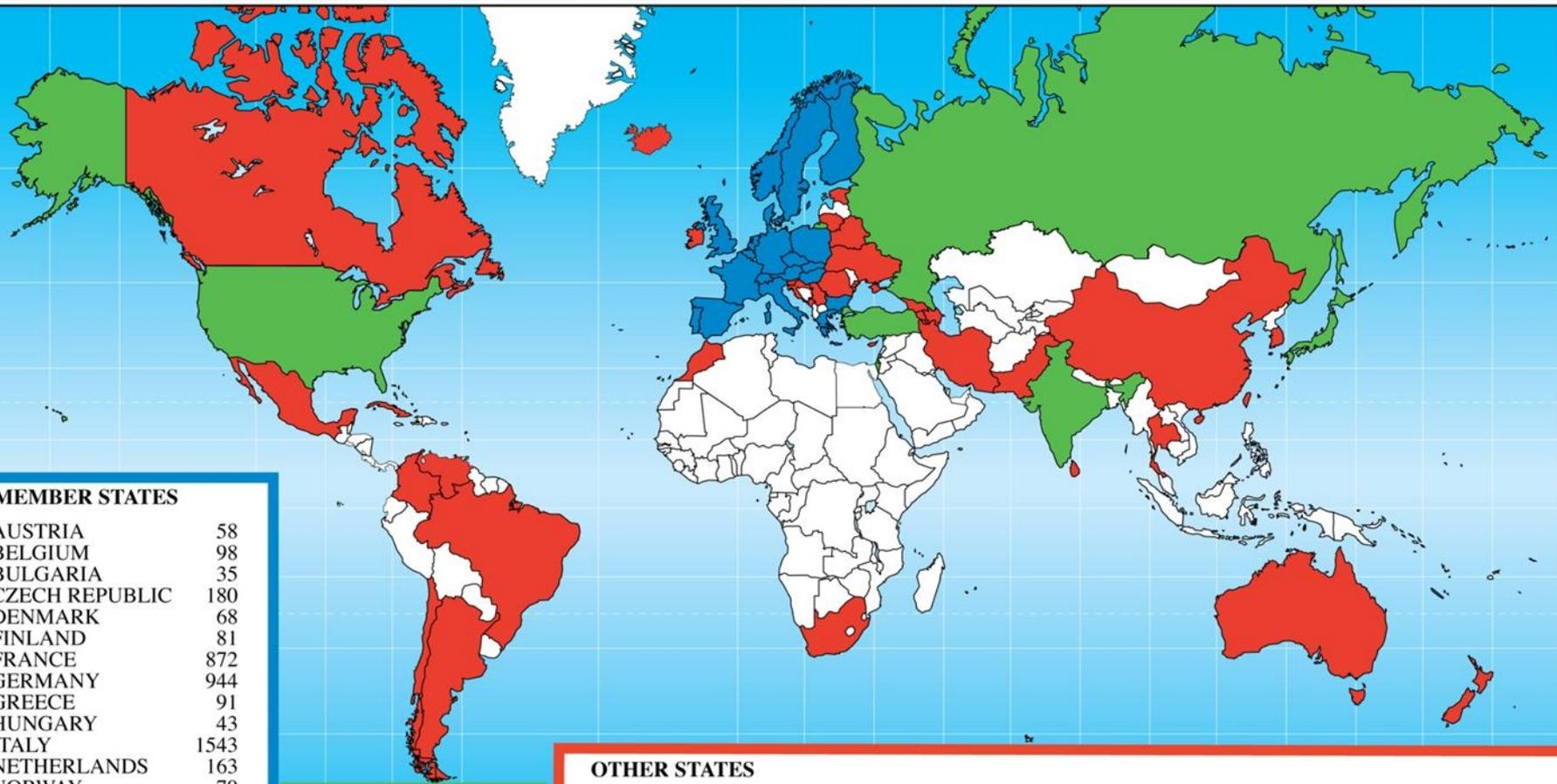
anche paesi non europei
sono coinvolti in forme
diverse



Gli Stati Membri hanno doveri e privilegi speciali

- **contribuiscono ai costi dei programmi del CERN**
- **sono rappresentati nel Council, responsabile per tutte le decisioni importanti sul Laboratorio e le sue attivita'**

Distribution of All CERN Users by Nation of Institute on 5 February 2008



MEMBER STATES

AUSTRIA	58
BELGIUM	98
BULGARIA	35
CZECH REPUBLIC	180
DENMARK	68
FINLAND	81
FRANCE	872
GERMANY	944
GREECE	91
HUNGARY	43
ITALY	1543
NETHERLANDS	163
NORWAY	70
POLAND	175
PORTUGAL	109
SLOVAKIA	46
SPAIN	270
SWEDEN	74
SWITZERLAND	344
UNITED KINGDOM	645

5909

OBSERVER STATES

INDIA	93
ISRAEL	64
JAPAN	182
RUSSIA	940
TURKEY	35
USA	1278

2592

OTHER STATES

ARGENTINA	8	CROATIA	17	MEXICO	23	TAIWAN	40
ARMENIA	17	CUBA	3	MONTENEGRO	1	THAILAND	1
AUSTRALIA	13	CYPRUS	6	MOROCCO	6	UKRAINE	17
AZERBAIJAN	1	ESTONIA	10	NEW ZEALAND	7		
BELARUS	23	GEORGIA	9	PAKISTAN	23		
BRAZIL	68	ICELAND	1	ROMANIA	46		
CANADA	119	IRAN	6	SERBIA	16		
CHILE	4	IRELAND	14	SLOVENIA	16		
CHINA	60	KOREA	44	SOUTH AFRICA	2		
COLOMBIA	5	LITHUANIA	5	SRI LANKA	1		

632

Il CERN ha dato alla comunità scientifica moltissime altri risultati, sia teorici che sperimentali, dalla fisica dello spin a quella dei neutrini, dagli ioni pesanti agli antiprotoni di bassa energia, ha avuto ed ha un ruolo leader nel mondo nello sviluppo degli acceleratori; ha stimolato la nascita di nuove tecnologie e dello sviluppo dell'informatica, regalando a tutti quello splendido strumento che è il web