



Dyskusja po Sympozjum w Orsay

24. 02. 2006 Ewa Rondio i Filip Żarnecki podsumowali dla nas Sympozjum w Orsay 30.01-1.02. 2006 poświęcone strategii dla fizyki wysokich energii w Europie i zorganizowane przez „Strategy Group” powołaną przez Radę CERNU.

Dzisiejsze seminarium jest dalszym ciągiem dyskusji, która na 1-szy seminarium 24. 02 została przerwana z powodu braku czasu.



Wprowadzenie do dyskusji

Najważniejsze i najbardziej dyskusyjne wydają się tezy wypowiedziane przez różnych uczestników Sympozjum dotyczące programu (światowego, europejskiego) FWE po 2007 (uruchomienie LHC) - budowy następnego wielkiego akceleratora.

Rozważa się następujące możliwości:

- Budowa liniowego zderzacza e^+e^- - International Linear Collider (ILC): o jakiej energii? (500-1000 GeV)/ gdzie?/ kiedy?/ przez kogo?
- Budowę zderzacza e^+e^- CLIC w CERNie: o jakiej energii? (500-3000 GeV)/ kiedy?/ przez kogo?
- Budowę Super LHC (SLHC) o $L=10^{35} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ w CERNie: kiedy?/ przez kogo?
- Budowę Double LHC (DLHC, $E=30 \text{ TeV}$) w CERNie: kiedy?/ przez kogo?



Wprowadzenie do dyskusji cd.

Rozważane są więc naprawdę dwie opcje:

1. Zderzacz liniowy e^+e^- : ILC, raczej poza CERNem, lub CLIC w CERNie
2. Zderzacz kołowy pp w CERNie: o wyższej świetlności bądź o wyższej energii

Racjonalna decyzja byłaby możliwa po otrzymaniu wyników z LHC; ważna jest odpowiedź na pytanie czy istnieją stany (higgisy, cząstki SUSY) o masach do 500 GeV.

Kiedy to jednak nastąpi? 2010? 2013? 2015?

Społeczność planująca ILC nie chce czekać w nieskończoność, która jest zdefiniowana jako „po 2009”!



Wprowadzenie do dyskusji cd..

Jeżeli nowe stany o masach $\sim < 500$ GeV zostaną odkryte w LHC decyzja o budowie ILC jest dobrze uzasadniona fizycznie.

Jeżeli nie znajdziemy w LHC nowych stanów do 1 TeV co mamy robić?

- Budować ILC do 1 TeV i liczyć na precyzyjne pomiary?

Jakie są możliwości ILC w tej dziedzinie (F. Żarnecki)?

- Budować SLHC?
- Budować zderzacz hadronowy o najwyższej możliwej energii (DLHC o energii 30 TeV)?

Możliwości SLHC/ DLHC (J. Królikowski) w tej dziedzinie.



SLHC/ DLHC



Nominal LHC and possible upgrades

Nominal LHC: 7 TeV beams,

- injection energy: 450 GeV, ~ 2800 bunches, spacing 7.5 m (25ns), bunch length 7.5 cm
- $1.1 \cdot 10^{11}$ protons per bunch, β^* at IP : 0.5 m $\Rightarrow 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (lumi-lifetime 10h)

Possible upgrades/steps considered:

- increase up to $1.7 \cdot 10^{11}$ protons per bunch (beam-beam limit) $\Rightarrow 2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- increase operating field from 8.3T to 9T (ultimate field) $\Rightarrow \sqrt{s} \approx 15 \text{ TeV}$

minor hardware changes to LHC insertions or injectors:

- modify insertion quadrupoles (larger aperture) for $\beta^* = 0.5 \rightarrow 0.25 \text{ m}$
- increase crossing angle $300 \mu\text{rad} \rightarrow 424 \mu\text{rad}$
- halving bunch spacing (12.5nsec)*, with new RF system

$$\Rightarrow L \approx 5 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

major hardware changes in arcs or injectors:

- SPS equipped with superconducting magnets to inject at $\approx 1 \text{ TeV} \Rightarrow L \approx 10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- new superconducting dipoles at $B \approx 16 \text{ Tesla}$ for beam energy $\approx 14 \text{ TeV}$ i.e. $\sqrt{s} \approx 28 \text{ TeV}$

*Comment: 12.5nsec is more favorable for experiments, 10 or 15nsec is more favorable for the PS/SPS RF systems at 200MHz, ultimately a question of cost of electronics to experiments vs. accelerators; a 300m super-bunch option (every 88 μsec) is much worse for experiments, not considered any more



SLHC cd.



Nominal LHC and possible upgrades

-increase operating field from 8.3T to 9T
(ultimate field)

$$\Rightarrow \sqrt{s} \approx 15 \text{ TeV}$$

major hardware changes in arcs or injectors:

- SPS equipped with superconducting magnets to inject at $\approx 1 \text{ TeV}$

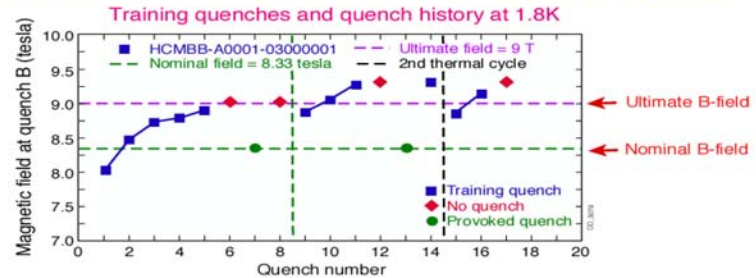
$$\Rightarrow \text{Luminosity increase by factor } \approx 2$$

- new superconducting dipoles at $B \approx 16 \text{ Tesla}$ for beam energy $\approx 14 \text{ TeV}$ i.e.

$$\sqrt{s} \approx 28 \text{ TeV}$$

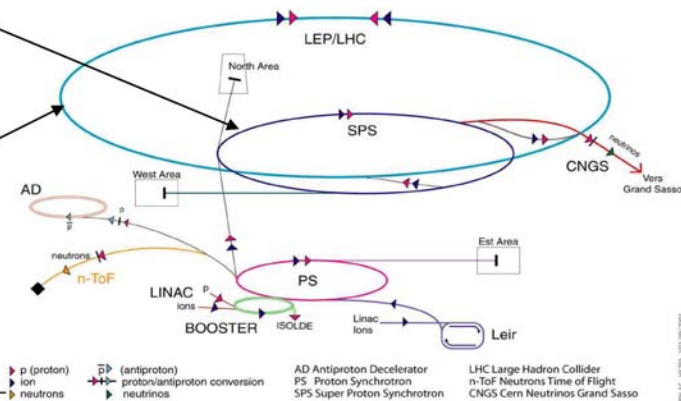
Last step would be very expensive...2 - 3 GSF.

Quench performance of the last tested pre-series dipole



- MBPSN01 dipole reached nominal field after one quench
- Ultimate field of 9T reached after 5 training quenches
- during the following 2 test campaigns magnet never quenched below 8.8T

Accelerator chain of CERN (operating or approved projects)



D. Denegri, SLHC talk, Les Houches, May 20th, 2005



SLHC cd..



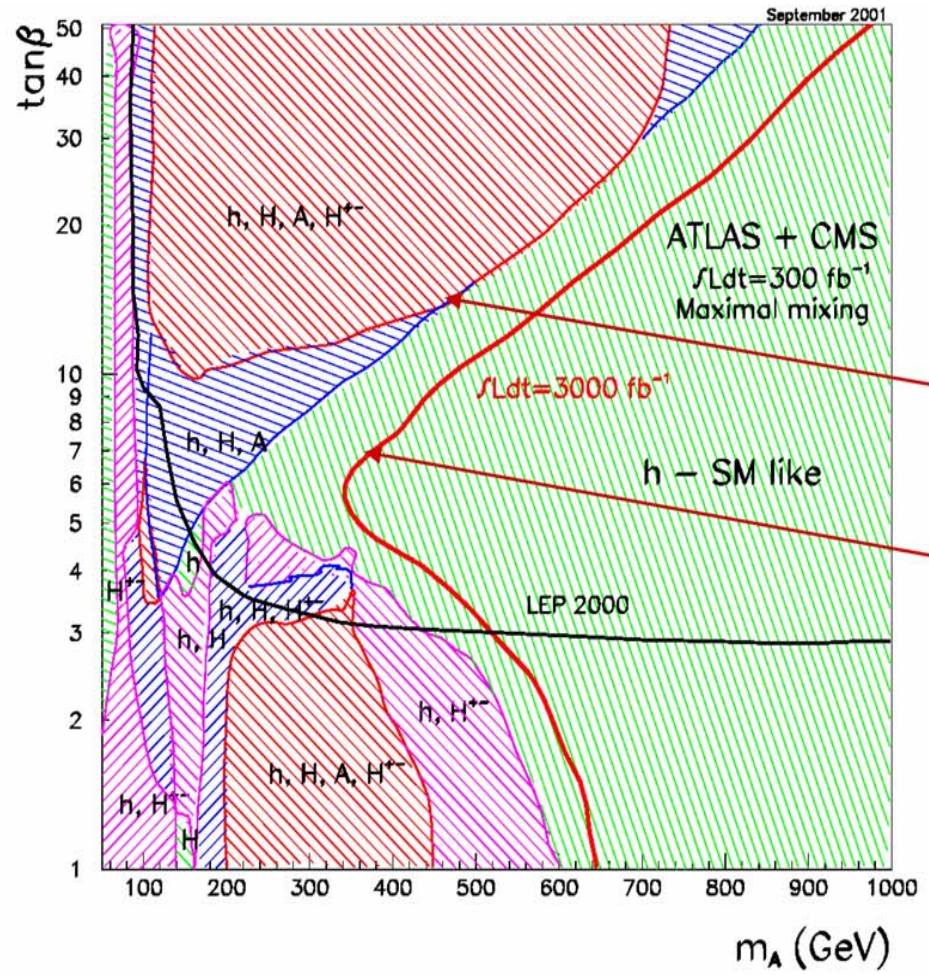
Consequences of running at $\sim 10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

if 12.5 nsec bunch spacing ($dn^{\text{ch}}/d\eta/\text{crossing} \approx 600$) - which is the least demanding option in terms of changes to CMS and ATLAS - relative to nominal LHC running, assuming same detector performances as for present ones:

- ⇒ reduced efficiency for selection of isolated objects (μ , e , γ , τ), trigger and off-line
- ⇒ degraded energy resolution due to pile-up for e , γ , jets, missing E_t , effect decreases with increasing E_t , small beyond ~ 50 (e, γ) - 200 (jets) GeV
- ⇒ reduced selectivity of missing E_t cuts (below ~ 100 GeV)
- ⇒ reduced efficiency and purity of forward jet tagging and central jet vetoing techniques used to improve S/B
- ⇒ somewhat reduced muon acceptance, to $|\eta| < \sim 2.0$, due to need for increased forward shielding, not essential as heavy objects are centrally produced, but potentially damaging for ew studies....



SLHC cd...



green area: region where only one (the h , \sim SM-like) among the 5 MSSM Higgs bosons can be found (assuming only SM decay modes)

LHC contour, 300 fb^{-1}

SLHC contour, 3000 fb^{-1}
at least one heavy Higgs discoverable up to here



J.Ellis: Introduction to POFPA

Physics Opportunities with Future Proton Colliders

Members

Mandate

Meetings

Trends in discussions

Possible framework for recommendations

<http://cern.ch/pofpa>



Members of POFPA

Alain Blondel

Leslie Camilleri

Augusto Ceccucci

JE (Convener)

Mats Lindroos

Michelangelo Mangano (Secretary)

Gigi Rolandi



CERN accelerator complex upgrade

Present accelerator	Replacement accelerator	Improvement	INTEREST FOR			
			LHC upgrade	ν physics beyond CNGS	RIB beyond ISOLDE	Physics with k and μ
Linac2	Linac4	50 → 160 MeV $H^+ \rightarrow H^-$	+	0 (if alone)	0 (if alone)	0 (if alone)
PSB	>2.2 GeV RCS* for HEP	1.4 → >2.2 GeV 10 → 250 kW	+	0 (if alone)	+	0 (if alone)
	>2.2 GeV/ mMW RCS*	1.4 → >2.2 GeV 0.01 → 4 MW	+	++ (super-beam, β -beam?, ν factory)	+(too short beam pulse)	0 (if alone)
	>2.2 GeV/50 Hz SPL*	1.4 → >2.2 GeV 0.01 → 4 MW	+	+++ (super-beam, β -beam, ν factory)	+++	0 (if alone)
PS	RSS**/** for HEP	>30 GeV Intensity $\times 2$	++	0 (if alone)	0	+
	5 Hz RCS**/**	>30 GeV 0.1 → 4 MW	++	++ (ν factory)	0	+++
SPS	1 TeV RSS**/ **	0.45 → 1 TeV Intensity $\times 2$	+++	?	0	+++

RCS=Rapid Cycling Synchrotron
 RSS=Rapid Superconducting Synchrotron
 SPL=Superconducting Proton Linac

* with brightness $\times 2$
 ** need new injector(s)

HIP report & R.Garoby



F. Gianotti, J. Ellis and POFPA

Summary of reach and comparison of various machines ...

Only a few examples in many cases numbers are just indications

Units are TeV (except $W_L W_L$ reach)

$\int \mathcal{L} dt$ correspond to 1 year of running at nominal luminosity for 1 experiment

PROCESS	LHC 14 TeV 100 fb ⁻¹	SLHC 14 TeV 1000 fb ⁻¹	28 TeV 100 fb ⁻¹	VLHC 40 TeV 100 fb ⁻¹	VLHC 200 TeV 100 fb ⁻¹	LC 0.8 TeV 500 fb ⁻¹	CLIC 5 TeV 1000 fb ⁻¹
Squarks	2.5	3	4	5	20	0.4	2.5
$W_L W_L$	2 σ	4 σ	4.5 σ	7 σ	18 σ	6 σ	90 σ
Z'	5	6	8	11	35	8 [†]	30 [†]
Extra-dim ($\delta=2$)	9	12	15	25	65	5-8.5 [†]	30-55 [†]
q*	6.5	7.5	9.5	13	75	0.8	5
Δ compositeness	30	40	40	50	100	100	400
TGC λ_γ (95%)	0.0014	0.0006	0.0008		0.0003	0.0004	0.00008

[†] indirect reach (from precision measurements)

Approximate direct mass reach :

$\sqrt{s} = 14$ TeV, $L=10^{34}$ (LHC) : up to ≈ 6.5 TeV

$\sqrt{s} = 14$ TeV, $L=10^{35}$ (SLHC) : up to ≈ 8 TeV

$\sqrt{s} = 28$ TeV, $L=10^{34}$: up to ≈ 10 TeV

$\sqrt{s} = 28$ TeV, $L=10^{35}$: up to ≈ 11 TeV