

# La storia del CERN



*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 *SC*

**1959** entrata in funzione del ProtoSincrotrone *PS, ancora in funzione*

## Pierre Auger, Edoardo Amaldi e Lew Kowarski, 1952



8-11 aprile 2010

Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

4

# Il trasporto del SC a Meyrin, 1 gennaio 1956



8-11 aprile 2010

Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

5

# Il trasporto del SC a Meyrin, 1 gennaio 1956



8-11 aprile 2010

Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

6

# Il Sincrociclotrone da 0.6 GeV/c installato, 1957



8-11 aprile 2010

Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

7

# Analisi delle tracce sulle pellicole, 1957



8-11 aprile 2010

Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

8

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



**Giuseppe e Maria Fidecaro, 1963**



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

# CERN, sito di Meyrin, 15 maggio 1954



8-11 aprile 2010

Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

10

**CERN, sito di Meyrin, 9 novembre 1954**



8-11 aprile 2010

Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

11

# Veduta aerea del sito CERN di Meyrin, 1957

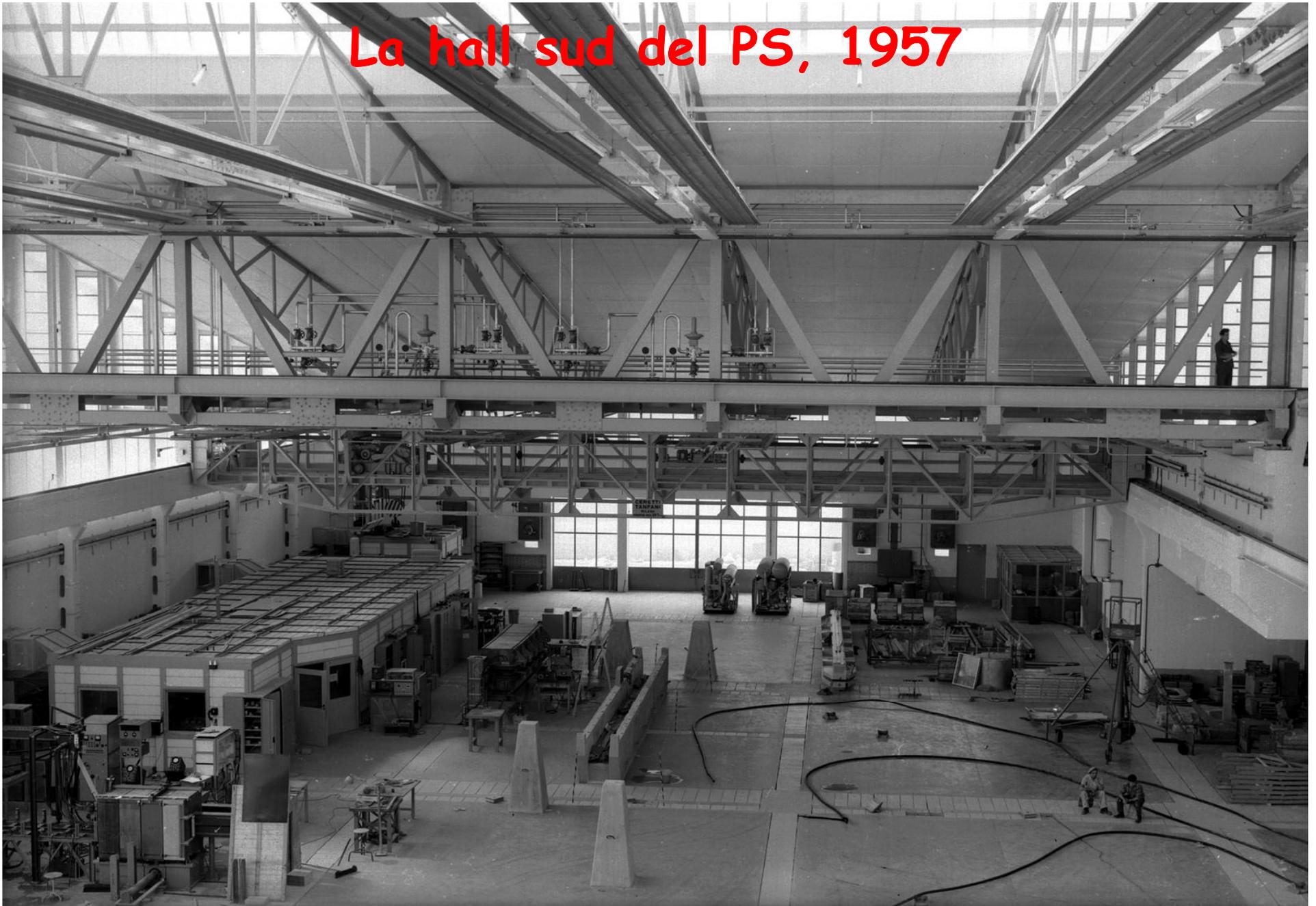


8-11 aprile 2010

Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

12

# La hall sud del PS, 1957

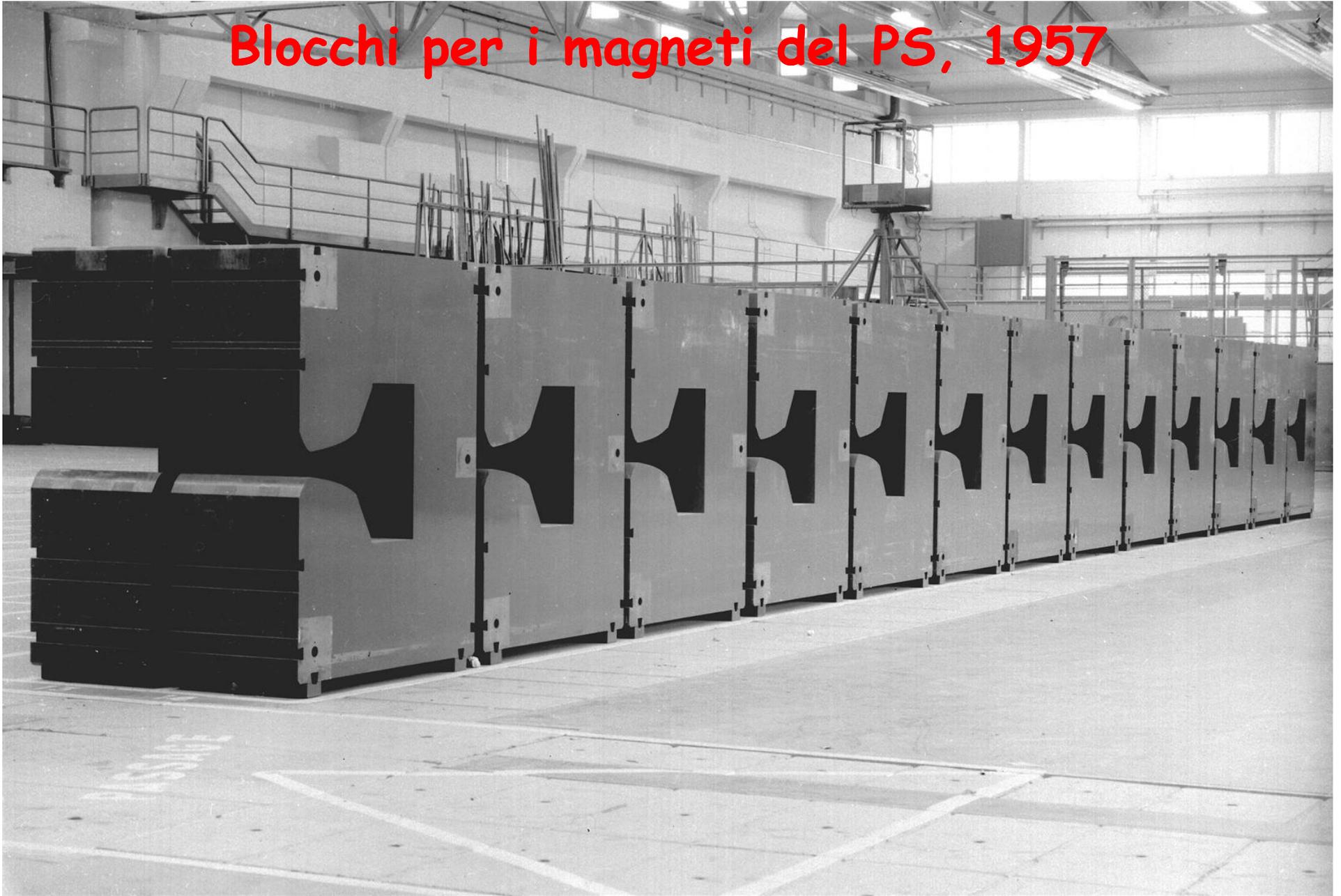


8-11 aprile 2010

Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

13

# Blocchi per i magneti del PS, 1957



8-11 aprile 2010

Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

14

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



8-11 aprile 2010

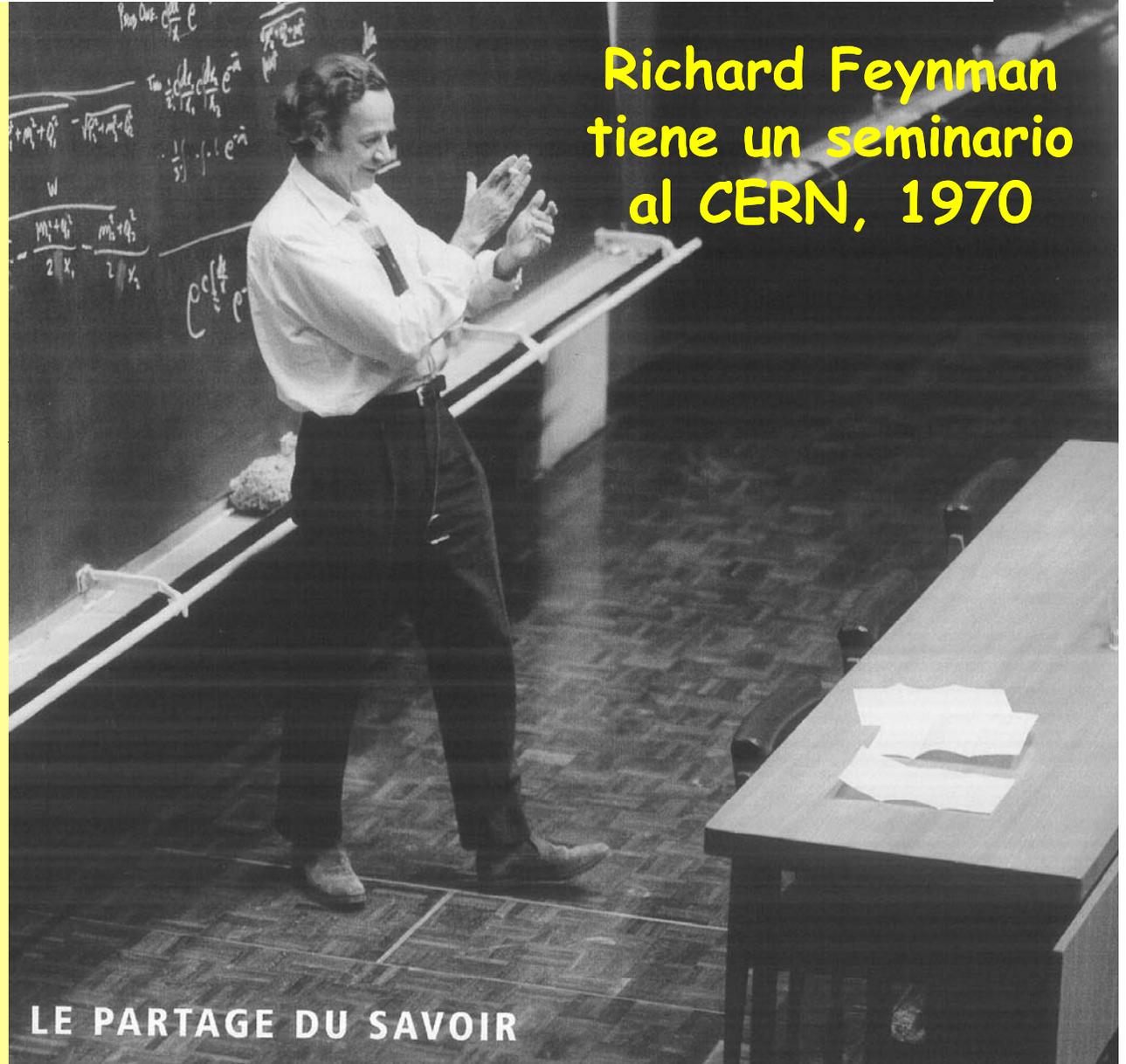
Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

15

*Il CERN nasce in piena guerra fredda, ma ...*

**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**

## (g-2) del $\mu$

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

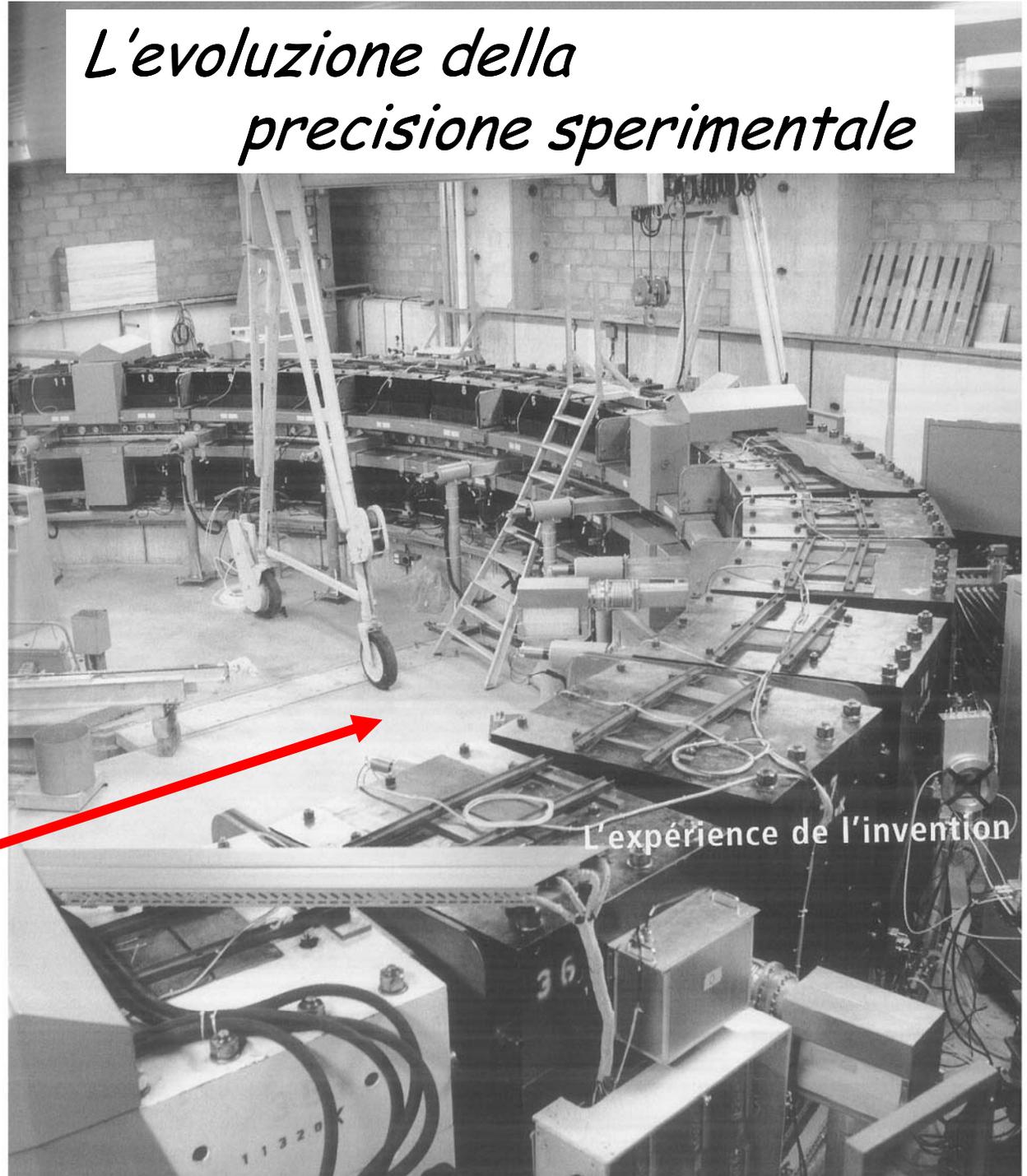
1969-1979 0,0007%

(dal 1984 in poi a BNL)

oggi:  $\sim 10^{-9}$ ,  $3\sigma$  da SM

8-11 aprile 2010

*L'evoluzione della  
precisione sperimentale*



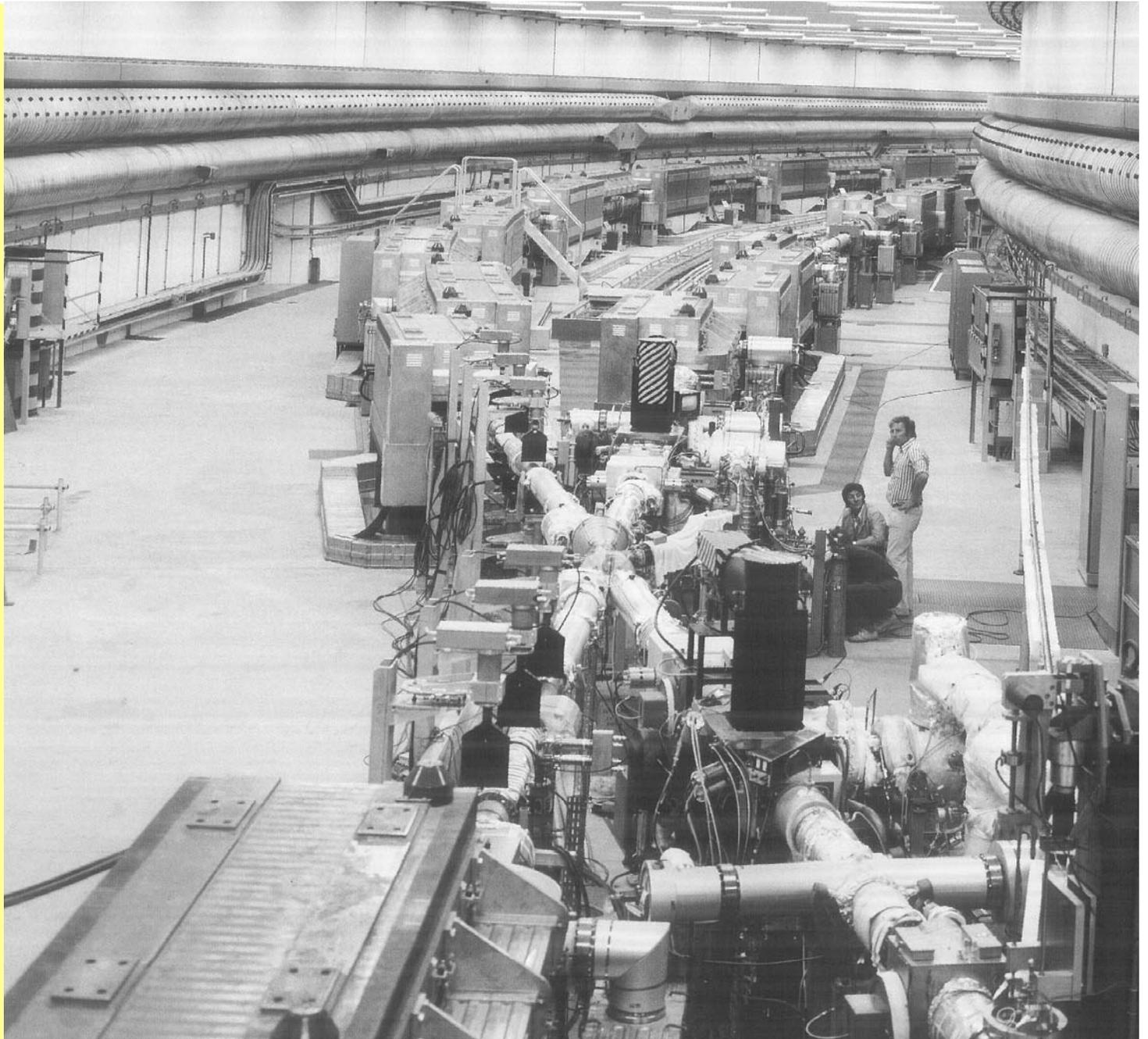
## La frontiera dell'energia

*il CERN e' protagonista*

0.6 GeV	Berkeley SC	1949	$\pi$
6 GeV	Berkeley Bevatrone	1954	$\bar{p}$
10 GeV	Dubna		
<b>24 GeV</b>	<b>CPS</b>	<b>1959</b>	
30 GeV	BNL AGS	1963	$v_{\mu} \neq v_e$
<b>26+26 GeV</b>	<b>ISR</b>	<b>1971</b>	
<b>450 GeV</b>	<b>SPS</b>	<b>1976</b>	
<b>270+270 GeV</b>	<b>SppbarS</b>	<b>1983</b>	<b>W, Z</b>
1000 + 1000 GeV	FNAL Tevatrone	1983	t
<b>7 + 7 TeV</b>	<b>LHC</b>	<b>&gt;2009</b>	<b>?</b>

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

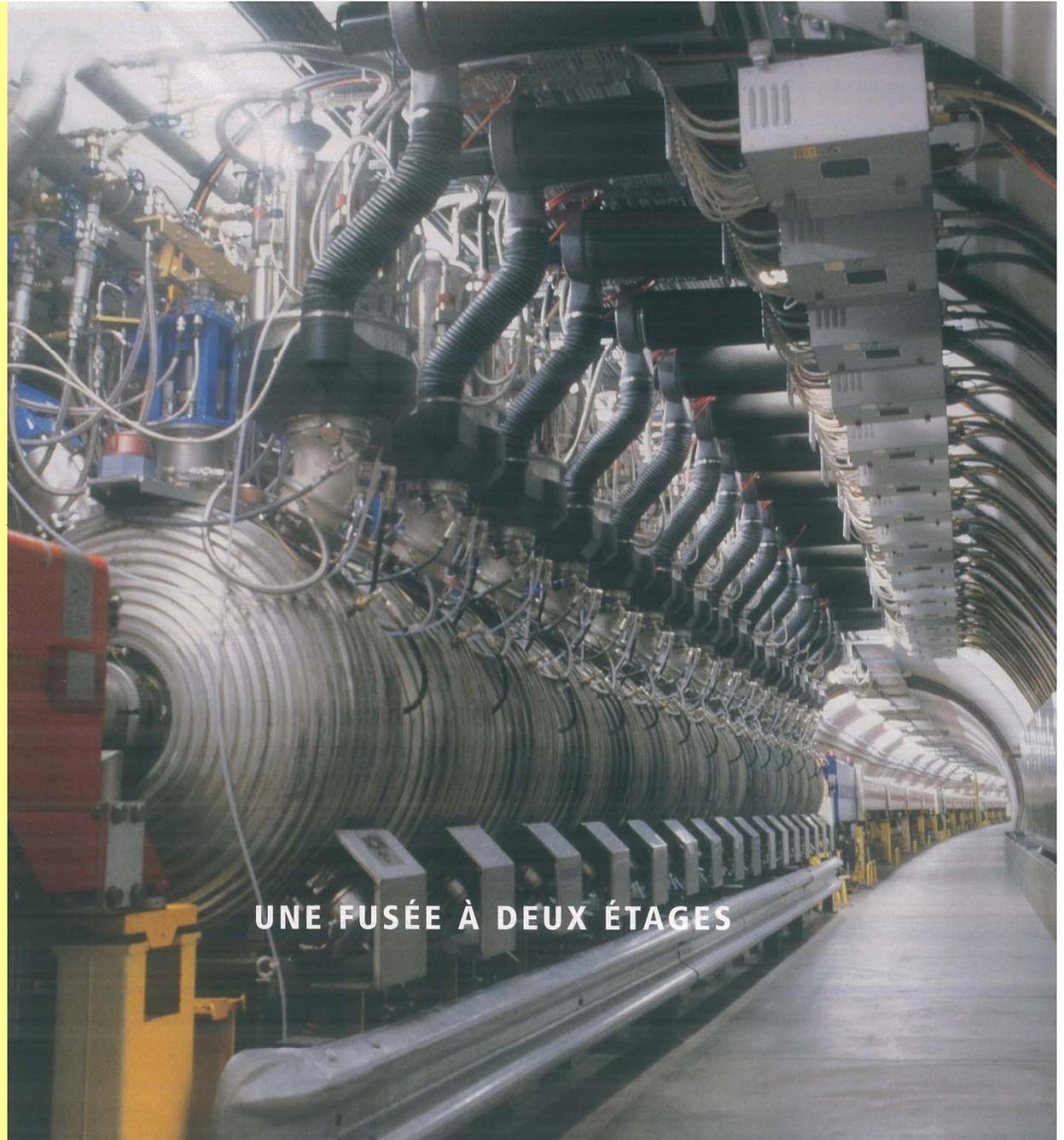
**L'ISR  
riuscirà poi a  
raggiungere  
una  
luminosità  
1000 volte  
superiore a  
quella di  
disegno**



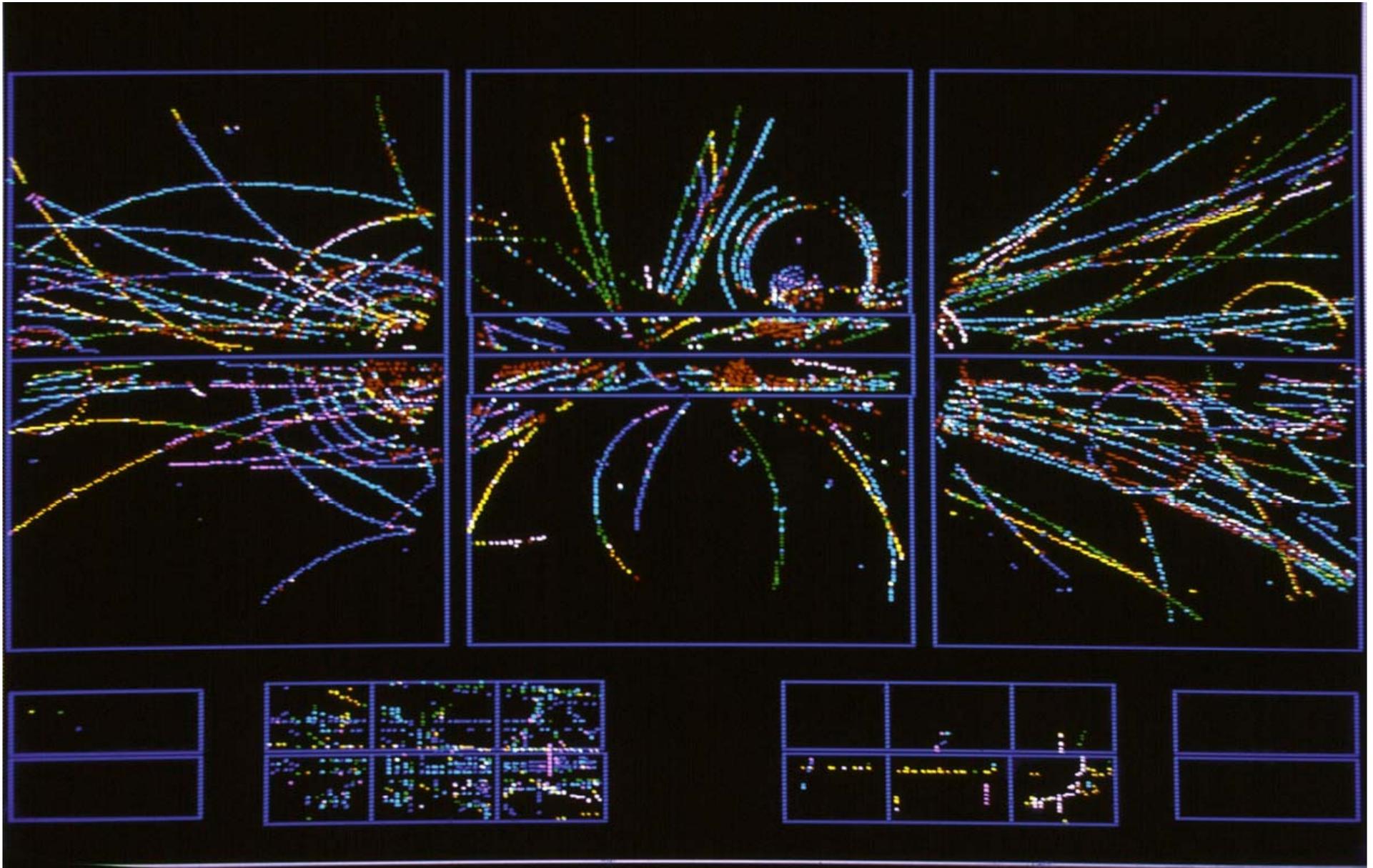
**Il 17 giugno 1976  
il fascio nell'SPS  
raggiunge i 400 GeV**

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

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



# 1983 un evento in UA1



8-11 aprile 2010

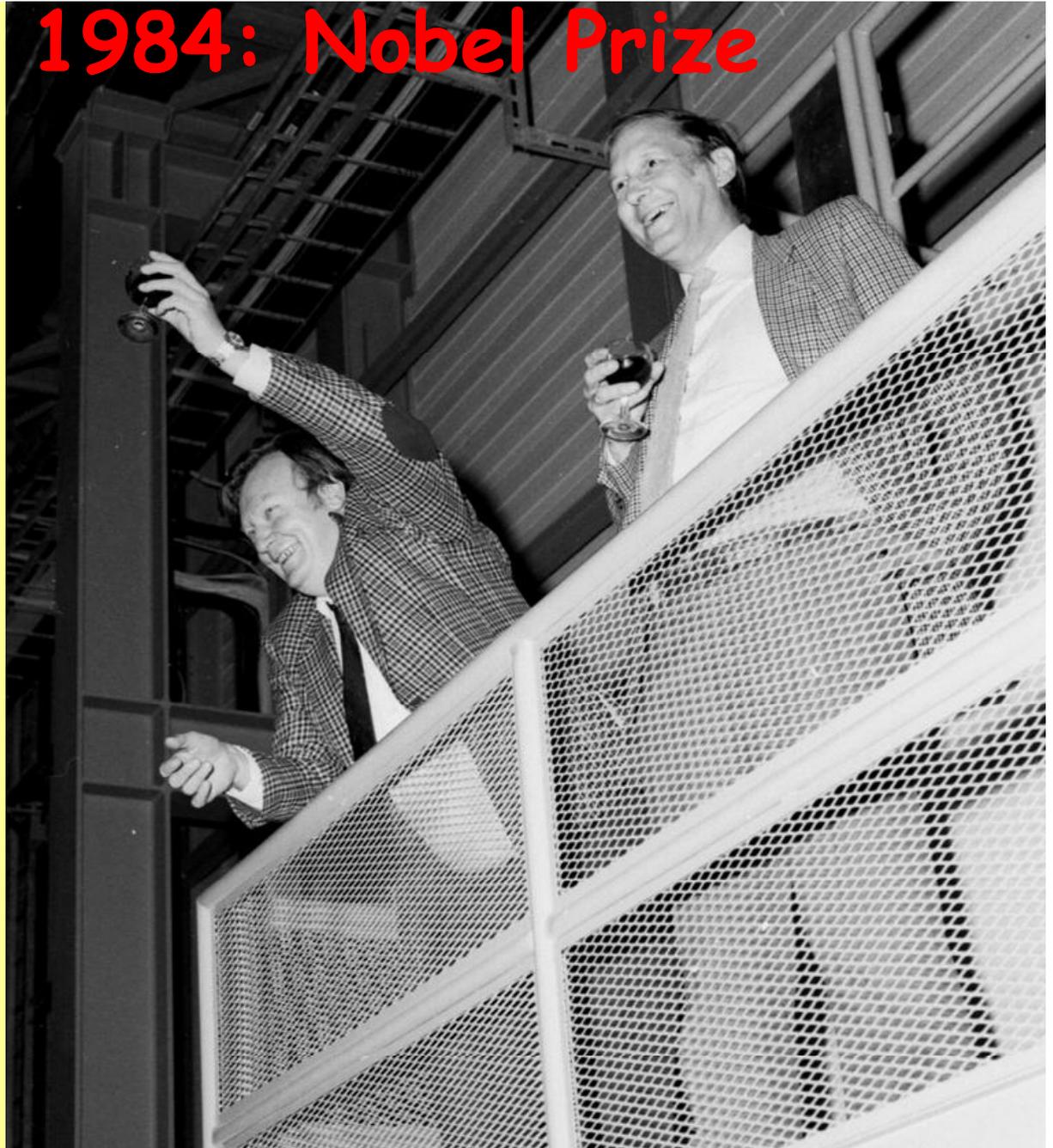
Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

21

## 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

dopo la scoperta, le misure  
di precisione con il  
collisionatore  
elettrone-positrone 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  
che utilizza il tunnel di LEP

# I SUCCESSI DEL CERN

1958 V-A

1974 CORRENTI NEUTRE

1983 W, Z<sup>0</sup> **NOBEL**

1989 SPIN del protone

larghezza Z<sup>0</sup> al LEP

1971 ISR

COOLING  
STOCASTICO

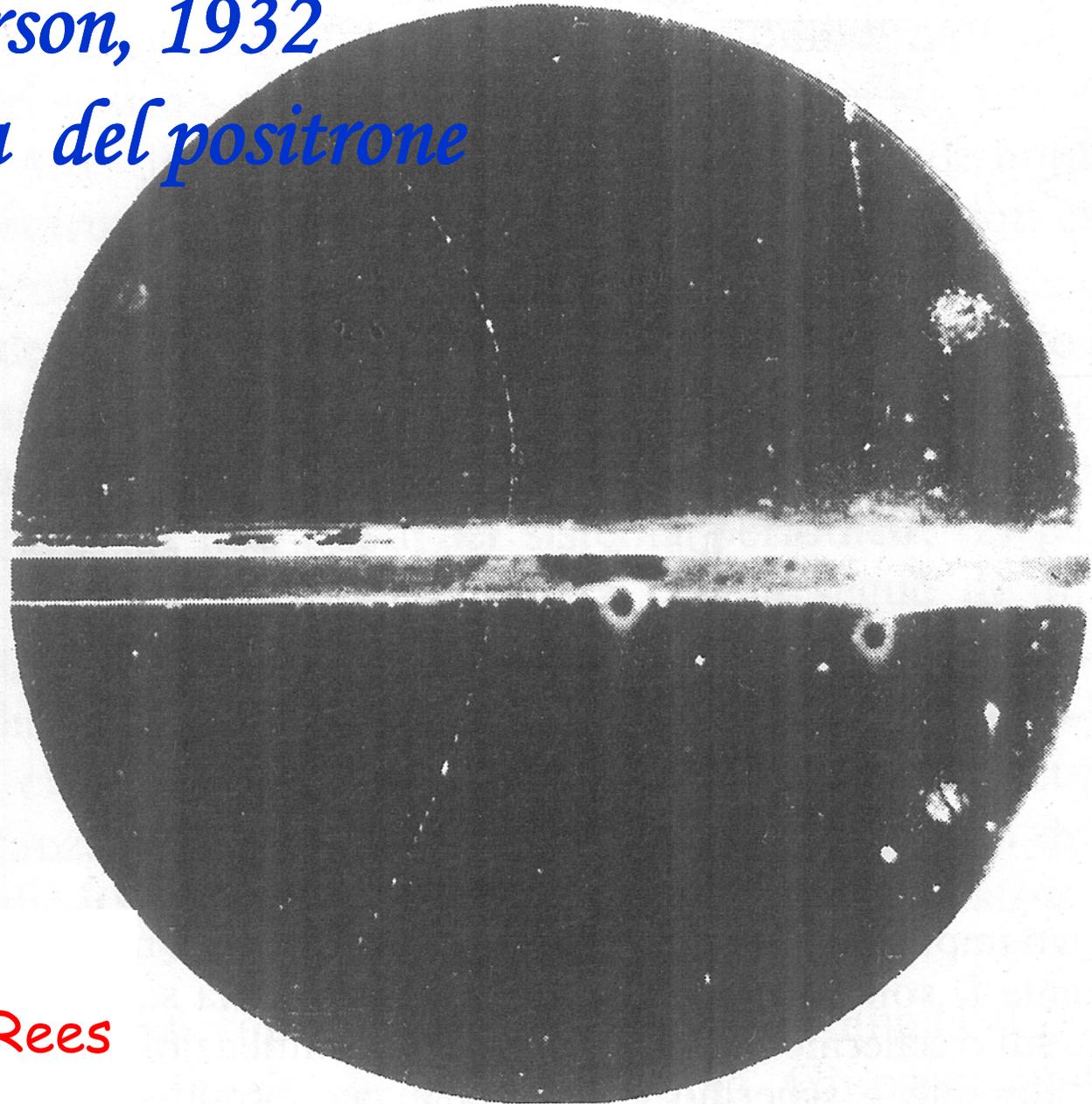
1990 WORD WIDE WEB

GRID

# *Anderson, 1932*

## *la scoperta del positrone*

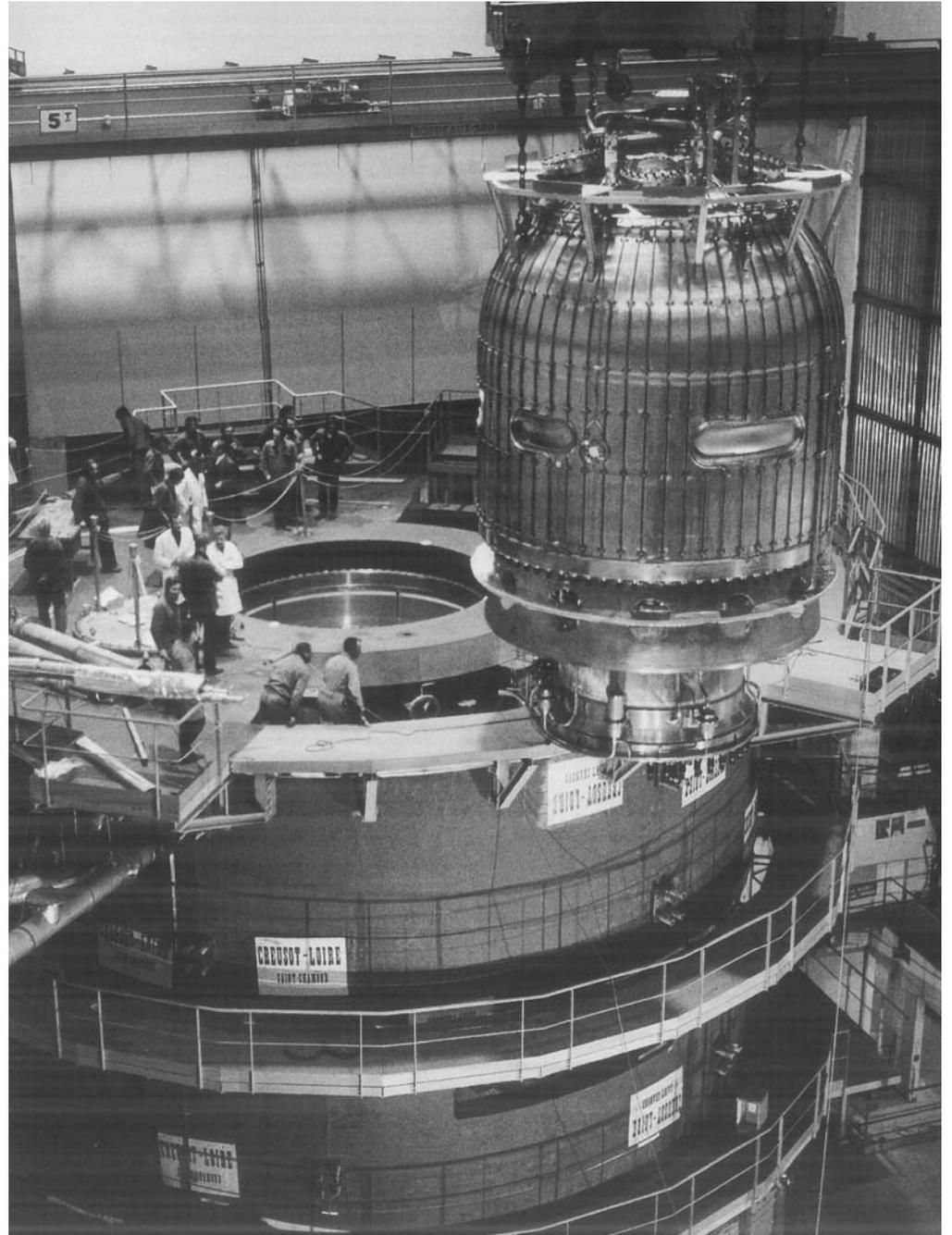
i progressi nelle  
tecnologie di  
rivelazione delle  
particelle sono  
altrettanto  
importanti di  
quelli delle  
tecnologie degli  
acceleratori



Camera a nebbia:  
Charles Thomson Rees  
Wilson, 1939

**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



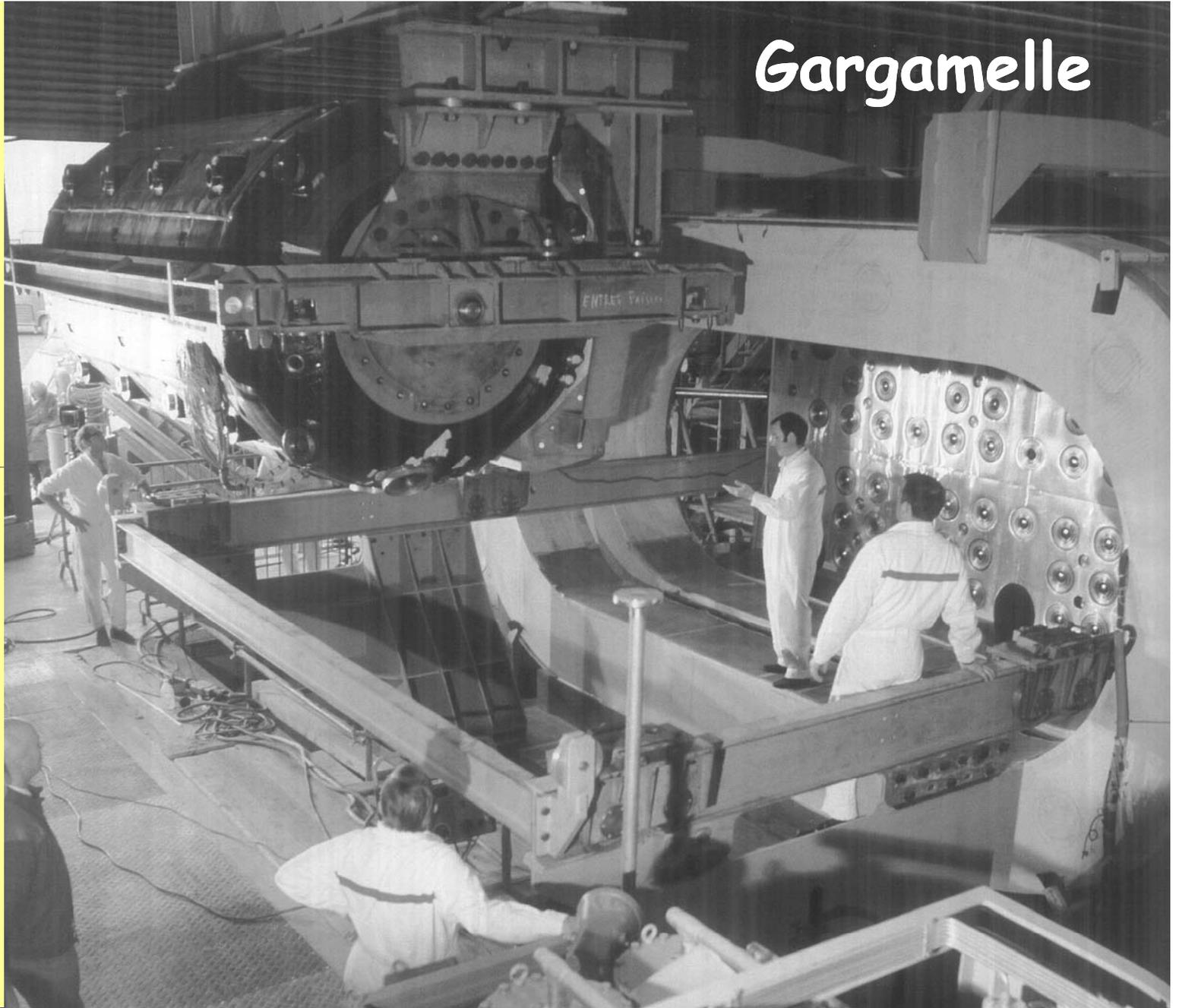
8-11 aprile 2010

Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

27

1973: la  
prima  
grande  
scoperta  
in Europa.

La Colla-  
borazione  
Gargamelle  
rivela le  
correnti  
deboli  
neutre



Gargamelle

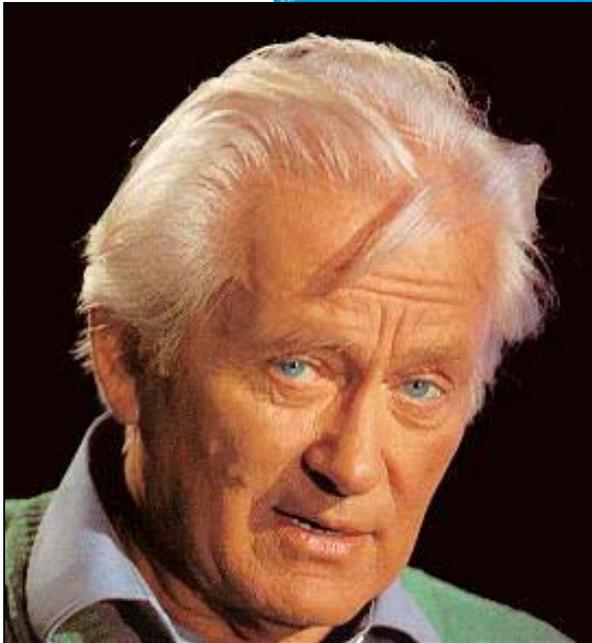
# 1968: AL CERN VIENE INVENTATA LA CAMERA PROPORZIONALE MULTIFILI

VERSAILLES  
1968

*colloque  
international  
sur  
l'électronique  
nucléaire*

\*

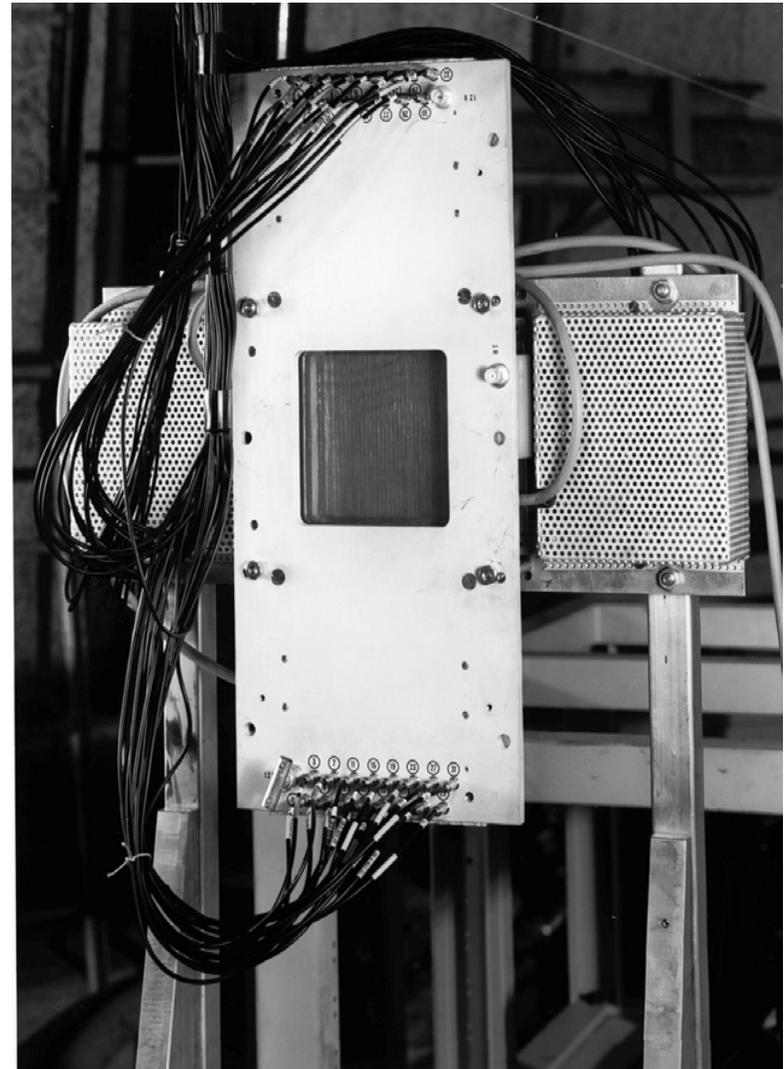
*international  
symposium  
on  
nuclear  
electronics*



**Chambres à Etincelles**  
**Spark chambers**

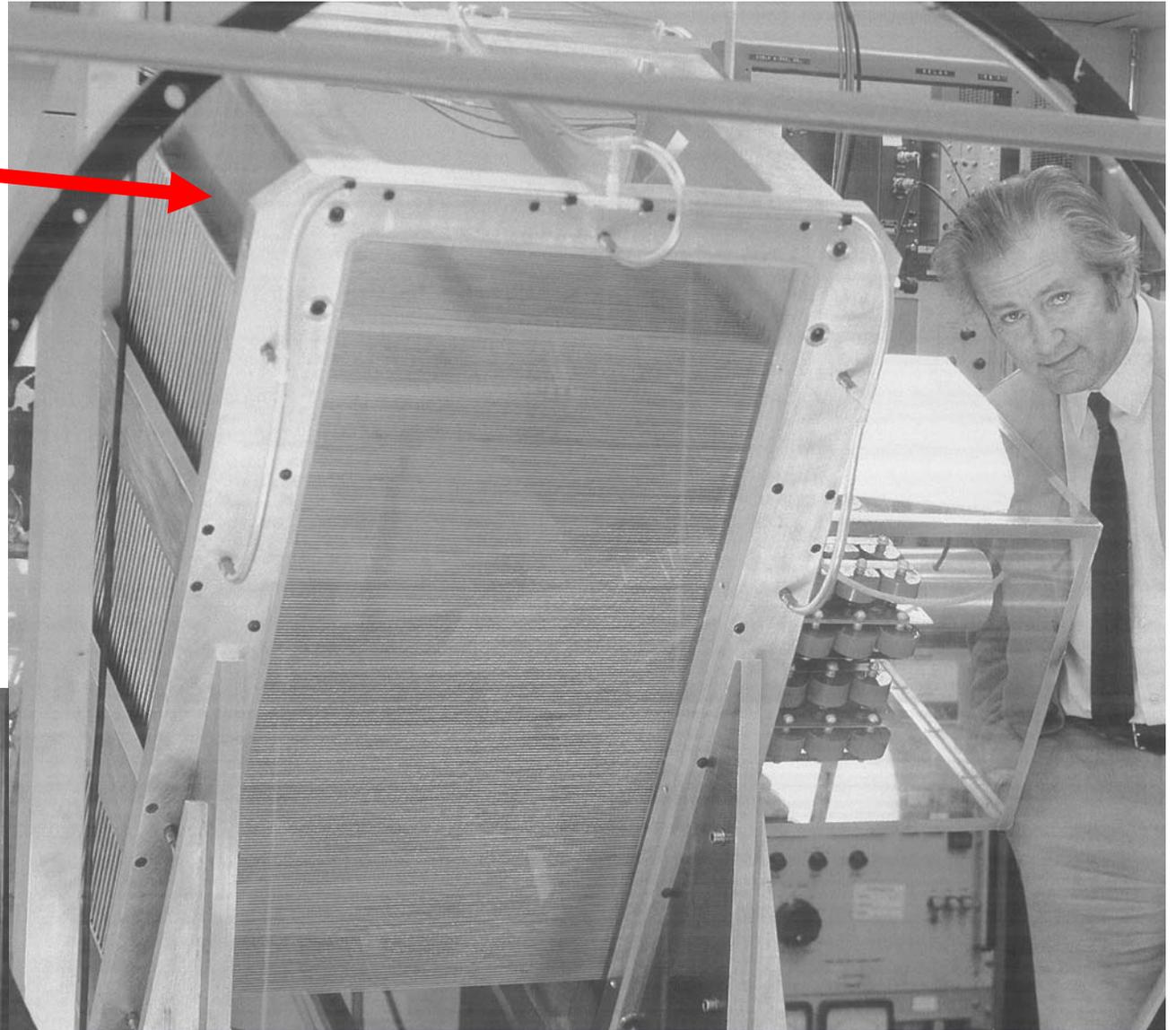
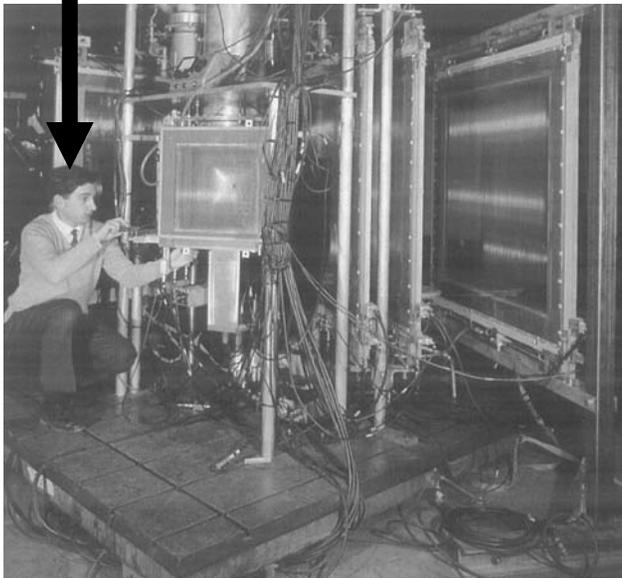
**Rapporteur**     **M. CHARPAK**  
**Reporter**       **CERN - GENEVE (Suisse)**

***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, laureatosi  
in fisica a Trieste, in  
una vecchia foto**



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

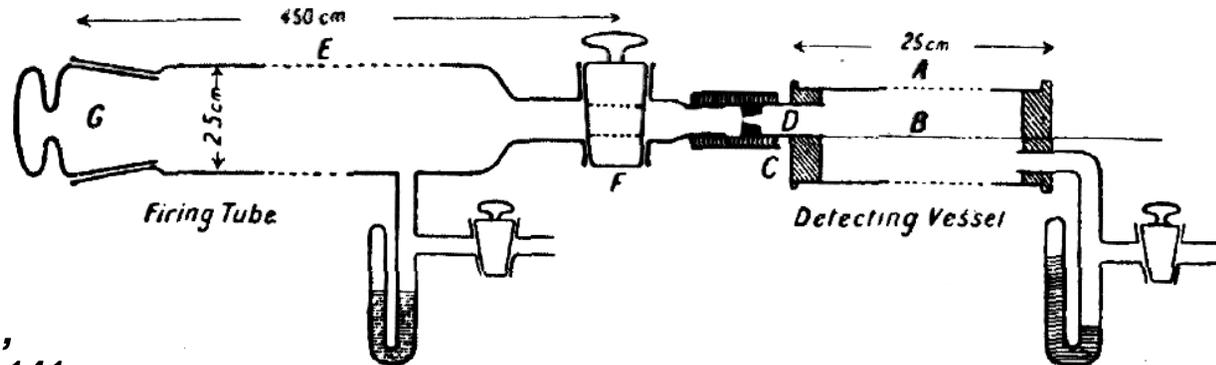
8-11 aprile 2010

Silvia DALLA TORRE (INFN Trieste)

30

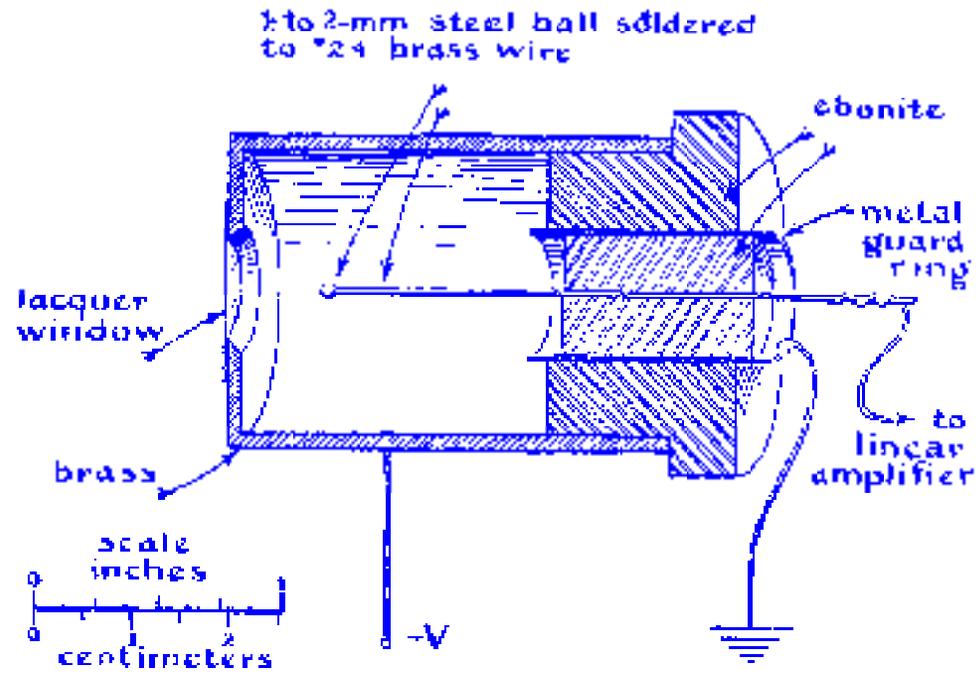
# I primi rivelatori a gas

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



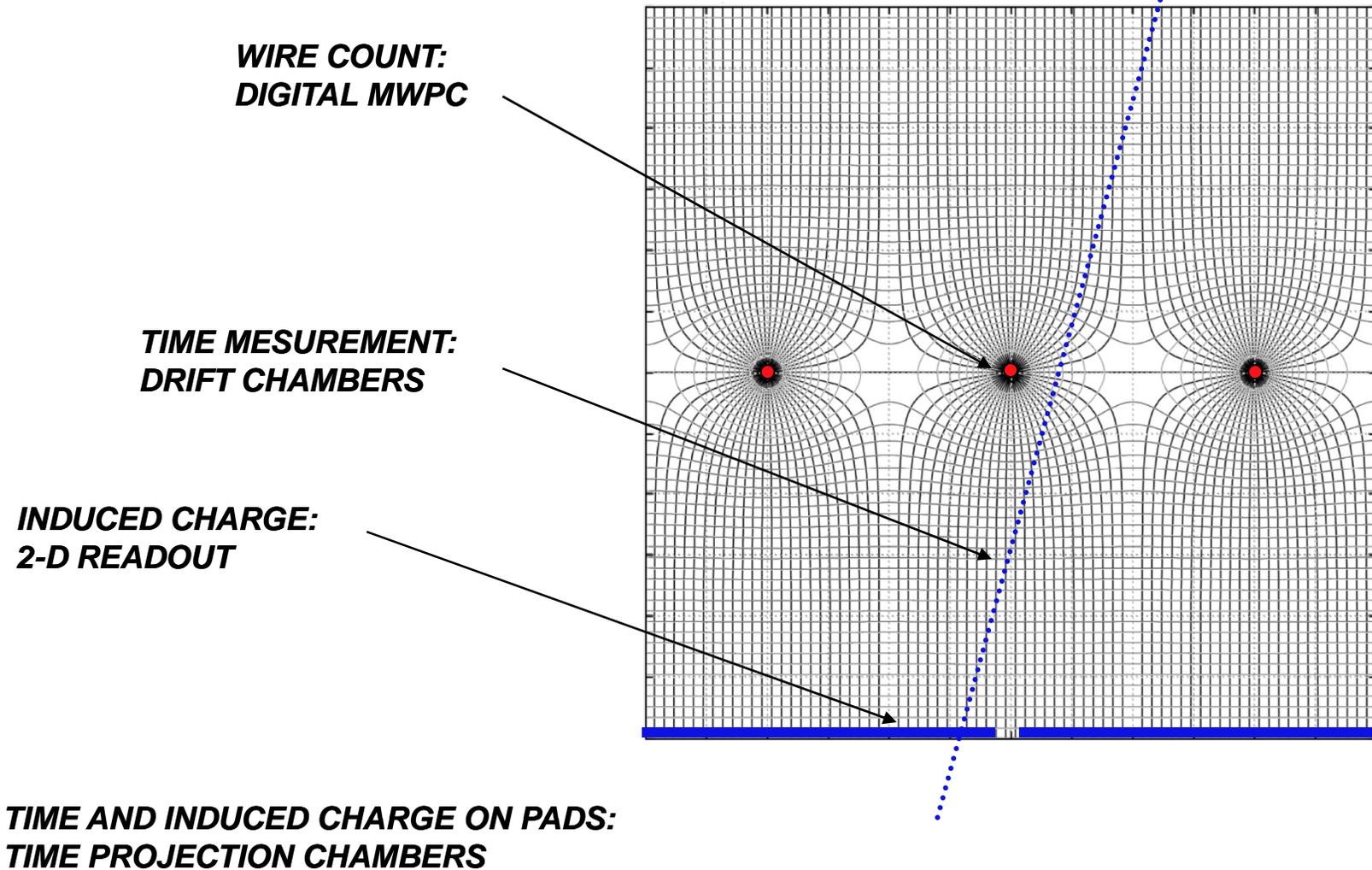
*E. Rutherford and H. Geiger ,  
Proc. Royal Soc. A81 (1908) 141*

**1928: GEIGER COUNTER SINGLE ELECTRON SENSITIVITY**



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

# MULTIWIRE DETECTORS: EXPLOITING THE INFORMATION



## *I principali tracciatori attualmente in uso*

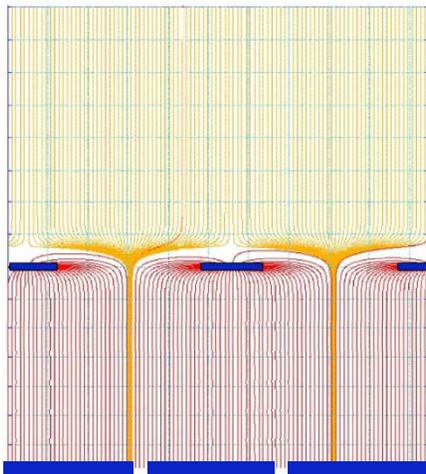
Detector Type	Accuracy (rms)	Resolution Time	Dead Time
Bubble chamber	10–150 $\mu\text{m}$	1 ms	50 ms <sup>a</sup>
Streamer chamber	300 $\mu\text{m}$	2 $\mu\text{s}$	100 ms
Proportional chamber	50–300 $\mu\text{m}$ <sup>b,c,d</sup>	2 ns	200 ns
Drift chamber	50–300 $\mu\text{m}$	2 ns <sup>e</sup>	100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

## MICROMEAS

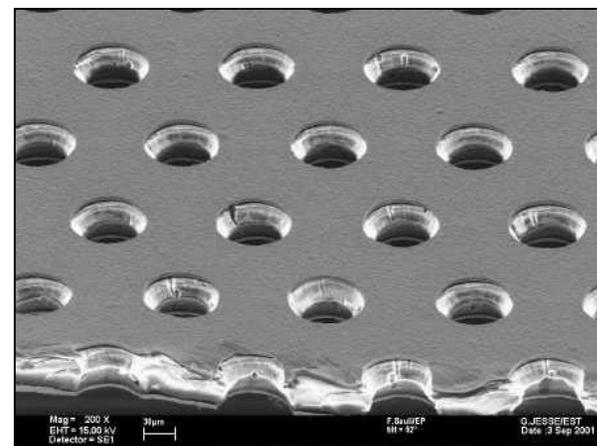
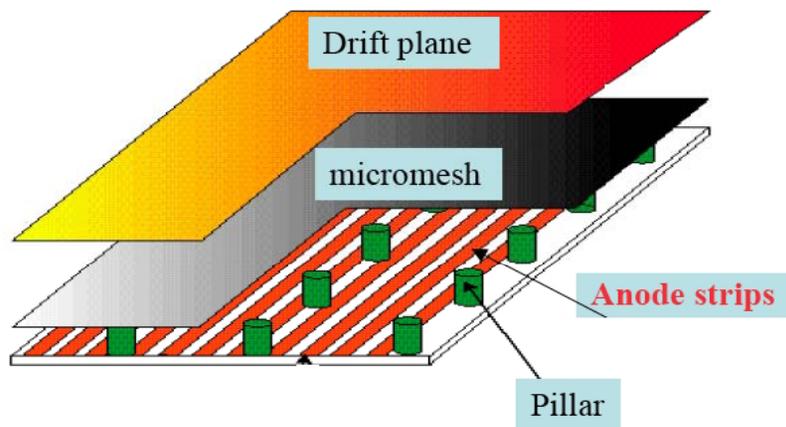
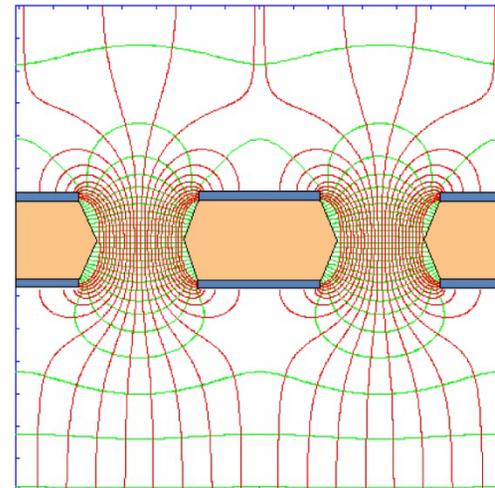
Narrow gap (50-100  $\mu\text{m}$ ) PPC with thin cathode mesh  
Insulating gap-restoring wires or pillars

## GAS ELECTRON MULTIPLIER (GEM)

Thin metal-coated polymer foils  
70  $\mu\text{m}$  holes at 140 mm pitch



Rivelatori  
di nuova  
concezione

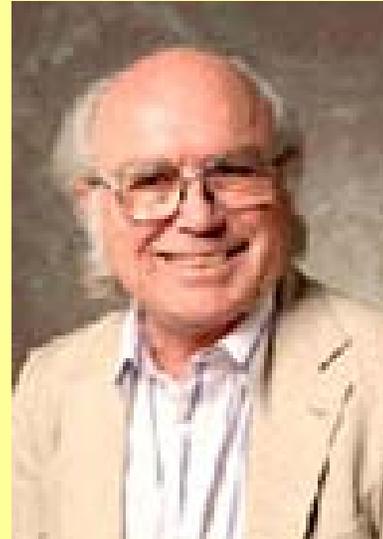


*Y. Giomataris et al, Nucl. Instr. and Meth. A376(1996)239*

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

# 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 <sup>ère</sup> famille	2 <sup>ème</sup> famille	3 <sup>ème</sup> famille	Interaction forte	Interaction électro-magnétique	Interaction faible	
Quarks	Up (u)	Charm (c)	Top (t)	Gluons (g)	Photon ( $\gamma$ )	Bosons $W^+$ $W^-$ $Z^0$	Bosons de Higgs $H^+$ $H^-$ H, h, A
	Down (d)	Strange (s)	Bottom (b)				
Leptons	Electron ( $e^-$ )	Muon ( $\mu^-$ )	Tau ( $\tau^-$ )				
	Neutrino ( $\nu_e$ ) électronique	Neutrino ( $\nu_\mu$ ) muonique	Neutrino ( $\nu_\tau$ ) 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				

**OGGI:**

**Il CERN e' gestito da  
20 Stati Membri europei**

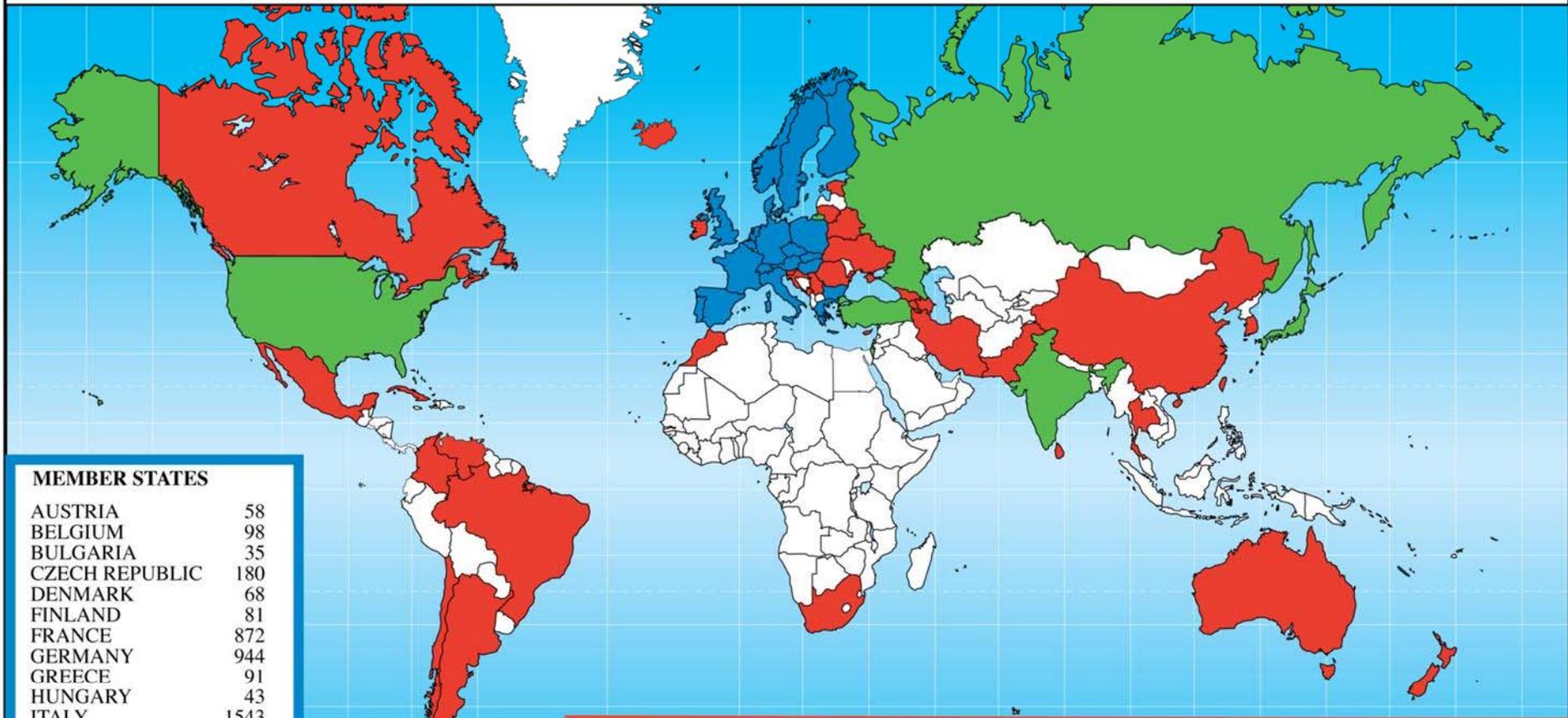
**anche paesi non europei  
sono coinvolti in forme  
diverse**



**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**

**IL CERN E' IL PUNTO DI RIFERIMENTO MONDIALE  
PER LA FISICA DELLE ALTE ENERGIE**