

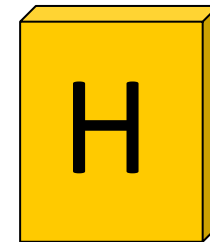
LE CERN a-t-il un futur après le LHC?



# LA CONSTRUCTION DU MODELE STANDARD

Three Generations of Matter (Fermions)

	I	II	III	
mass →	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
charge →	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin →	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
name →	<b>u</b> up	<b>c</b> charm	<b>t</b> top	<b>γ</b> photon
	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
<b>Quarks</b>	<b>d</b> down	<b>s</b> strange	<b>b</b> bottom	<b>g</b> gluon
	<0.3 eV	<0.3 eV	<0.3 eV	91.2 GeV
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	<b>ν<sub>1</sub></b>	<b>ν<sub>2</sub></b>	<b>ν<sub>3</sub></b>	<b>Z<sup>0</sup></b> Z boson
	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV
	-1	-1	-1	$\pm 1$
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
<b>Leptons</b>	<b>e</b> electron	<b>μ</b> muon	<b>τ</b> tau	<b>W<sup>±</sup></b> W boson



1897

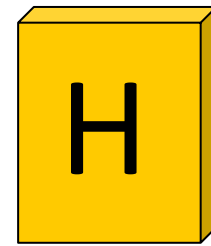
Gauge Bosons



# LA CONSTRUCTION DU MODELE STANDARD

Three Generations of Matter (Fermions)

	I	II	III	
mass	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
charge	$\frac{2}{3}$		$\frac{2}{3}$	0
spin	$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{2}$	1
name	<b>u</b> up	<b>c</b> charm	<b>t</b> top	<b>γ</b> photon
		1974	1993-1995	1900
	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
Quarks	<b>d</b> down	<b>s</b> strange	<b>b</b> bottom	<b>g</b> gluon
	1961-1970		1977	1978
	<0.3 eV	<0.3 eV	<0.3 eV	91.2 GeV
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	<b>ν<sub>e</sub></b>	<b>ν<sub>μ</sub></b>	<b>ν<sub>τ</sub></b>	<b>Z<sup>0</sup></b>
	1930-1956	1962	1989-2002	1974-1983
	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV
	-1	-1	-1	$\pm 1$
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
Leptons	<b>e</b> electron	<b>μ</b> muon	<b>τ</b> tau	<b>W<sup>±</sup></b>
		1930	1975	1983



2012

En rouge:  
au CERN

1897



Avec le Boson de Higgs, le «Modèle Standard» est  
**une théorie complète, cohérente et prédictive,**  
des particules et de leurs interactions

## Est-ce la fin des recherches?

Si on lui ajoute la gravité et la relativité générale on peut (presque) tout expliquer depuis le Big Bang jusqu'à nos jours avec les particules de la page précédente.....

Pourtant nous sommes ***certain***s qu'il existe d'autres particules et d'autres phénomènes

... mais il y a beaucoup de possibilités!





On ne peut pas expliquer:



**On ne peut pas expliquer:**

**La matière noire,  
L'énergie sombre**

En fait les particules du modèle standard  
ne constituent que **5%** de l'énergie de l'Univers!



**On ne peut pas expliquer:**

**La matière noire,  
L'énergie sombre**

En fait les particules du modèle standard  
ne constituent que **5%** de l'énergie de l'Univers!

**Où est passée l'antimatière?**

En physique on produit toujours une paire de particule et d'antiparticule...  
L'univers ne contient que des particules. Que s'est-il passé?





**On ne peut pas expliquer:**

**La matière noire,  
L'énergie sombre**

En fait les particules du modèle standard  
ne constituent que 5% de l'énergie de l'Univers!

**Où est passée l'antimatière?**

En physique on produit toujours une paire de particule et d'antiparticule...  
L'univers ne contient que des particules. Que s'est-il passé?

**La masse des neutrinos**

Et leur transformation d'une famille à l'autre...

Il faut plus que le boson de Higgs!

Neutrinos 'droits' stériles et lourds etc...

Peut-être une explication des précédents!



# Continuer l'exploration

## 1. poursuivre l'exploitation du LHC

-- jusqu'à 14 TeV (2015 ~ 2022)

-- en multipliant la luminosité par 10 (2023 ~ 203X)

## 2. Préparer le futur

-- il faut s'y prendre tôt, le LHC était dans les plans depuis 1984!

-- Machine de précision ? (électrons-positrons)

chercher des anomalies qui indiqueraient la présence de nouveaux phénomènes  
comme l'étude d'Uranus permit des anomalies impliquant la présence de Neptune .

Ainsi LEP prédit la masse du quark top et du boson de Higgs avant leurs observations

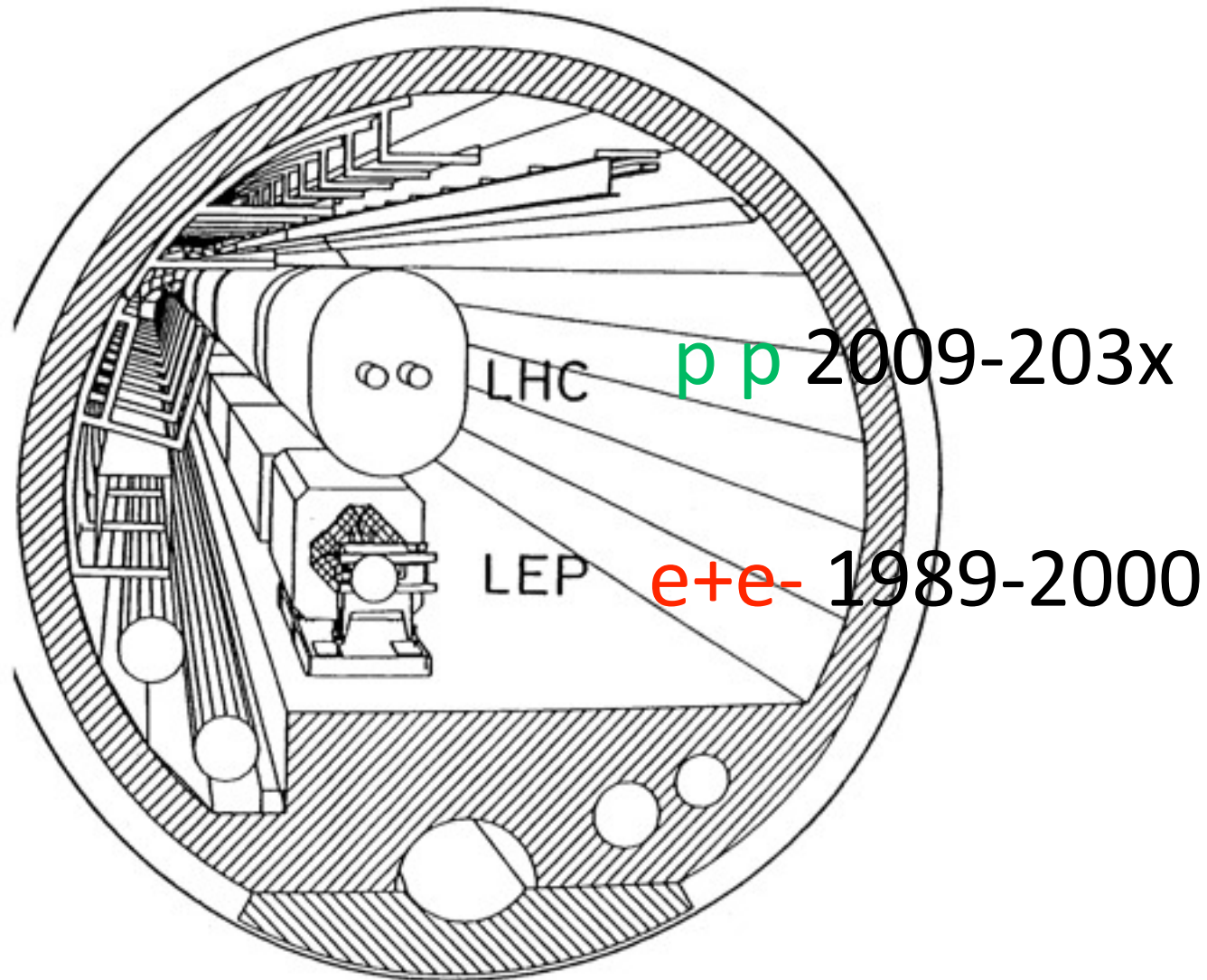
Ou

-- machine d'exploration ? (proton-proton)



-- le LHC était dans les plans depuis 1984

ECFA 84/85  
CERN 84-10  
5 September 1984

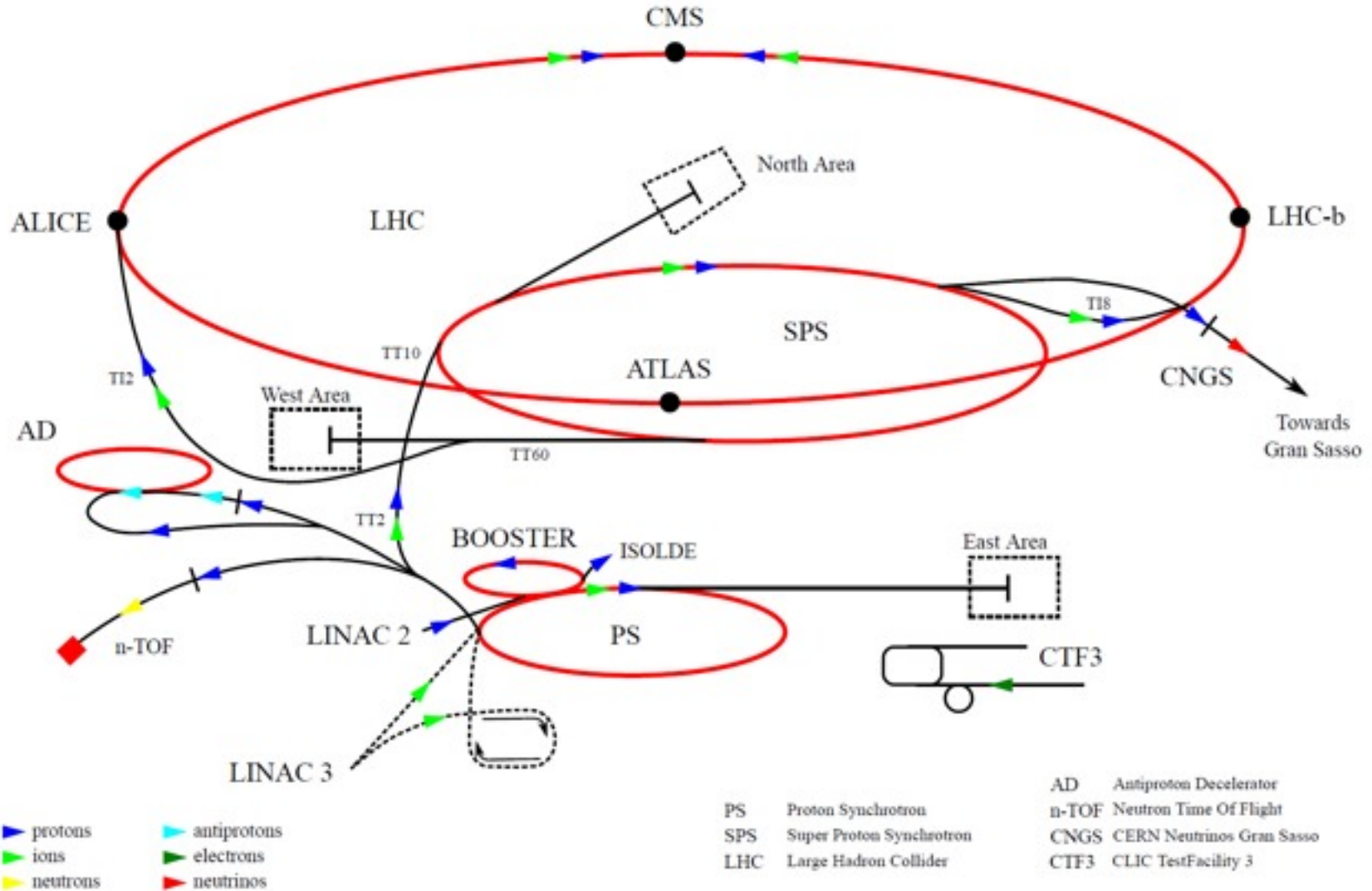


LARGE HADRON COLLIDER  
IN THE LEP TUNNEL



# LE CERN:

Un superbe complexe construit par étapes





The direct impact of CERN on Geneva is difficult to measure, but the spin-off benefits are huge, and the city is undoubtedly proud of its prestigious resident. On arrival in Geneva by road or by air, signs underline CERN's presence. ...

<http://cerncourier.com/cws/article/cern/28024>

“ A tale of three regions”

Genève + Ain + Savoie

2000 employés (+1000 services)

10000 utilisateurs (résidents occasionnels...)





# CERN-Université de Genève 1954-2004



UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Célébration des premiers pas du CERN à l'Institut de Physique et de 50 années de fructueuses collaborations avec la Section de Physique de l'Université de Genève

*possible long-term strategy*

# *possible long-term strategy*

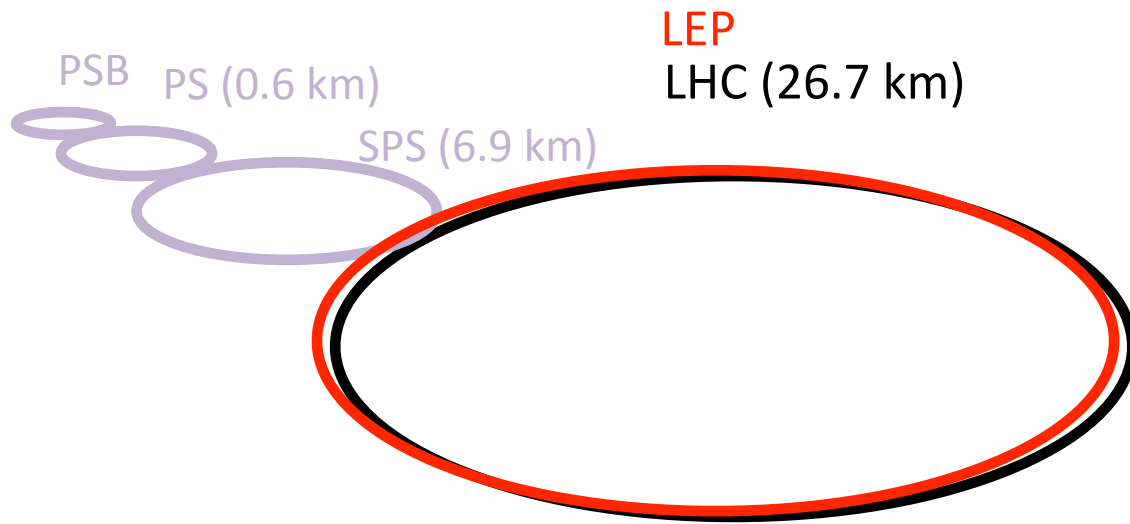




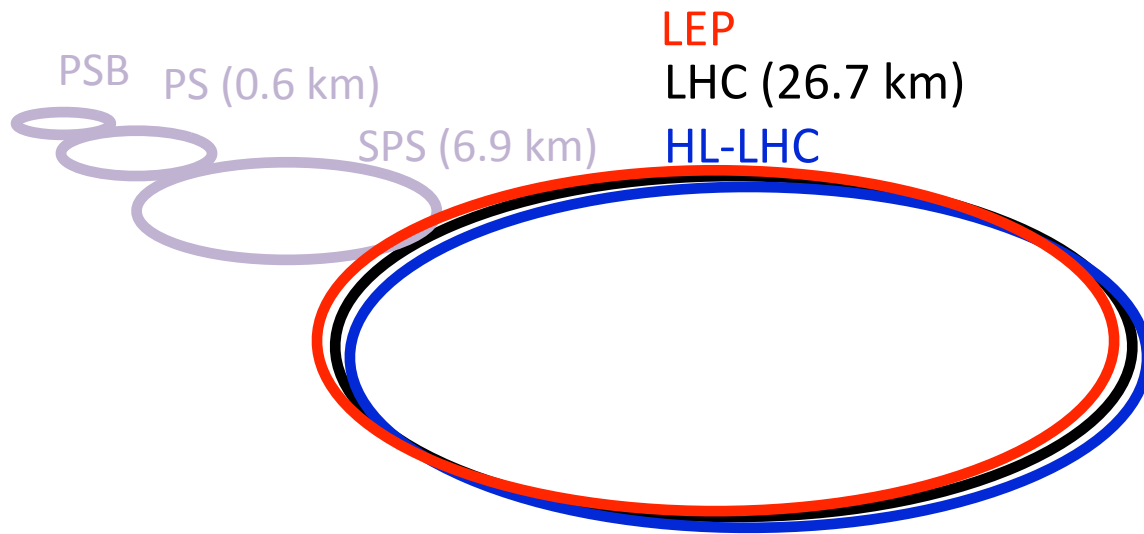
# *possible long-term strategy*



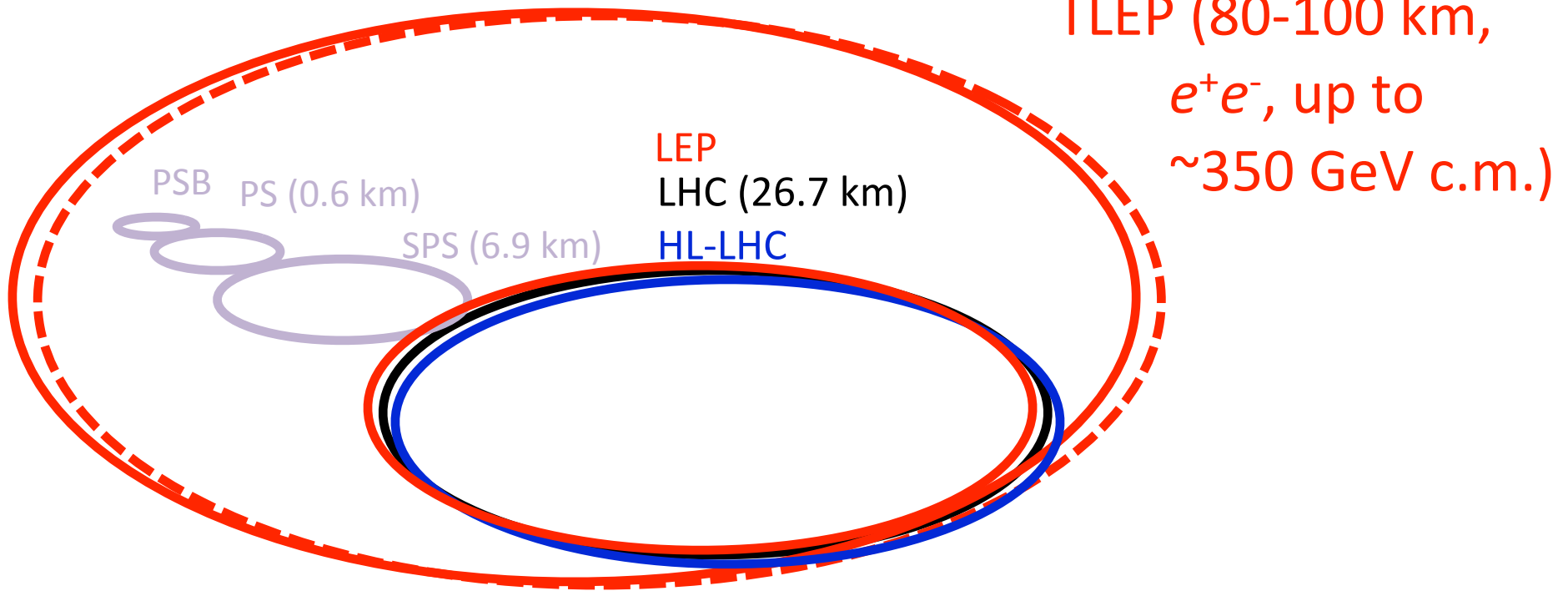
# *possible long-term strategy*



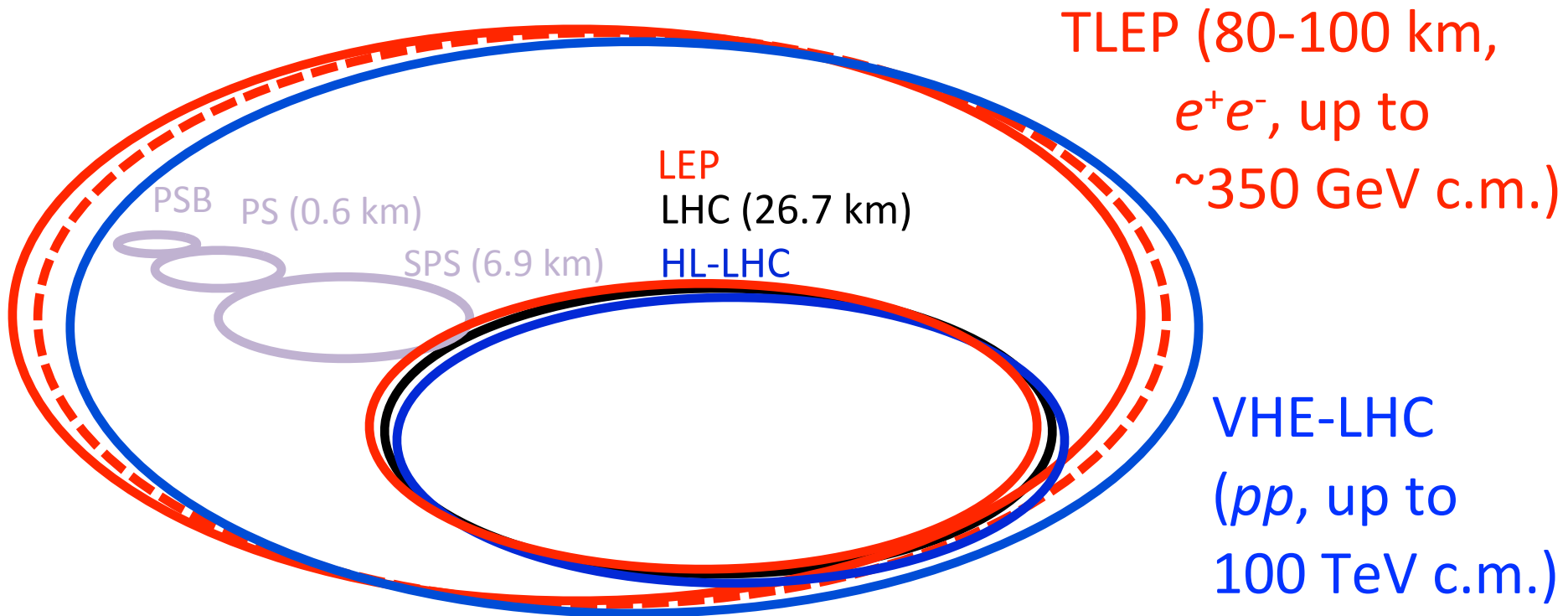
# *possible long-term strategy*



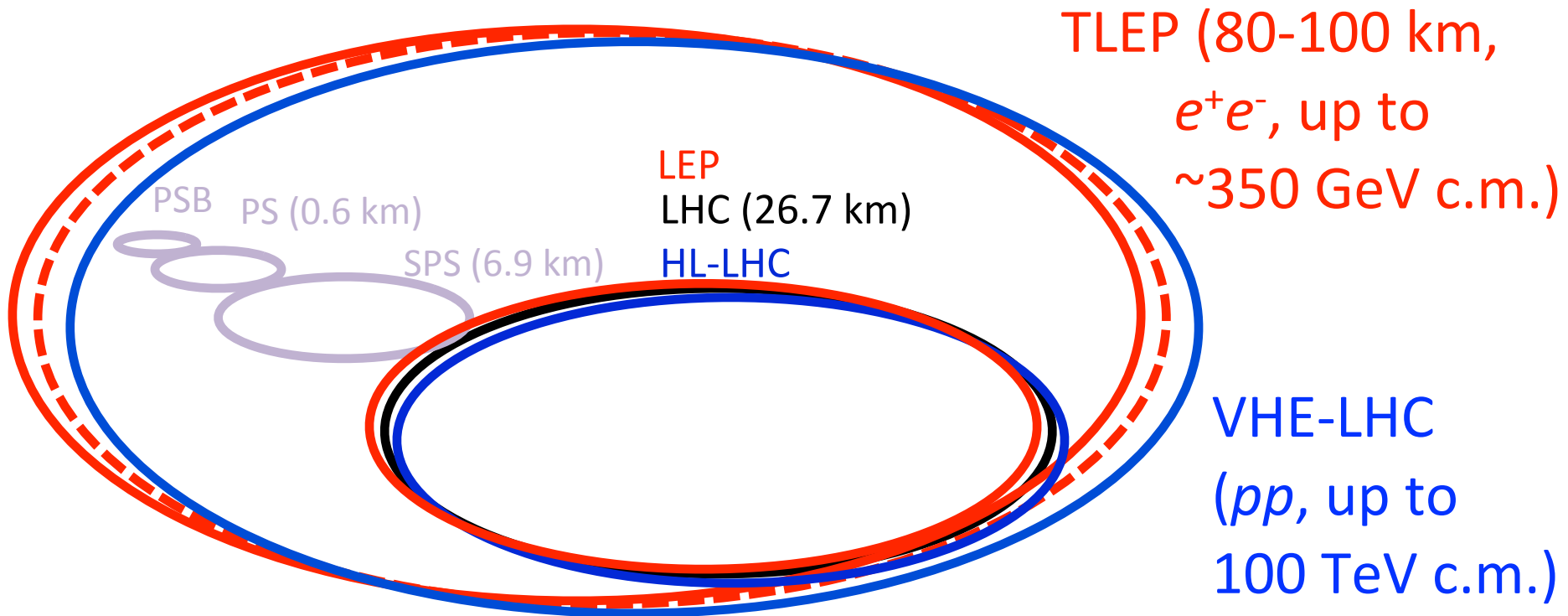
# *possible long-term strategy*



# *possible long-term strategy*

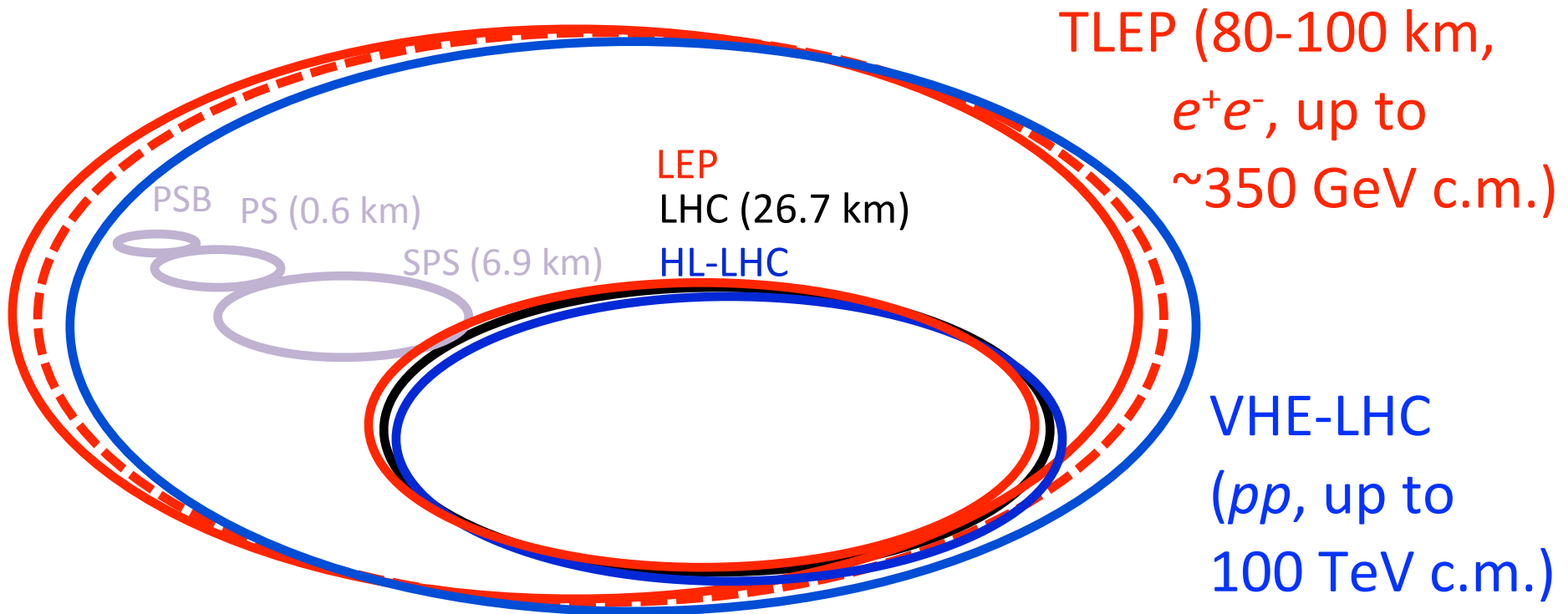


# *possible long-term strategy*



&  $e^\pm$  (120 GeV)– $p$  (50 TeV) collisions ([([V)HE-]TLHeC)

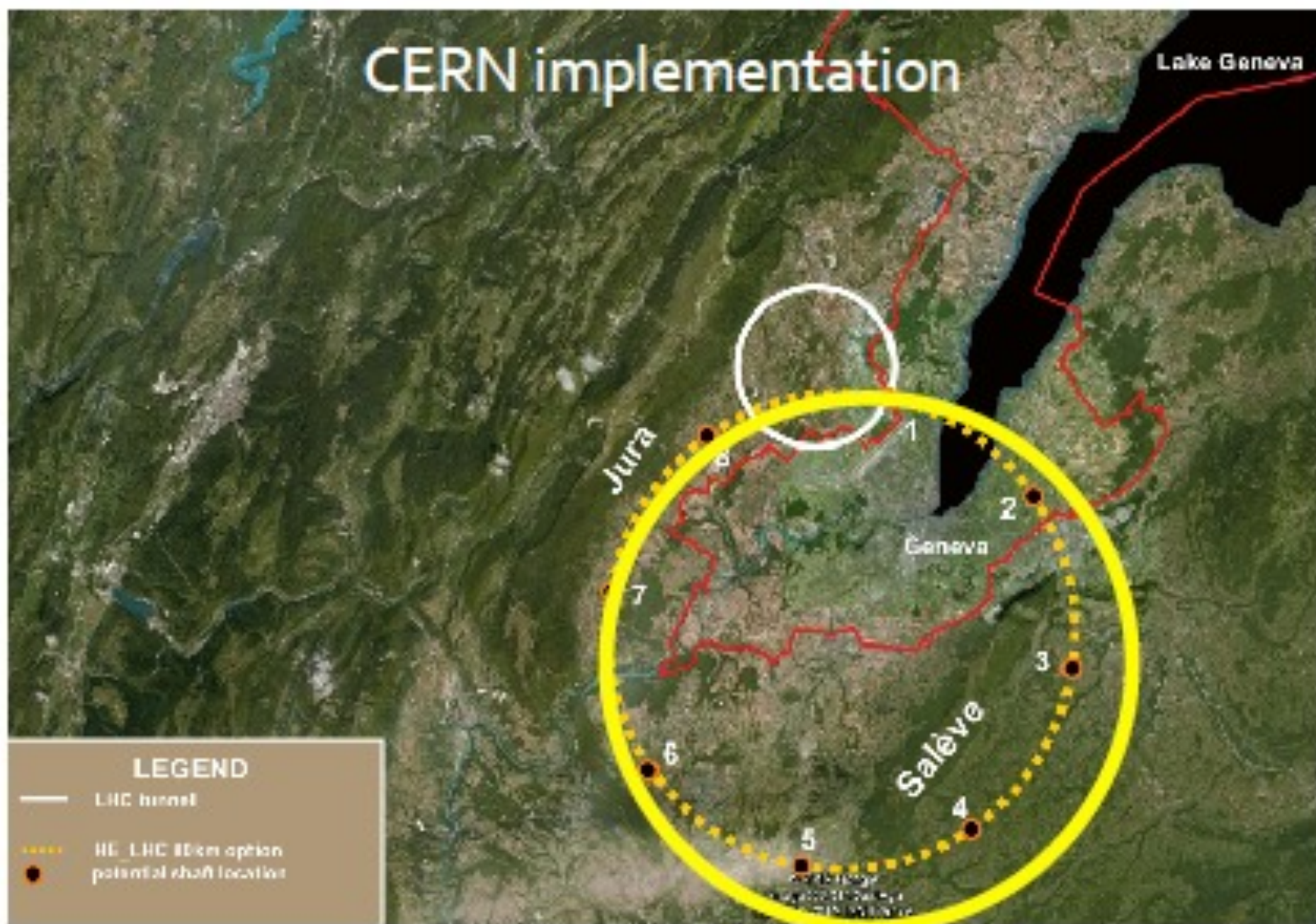
# *possible long-term strategy*



&  $e^\pm$  (120 GeV)– $p$  (50 TeV) collisions ([([V)HE-]TLHeC)

$\geq 50$  years of  $e^+e^-$ ,  $pp$ ,  $ep/A$  physics at highest energies

# CERN implementation



J. Osborne and C. Waajer



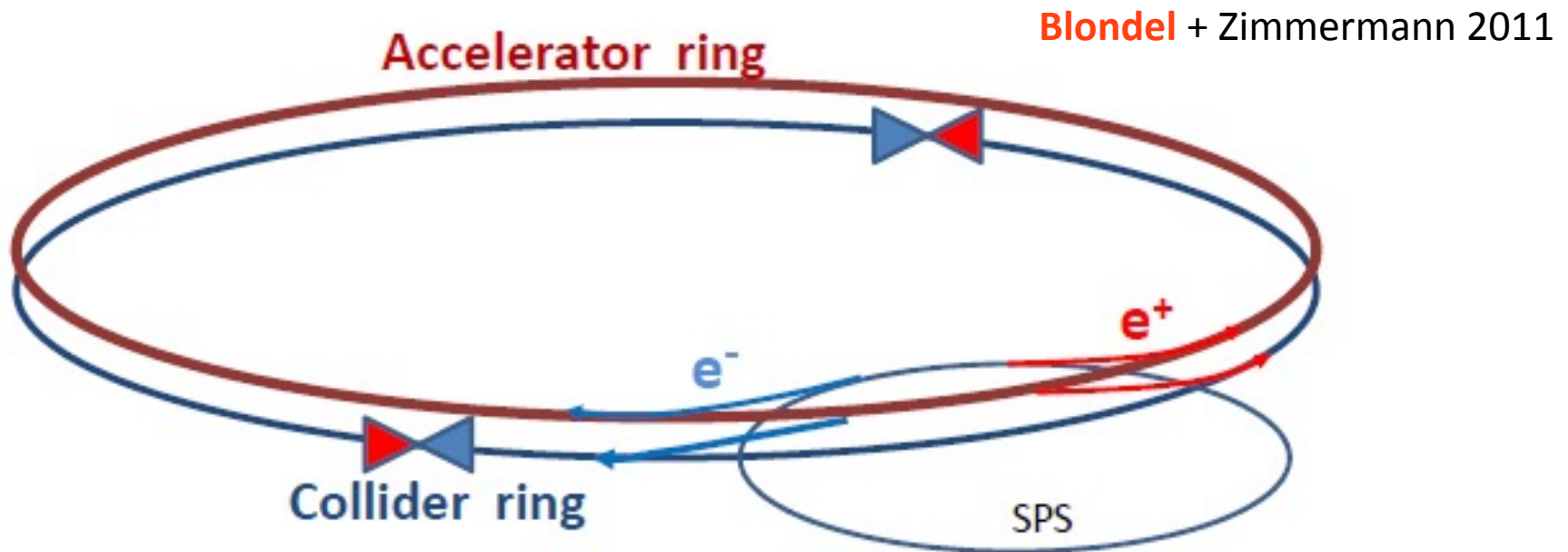
How can one increase over LEP2 (average) luminosity by a factor 1000 without exploding the power bill?

Answer is in the B-factory design: a very low vertical emittance ring with higher intrinsic luminosity and a small value of  $\beta_y^*$

electrons and positrons have a much higher chance of interacting

→ much shorter lifetime (few minutes)

→ feed beam continuously with a ancillary accelerator

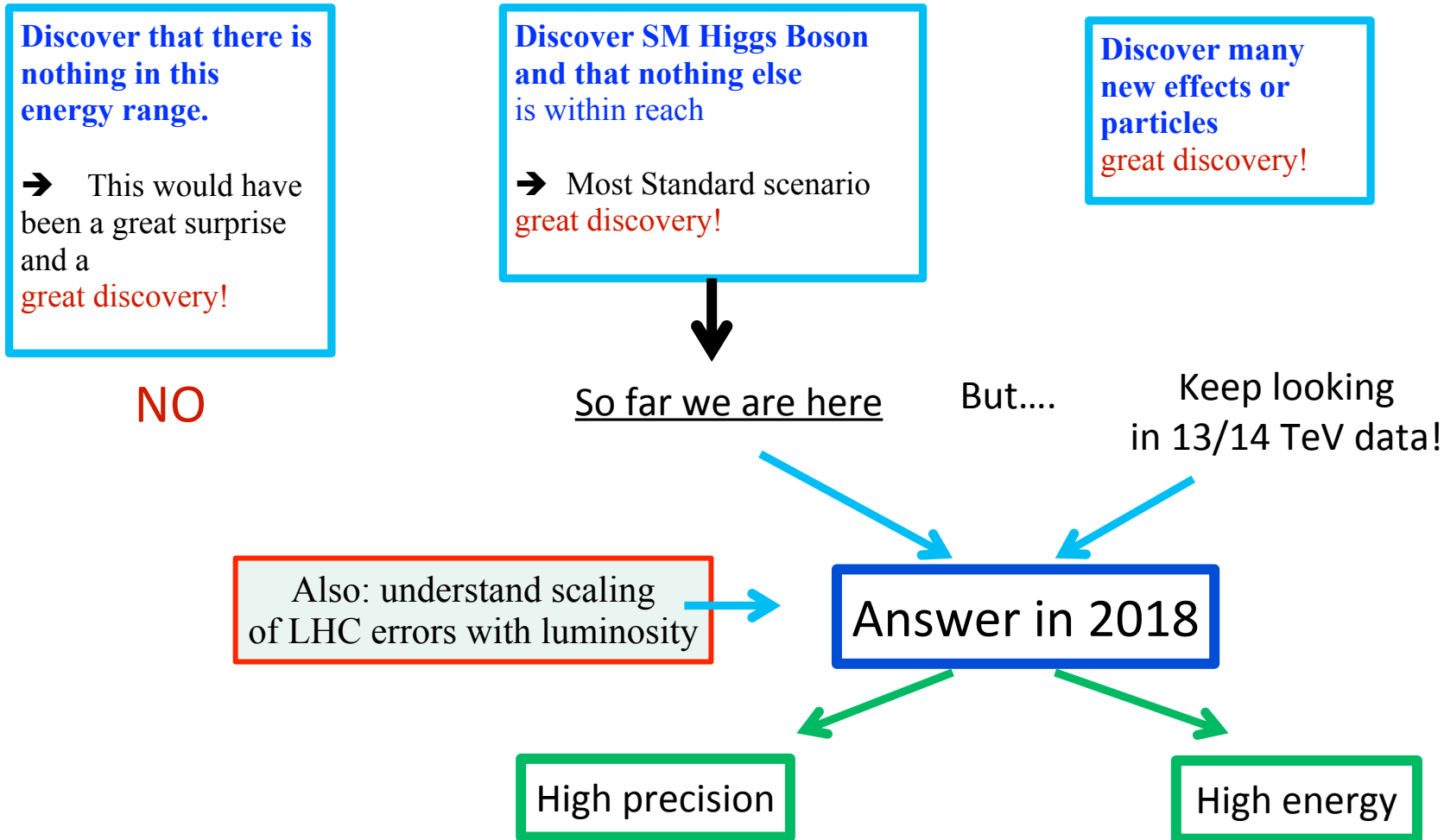


Storage ring has separate beam pipes for e+ and e- for multibunch operation



At the moment we do not know for sure what is the **most sensible scenario**

LHC offered 3 possible scenarios: (could not lose)



**BE PREPARED!**



The combination of TLEP and the VHE-LHC offers, for a great cost effectiveness, the best precision and the best search reach of all options presently on the market.

*First look at The Physics Case of TLEP*  
*arXiv:1308.6176v2 [hep-ex] 22 Sep 2013*



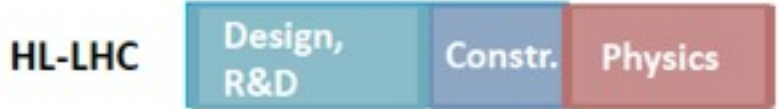
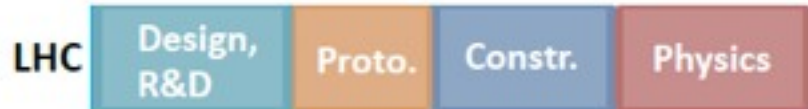
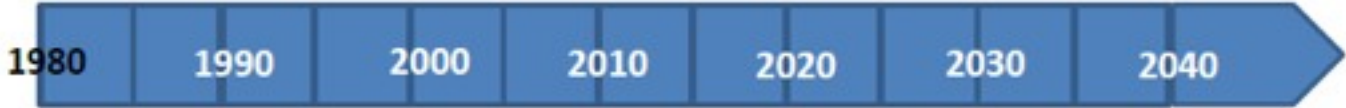
## CERN Medium term plan -- June 2013:

CERN/SPC/1012  
CERN/FC/5747  
CERN/3069

- **studies for high-energy proton-proton and electron-positron colliders in a new 80-100 km circular tunnel have already started. The aim is to have available Conceptual Design Reports by the time of the next update of the European Strategy for Particle Physics.**



# possible long-term time line



Zimmermann





# Future Circular Colliders Study Kickoff Meeting

12-15 February  
2014

University of  
Geneva, Geneva

Europe/Zurich timezone

**Future Circular Colliders Kickoff Meeting**

Overview

Organizing Committees

Important dates

Timetable

Contribution List

Author index

Registration

[Registration Form](#)

This meeting is the starting point of a five-year international design study called "Future Circular Colliders" (FCC) with emphasis on a hadron collider with a centre-of-mass energy of the order of 100 TeV in a new 80-100 km tunnel as a long-term goal. The design study includes a 90-400 GeV lepton collider, seen as a potential intermediate step. It also examines a lepton-hadron collider option. The international kick-off meeting for the FCC design study will be held at the University of Geneva, Unimail site, on 12–15 February 2014. The scope of this meeting will be to discuss the main study topics and to prepare the groundwork for the establishment of international collaborations and future studies. The formal part of the meeting will start at noon on Wednesday 12 February and last until noon on Friday 14 February. It will be followed by break-out sessions on the various parts of the project on the Friday afternoon, with summary sessions until noon on Saturday 15 February.

**Kick-off meeting 12-14 February 2014**

**A L'université de Genève, UNI-MAIL**

**L.O.C. : Blondel, Iacobucci, Doglioni, Blanchard et al.**



# Conclusions

- **Après la découverte du boson de Higgs, il est temps de préparer les futurs moyens d'exploration**
  - **Stratégie Européenne**
  - **vision du CERN à long terme**
- **Nous avons proposé un collisionneur e+e- pour des mesures de précisions sans précédent**
  - **premier pas vers un collisionneur VHE-LHC à 100 TeV**
  - **Intérêt dans la communauté Suisse**
  - **mais les chinois sont aussi sur les rangs...**
- **l'étude démarre avec un 'kick-off' en fevrier 2014,**
  - **à l'Université de Genève**

