

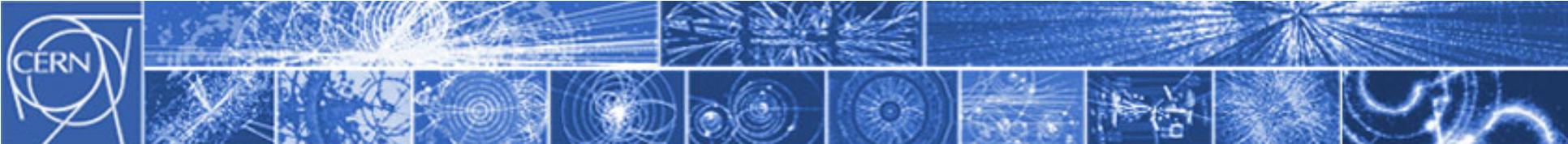


28 & 29 juin 2011
Le rendez-vous des Geeks et des Boss
Pour une informatique qui transforme nos sociétés

Mystères de l'univers :

des réponses cachées dans des milliards de pétaoctets

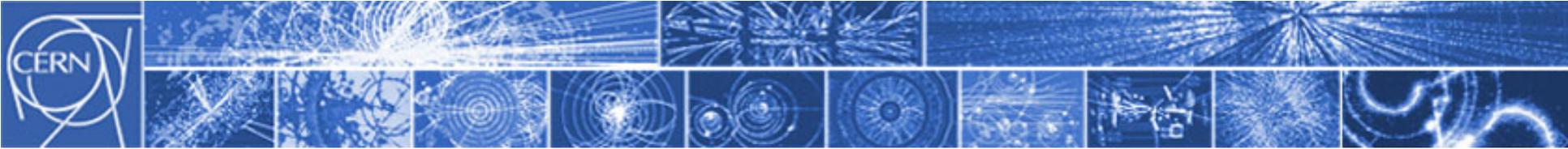
Wolfgang von Rüdén, CERN Genève
Ancien Directeur du CERN openlab



Wikipedia: International System of Units *

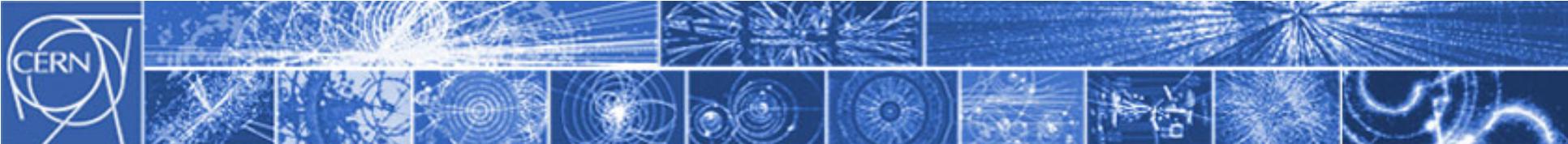
1000^m	10^n	Prefix	Symbol	Since	Short scale	Long scale	Decimal
1000^8	10^{24}	yotta	Y	1991	Septillion	Quadrillion	1000000000000000000000000
1000^7	10^{21}	zetta	Z	1991	Sextillion	Trilliard	100000000000000000000000
1000^6	10^{18}	exa	E	1975	Quintillion	Trillion	10000000000000000000000
1000^5	10^{15}	peta	P	1975	Quadrillion	Billiard	1000000000000000000000
1000^4	10^{12}	tera	T	1960	Trillion	Billion	1000000000000
1000^3	10^9	giga	G	1960	Billion	Milliard	1000000000
1000^2	10^6	mega	M	1960	Million		1 000 000
1000^1	10^3	kilo	k	1795	Thousand		1000
1000^0	10^0	(none)	(none)	NA	One		1

* <http://en.wikipedia.org/wiki/Yotta->



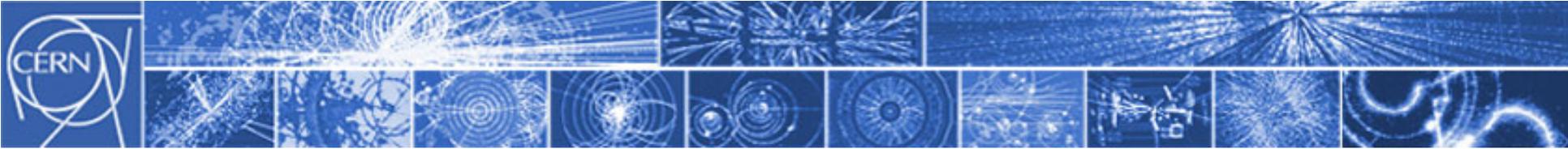
Les thèmes

- Le LHC en 10 minutes (vidéo)
- Pourquoi ? – La motivation scientifique
- Qui ? – Le CERN et la communauté des physiciens de particules
- Comment ? – Nos outils de recherche
- Essentiel: le traitement des données
- Les premiers résultats



Le LHC en 10 minutes





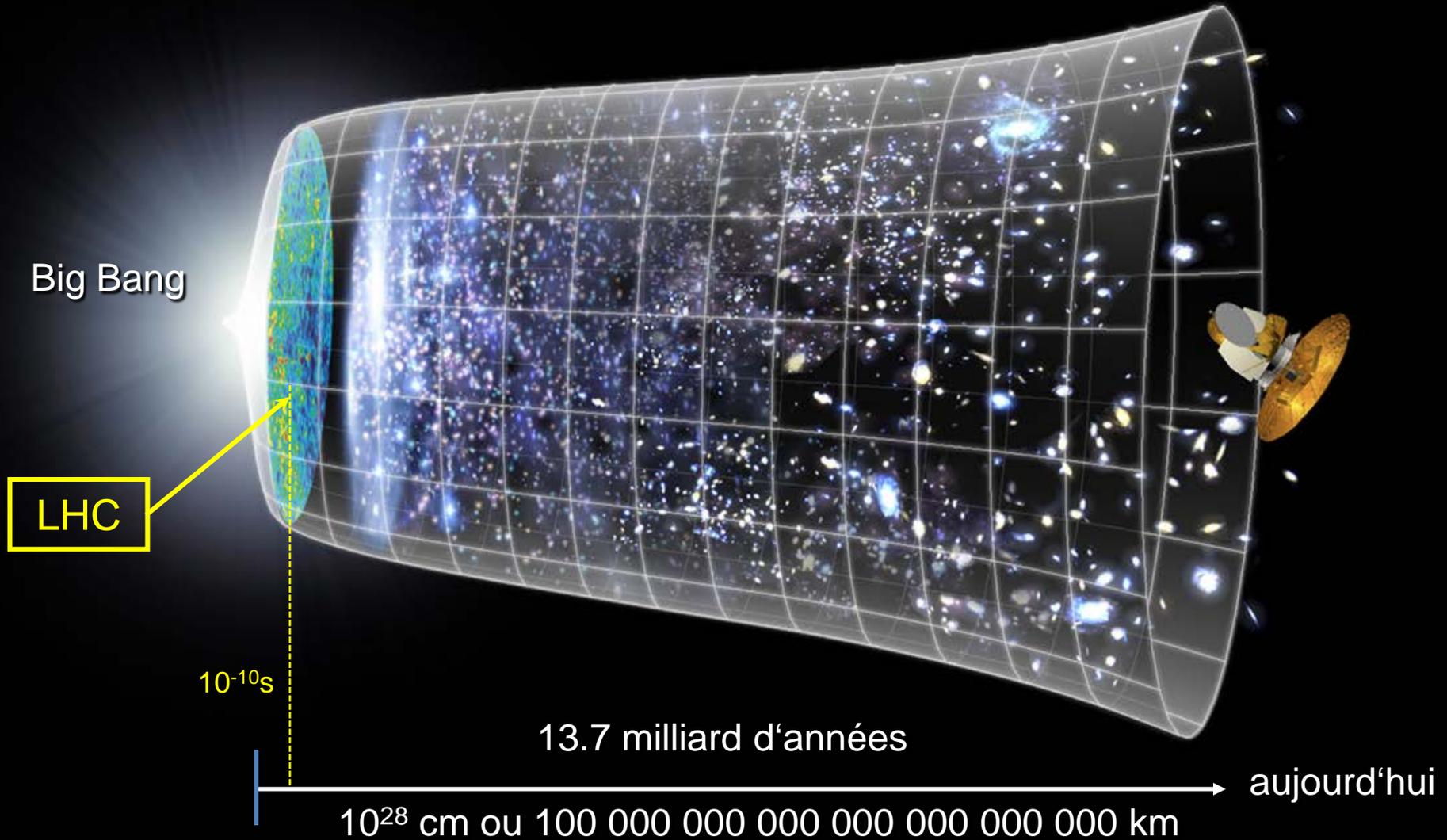
- Le LHC en 10 minutes (vidéo)
- **Pourquoi ? – La motivation scientifique**
- Qui ? – Le CERN et la communauté des physiciens de particules
- Comment ? – Nos outils de recherche
- Essentiel: le traitement des données
- Les premiers résultats



Notre univers a des dimensions
gigantesques et il continue à
s'étendre de plus en plus vite
tout en se refroidissant ...

... depuis environ 13.7 milliards
d'années

Evolution de l'Univers



History of the Universe

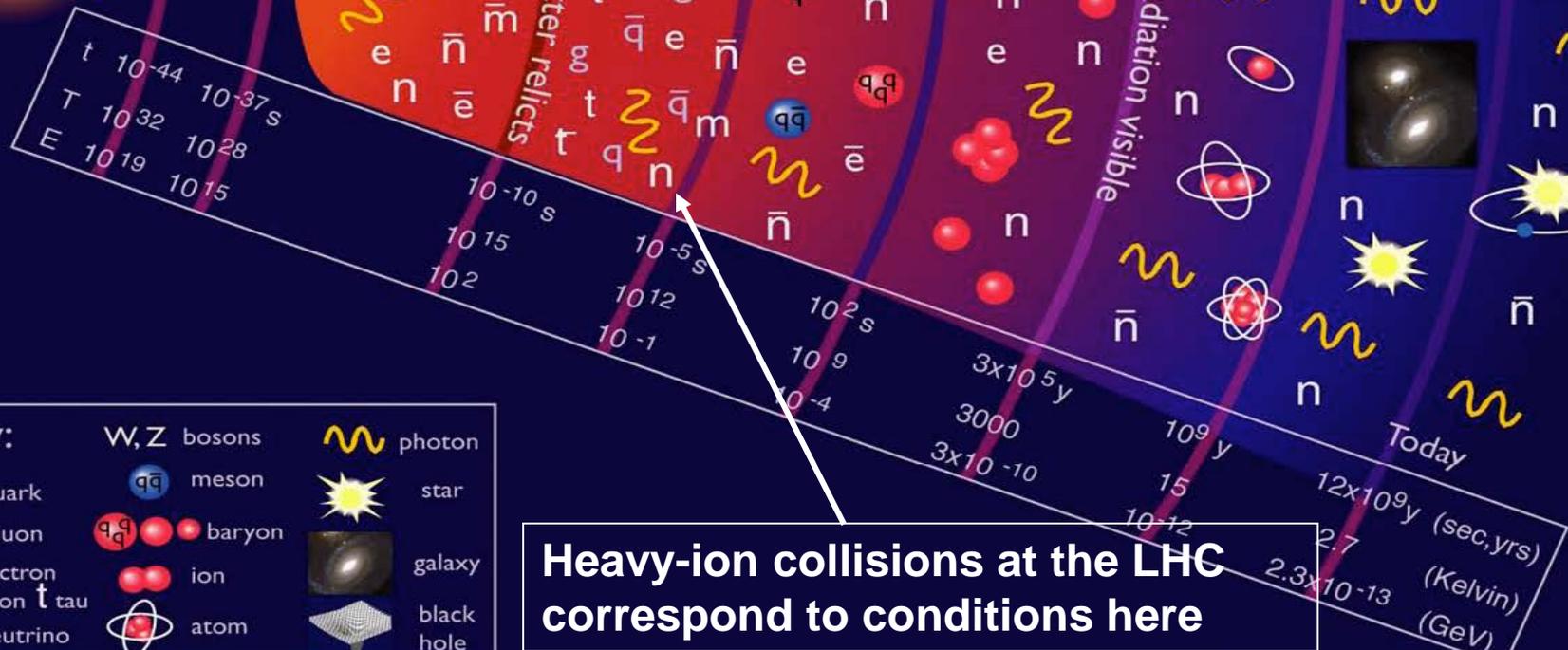
proton-proton collisions at the LHC correspond to conditions here

BIG BANG

Inflation

possible dark matter relicts

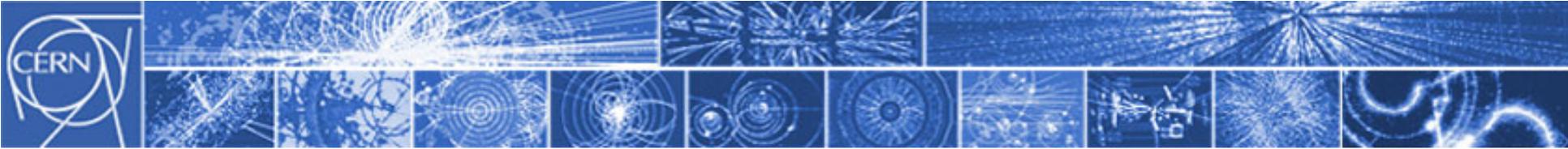
cosmic microwave radiation visible



Key:

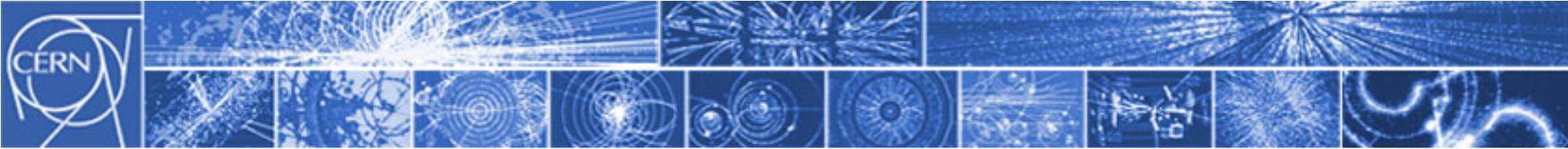
- W, Z bosons
- q quark
- g gluon
- e electron
- m muon
- t tau
- n neutrino
- meson
- baryon
- ion
- atom
- photon
- star
- galaxy
- black hole

Heavy-ion collisions at the LHC correspond to conditions here



Malgré un excellent « modèle standard », ils restent des mystères ...

- D'où vient la masse des particules ?
 - Newton n'a pas su l'expliquer – et nous non plus ...
- De quoi sont fait 96% de l'Univers ?
 - Nous n'en connaissons que 4% !
- Pourquoi n'y a-t-il pas d'antimatière dans l'Univers ?
 - La nature devrait être symétrique
- Quel était l'état de la matière juste après le « big bang » ?
 - Un voyage vers le début de l'Univers nous éclairera un peu plus



L'approche :

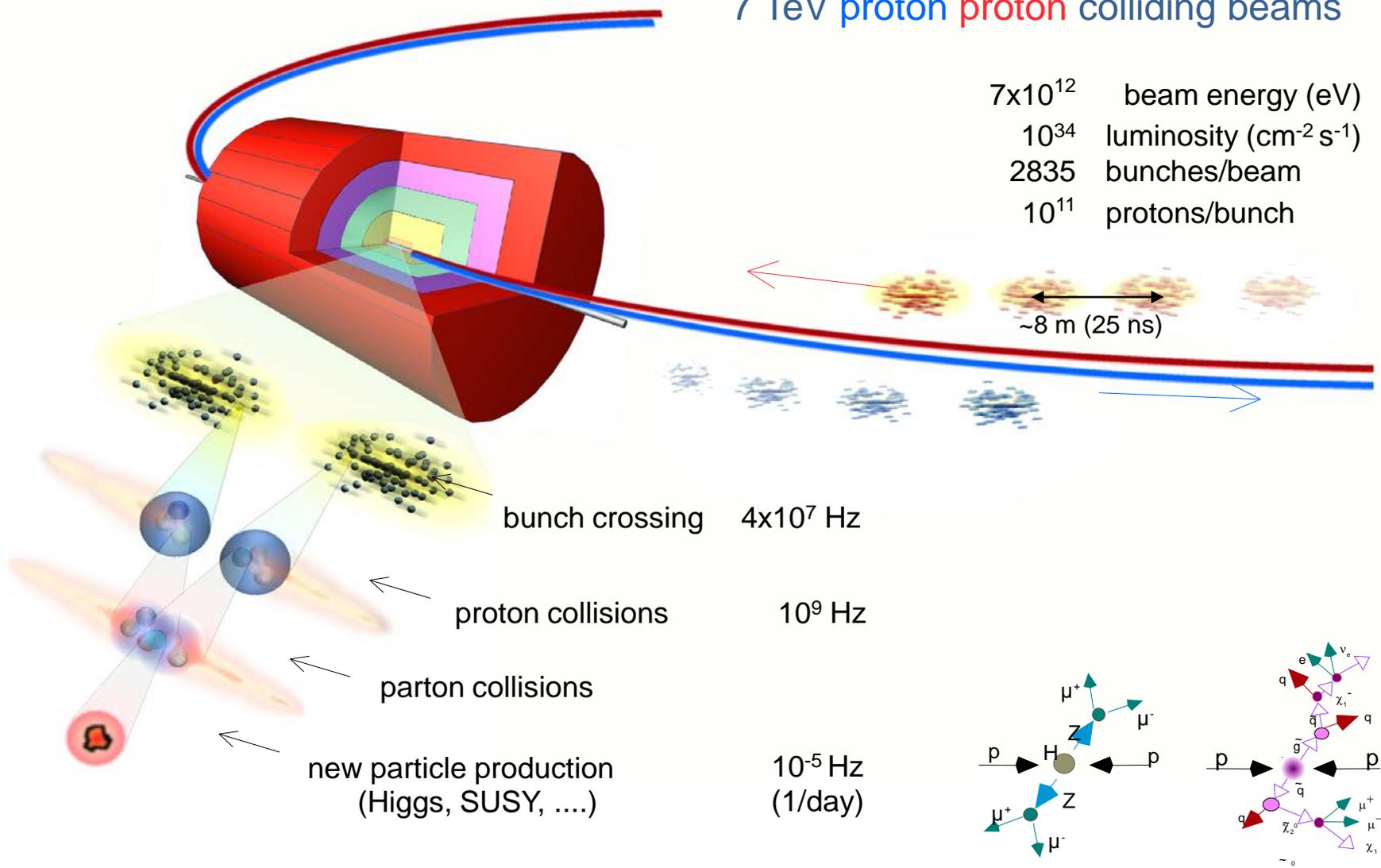
- Créer en laboratoire des milliards de minuscules « big bang » à l'aide d'un énorme accélérateur de particules (LHC)
- Convertir l'énergie des protons accélérés en matière ($E=mc^2$)
- Observer les résultats
- Comparer avec les théories

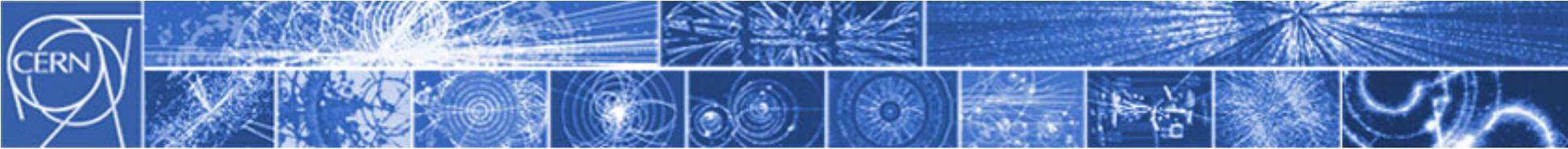
- ... et gagner un prix Nobel

Le défi: Choisir 1 événement parmi 10,000,000,000,000

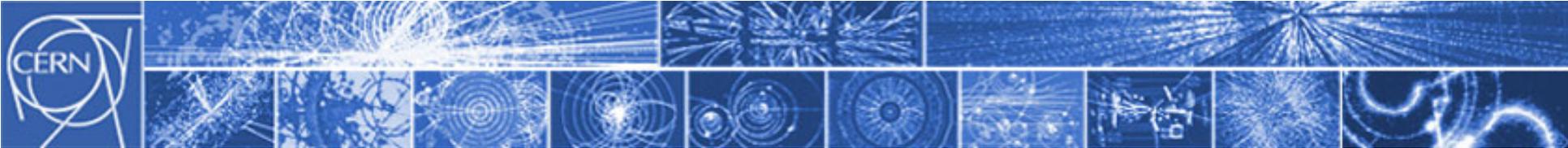
7 TeV proton proton colliding beams

7×10^{12} beam energy (eV)
 10^{34} luminosity ($\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)
 2835 bunches/beam
 10^{11} protons/bunch





- Le LHC en 10 minutes (vidéo)
- Pourquoi ? – La motivation scientifique
- **Qui ? – Le CERN et la communauté des physiciens de particules**
- Comment ? – Nos outils de recherche
- Essentiel: le traitement des données
- Les premiers résultats



Le CERN – c'est 57 ans ...

- de recherche fondamentale et découvertes
- d'innovation technologique
- de formation et d'éducation
- de rapprochement des peuples



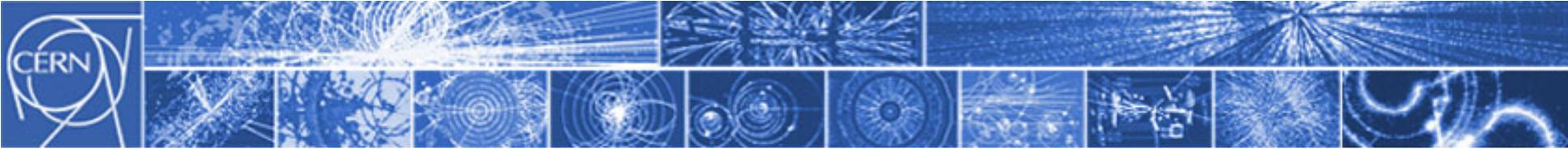
1954 Reconstruire l'Europe
Première réunion du
Conseil du CERN



1980 l'Est rencontre l'Ouest
Visite d'une délégation de Pékin



2008 Une collaboration globale
Le LHC implique plus de 100 nations



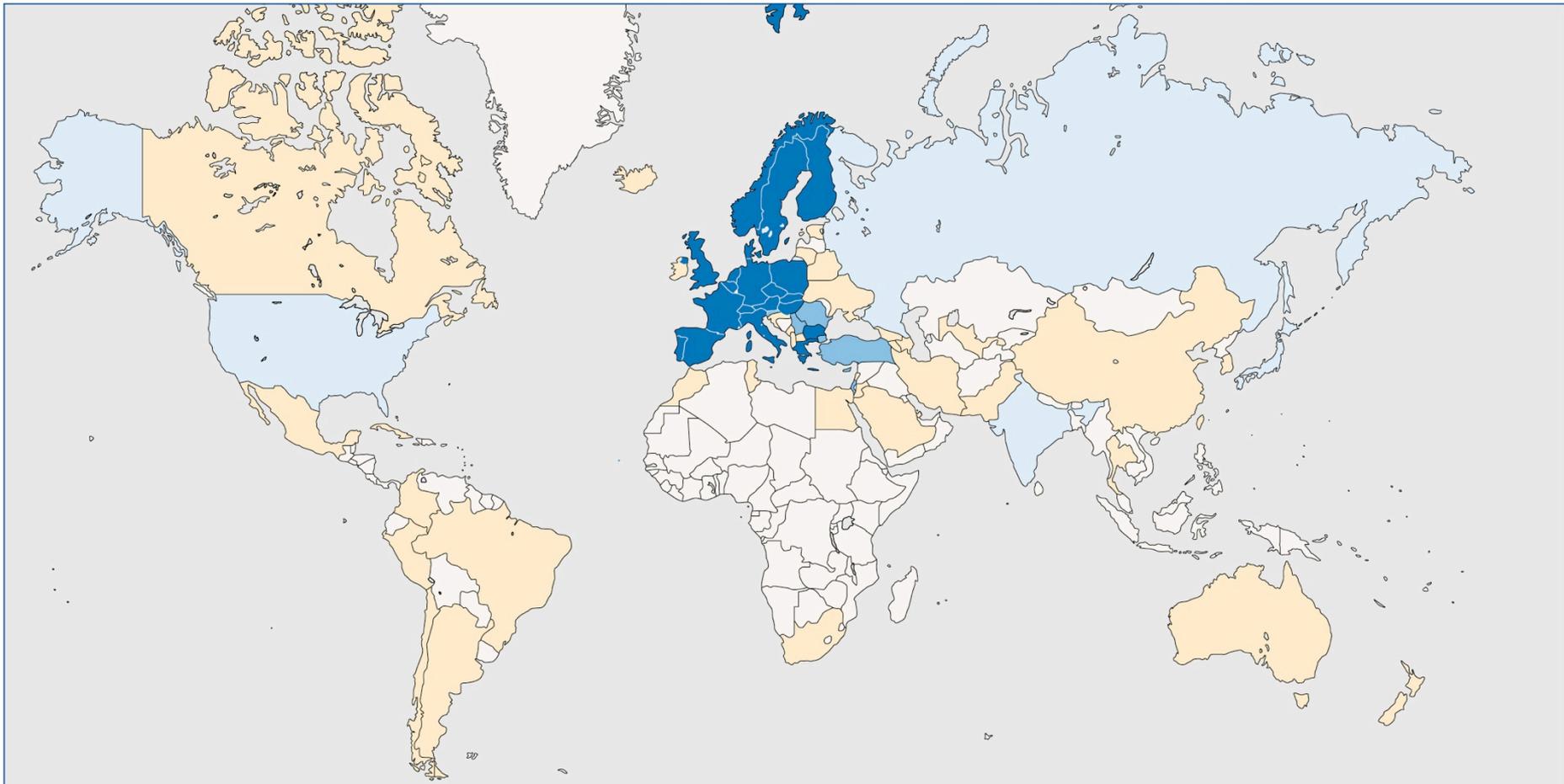
La Gouvernance du CERN

Derniers développements:

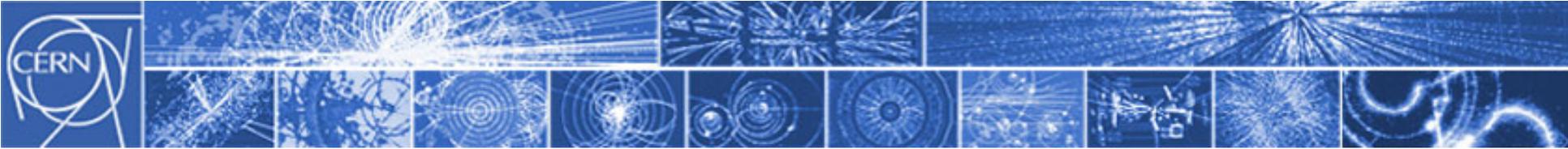
Le Conseil du CERN a décidé en juin 2010 d'étendre la possibilité de devenir membre au delà des limites de l'Europe

Juin 2011:
Acceptation des candidatures de 5 pays

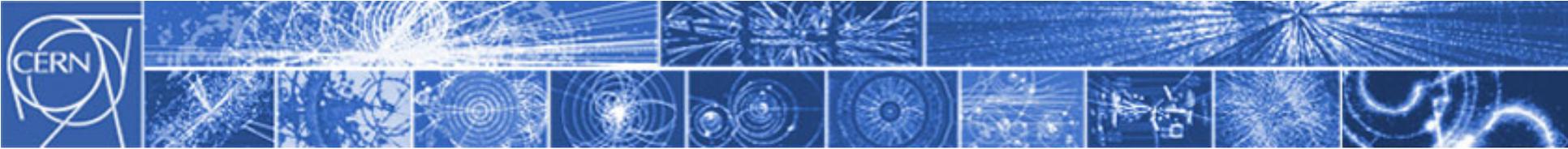
Distribution of all CERN Users by Nation of Institute on 6 January 2011



Member states			6361	Prospective Members	Observer states 2935	Other states	828
Austria	79	Hungary	55	Switzerland	351	Candidate for Accession	Romania
Belgium	130	Italy	1428	United Kingdom	701	Membership applicants	Cyprus, Israel, Serbia, Slovenia, Turkey
Bulgaria	47	Netherlands	171			India	91
Czech Republic	187	Norway	82			Albania	2
Denmark	73	Poland	193			China	84
Finland	84	Portugal	134			Iceland	3
France	854	Slovak Republic	61			Morocco	5
Germany	1221	Spain	329			South Africa	11
Greece	109	Sweden	72			Thailand	1
						The F.Y.R.O.M	2
						Tunisia	1
						Ukraine	18
						Uzbekistan	1
						Iran	17
						New Zealand	8
						Pakistan	16
						Peru	2
						Tunisia	1
						Ukraine	18
						Uzbekistan	1
						China (Taipei)	50
						Ireland	14
						Korea (Rep of)	74
						Lebanon	1
						Qatar	1
						Romania	62
						Saudi Arabia	2
						Serbia	22
						Slovenia	29
						Armenia	11
						Colombia	12
						Croatia	16
						Cuba	4
						Lithuania	12
						Malta	1
						Mexico	32
						Montenegro	1
						Azerbaijan	1
						Belarus	20
						Brazil	79
						Canada	150
						Chile	3
						Georgia	8
						Russian Federation	829
						Turkey	67
						USA	1684



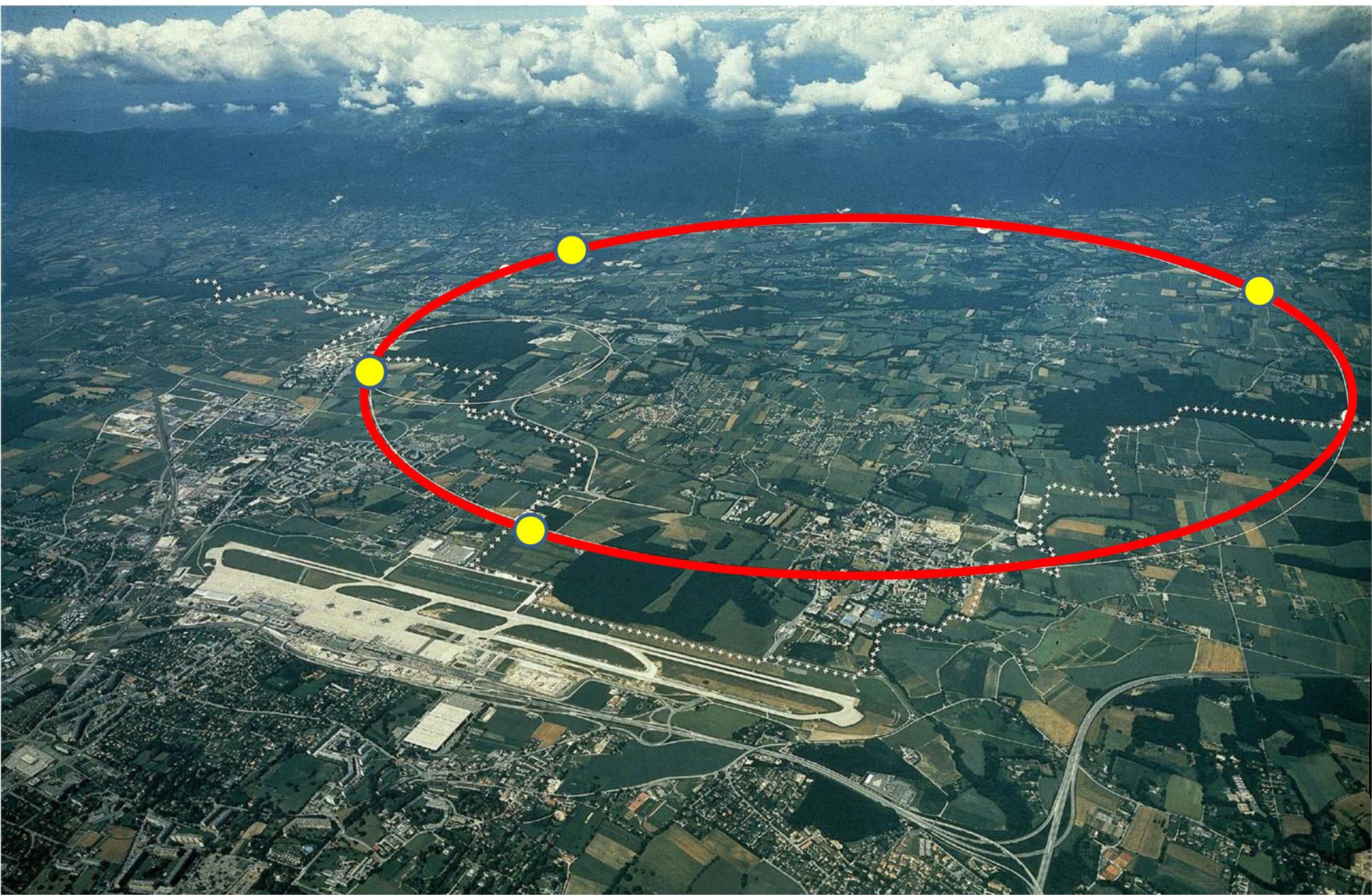
- Le LHC en 10 minutes (vidéo)
- Pourquoi ? – La motivation scientifique
- Qui ? – Le CERN et la communauté des physiciens de particules
- **Comment ? – Nos outils de recherche**
- Essentiel: le traitement des données
- Les premiers résultats



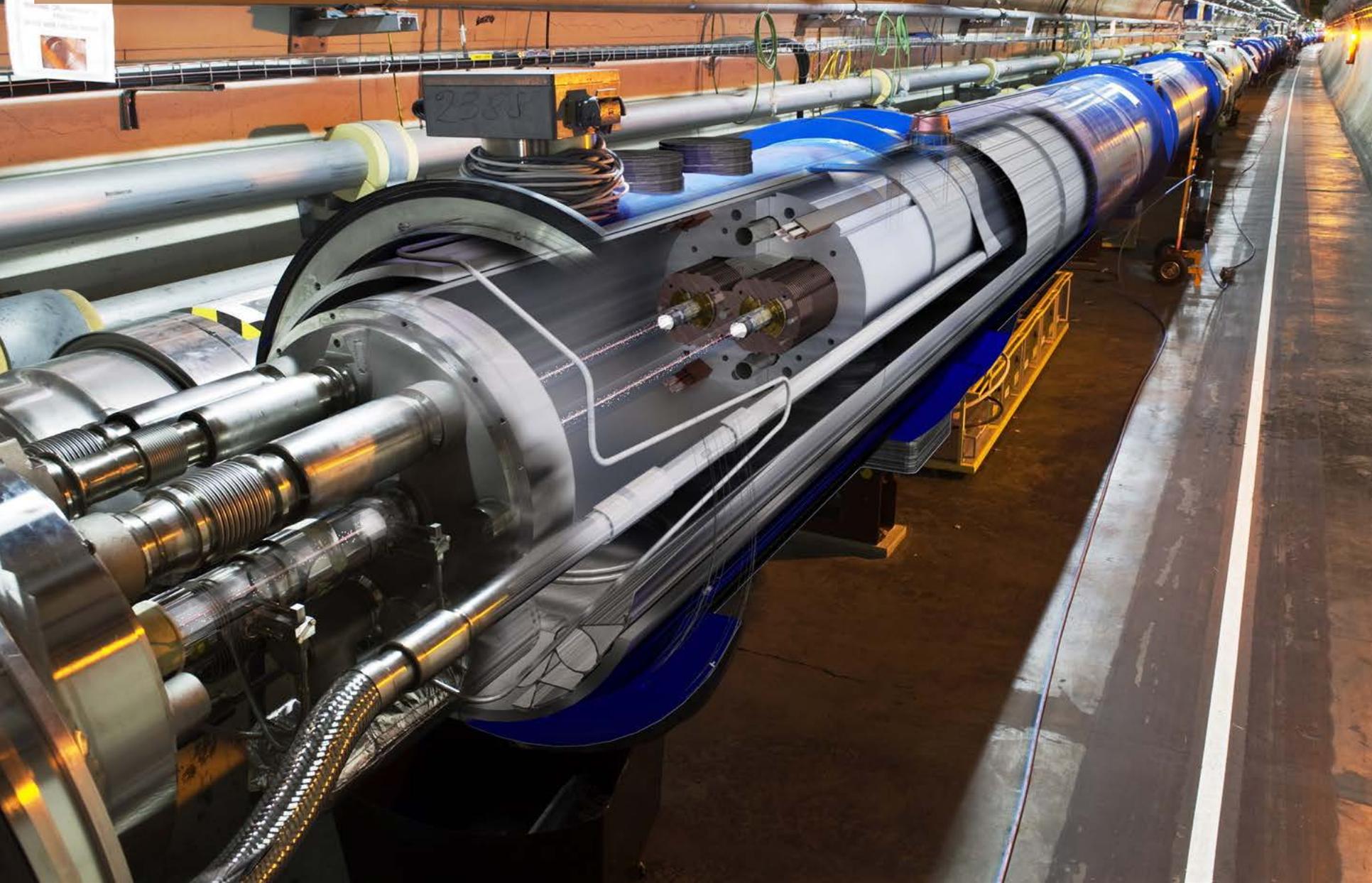
Les outils:

- Un **accélérateur** ultra puissant: le LHC
 - Un tunnel de 27 km, un vide extrême
 - Des milliers d'aimants supraconducteurs
 - Une énergie et une luminosité jamais atteintes
- Des **détecteurs** énormes et sophistiqués
 - Quatre expériences de la taille d'une cathédrale
 - Des centaines de millions de canaux de mesure
 - Une acquisition de données traitant des pétaoctets par seconde
- Des systèmes **informatiques** en rapport
 - ~130 centres de calcul configurés en « grille »
 - Une puissance de calcul et une capacité de stockage capable de traiter 15 pétaoctets par années, analysées par des milliers de physiciens

Le LHC entre l'aéroport et le Jura



Dans le tunnel du LHC



28-Jun-2011 14:02:50

Fill #: 1901

Energy: 3500 GeV

I(B1): 1.32e+14

I(B2): 1.29e+14

	ATLAS	ALICE	CMS	LHCb
Experiment Status	PHYSICS	PHYSICS	PHYSICS	PHYSICS
Instantaneous Lumi (ub.s) ⁻¹	761.330	1.923	735.574	301.523
BRAN Luminosity (ub.s) ⁻¹	765.587	2.383	0.000	199.045
Fill Luminosity (nb) ⁻¹	40975.4	99.8	40007.0	12419.5
BKGD 1	0.057	0.686	4.533	0.798
BKGD 2	12.607	2.760	0.002	0.132
BKGD 3	8.057	2.699	5.366	1.144

LHCb VELO Position

IN

Gap: -0.0 mm

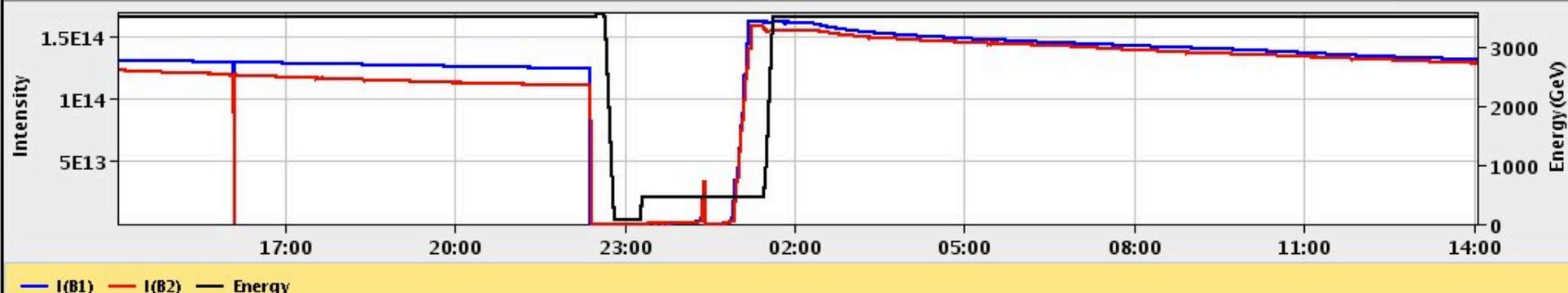
STABLE BEAMS

TOTEM:

STANDBY

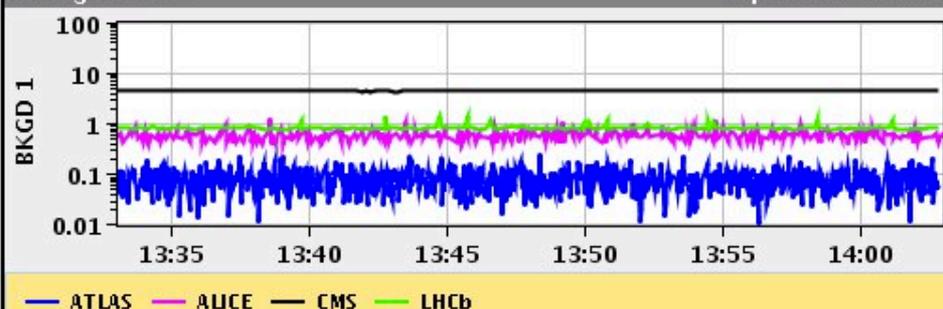
Performance over the last 24 Hrs

Updated: 14:02:45



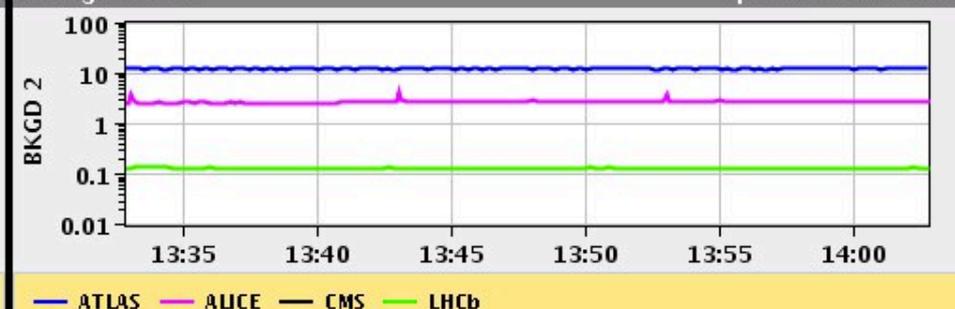
Background 1

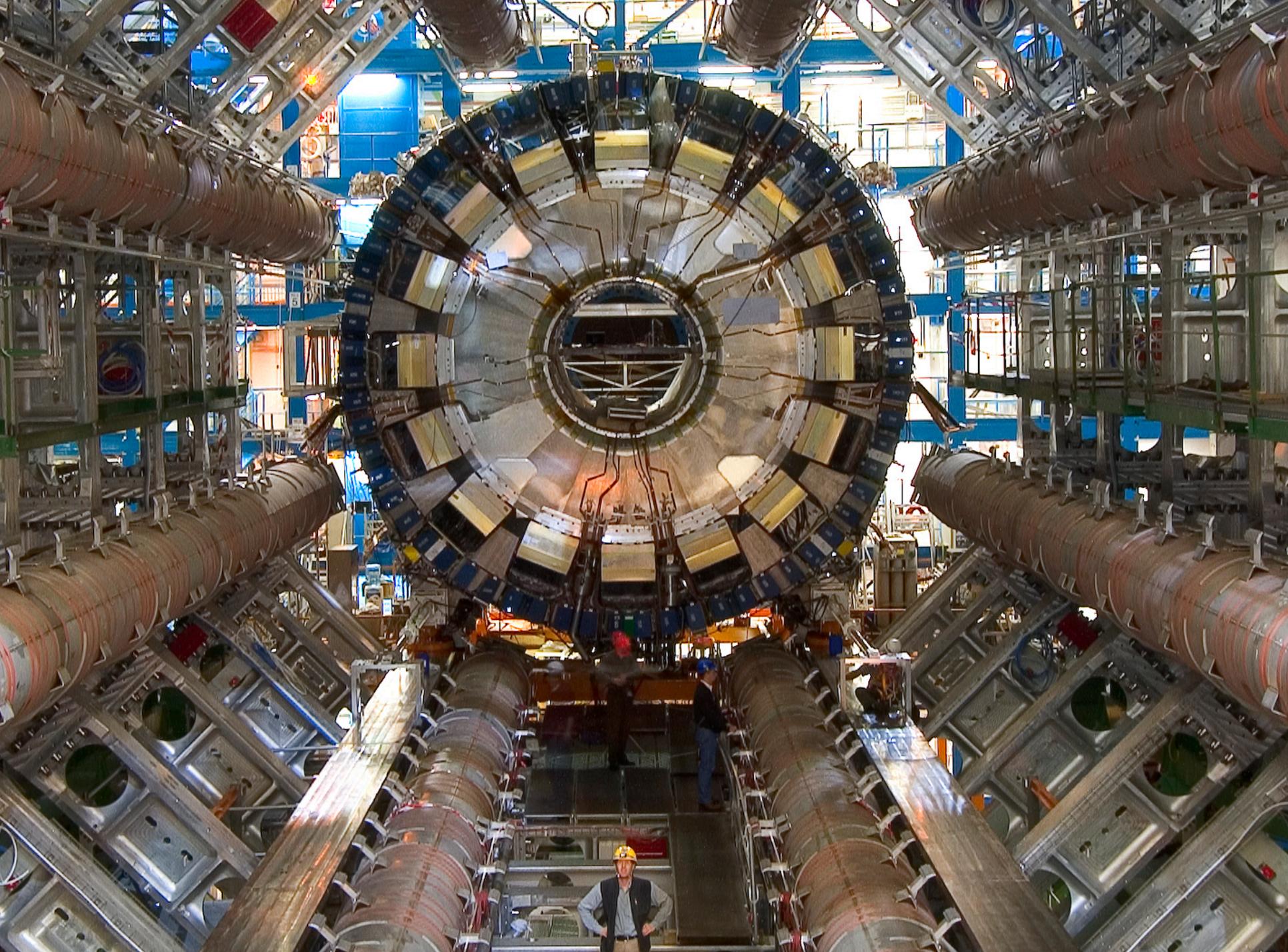
Updated: 14:02:56

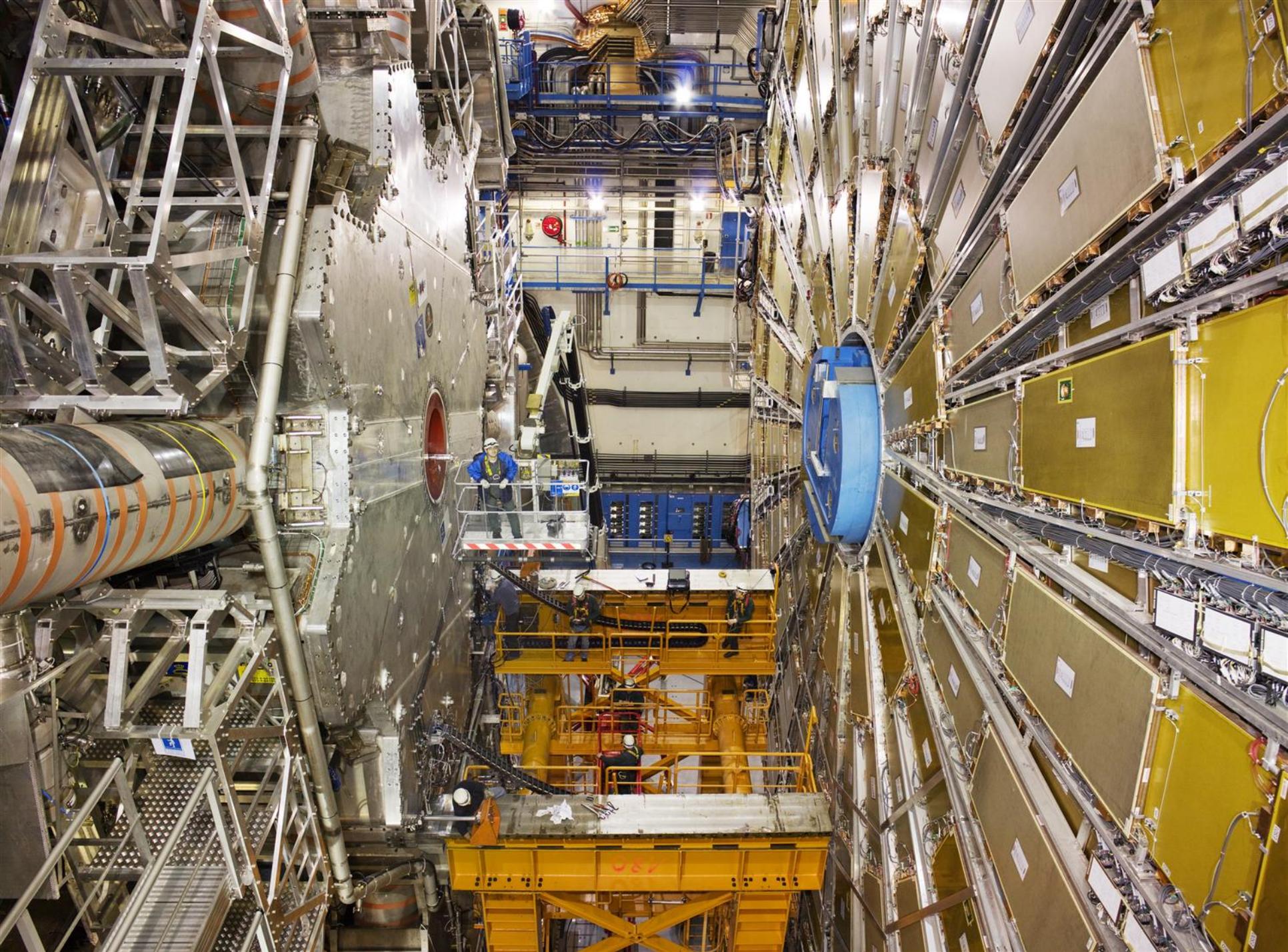


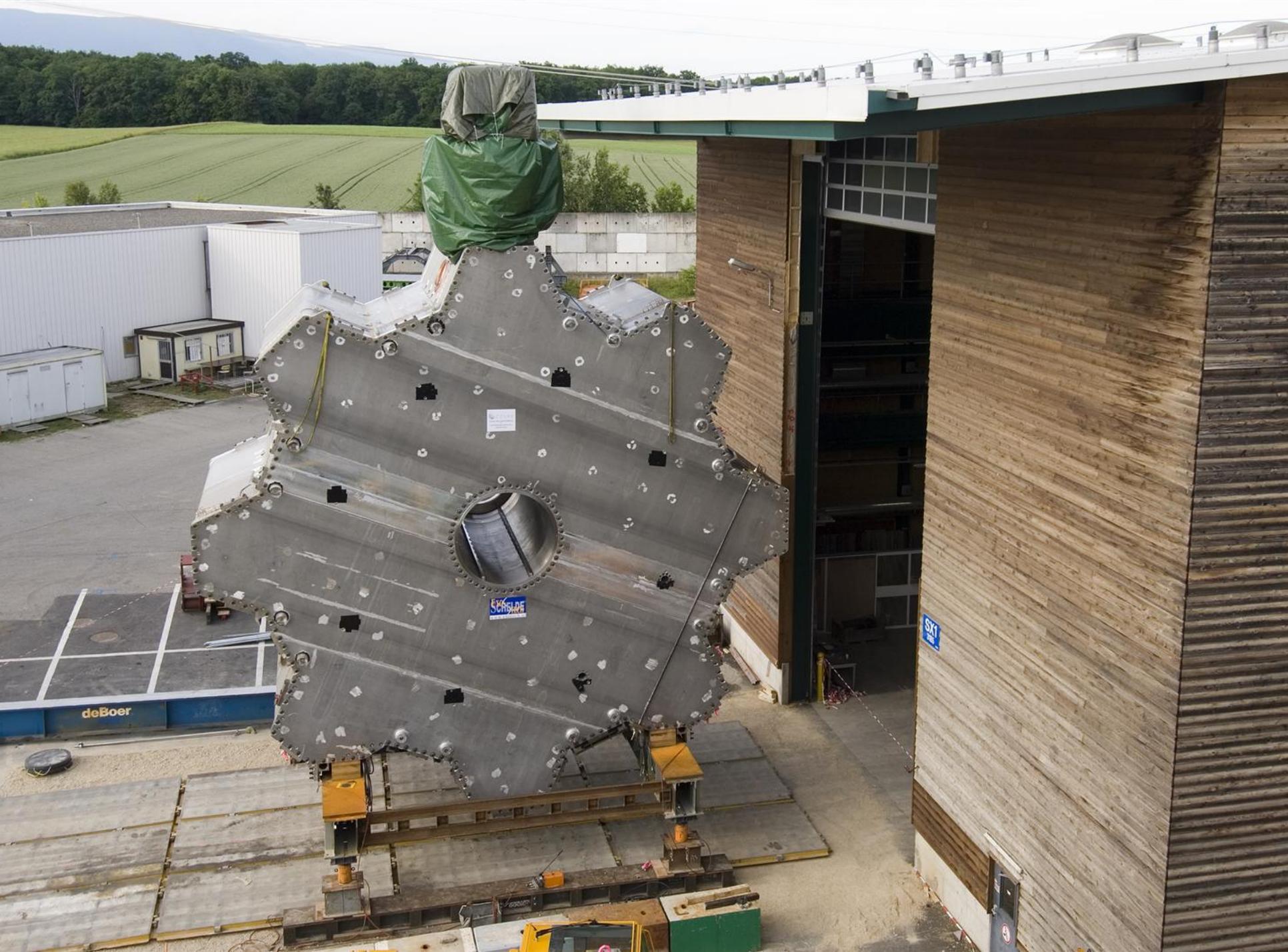
Background 2

Updated: 14:02:46









Green tarp covering a component on top of the structure.

SKRISLOPE

SK1

deBoer

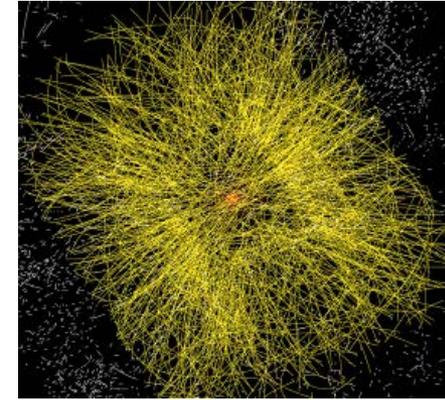
- Le LHC en 10 minutes (vidéo)
- Pourquoi ? – La motivation scientifique
- Qui ? – Le CERN et la communauté des physiciens de particules
- Comment ? – Nos outils de recherche
- **Essentiel: le traitement des données**
- Les premiers résultats

Le défi



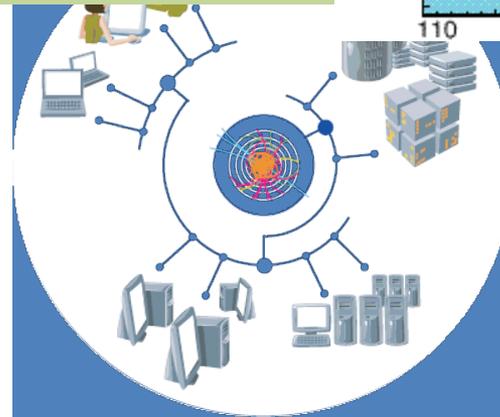
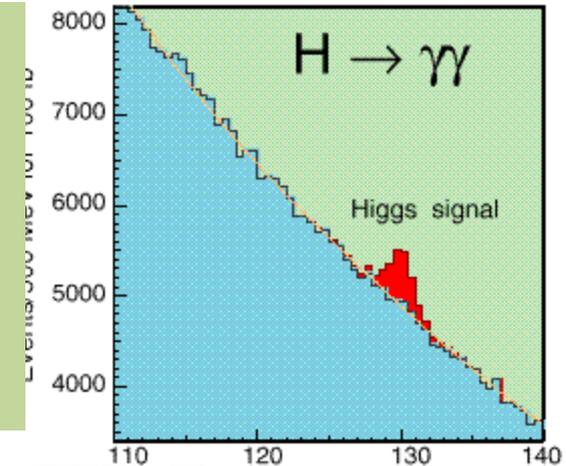
Le défi

- Signal/bruit de fond: 10^{-13}
- Volume de données
 - Après filtres en ligne (1 sur 10^6)
 - ➔ **15 pétaoctets de données par année**

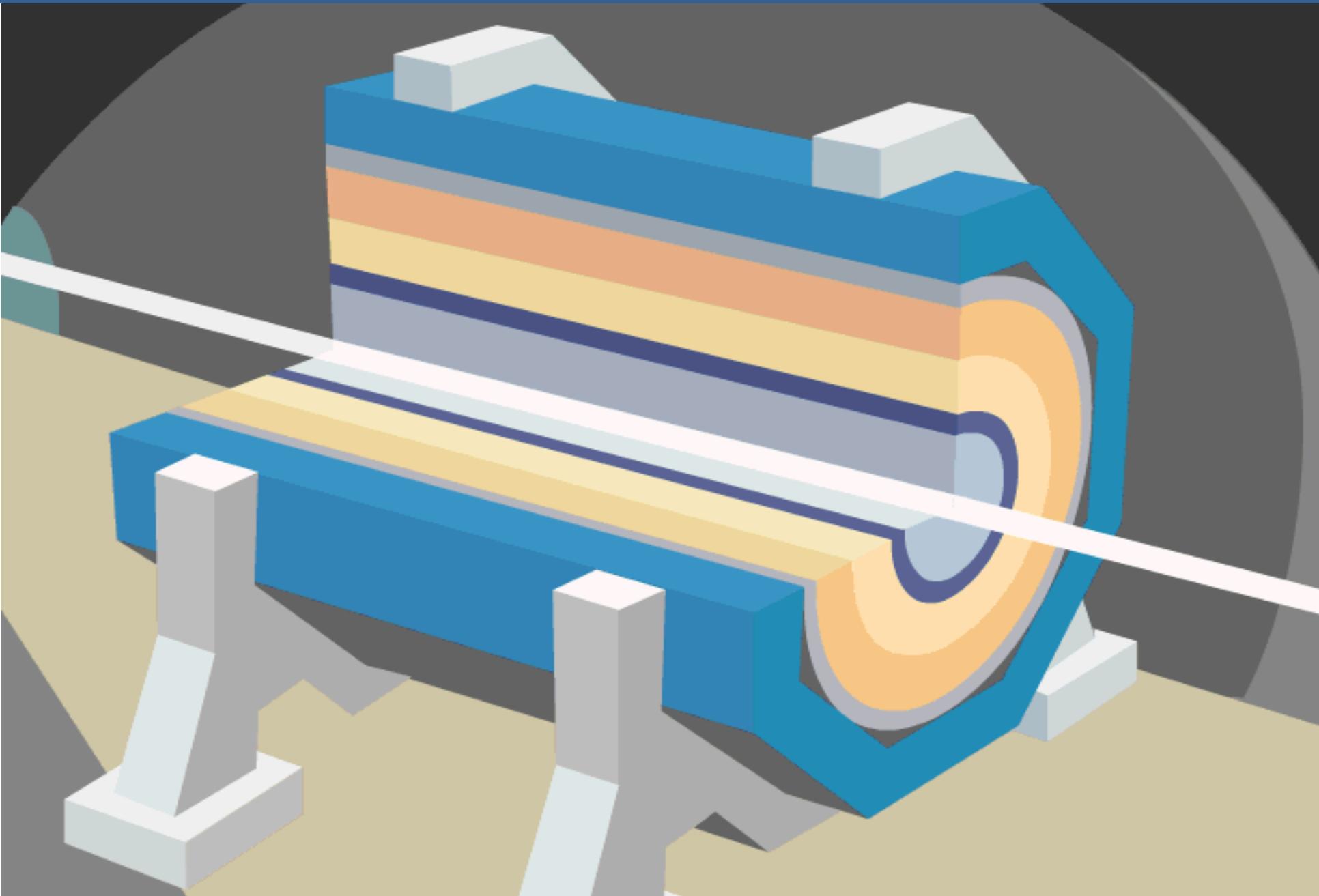


- **>200k**
➔ **100k of (today's) fastest CPUs**
➔ **45 PB of disk storage**
- **>150 PB**

- Contributions locales dans les pays participants, choix indépendant des technologies
- Mais: efficacité ...
➔ **Technologie de la « Grille »**



Collisions de particules dans le LHC



Filtrage immédiat des événements

~ 300.000 MB/s
from all sub-detectors

~ 300MB/s
Raw Data

Trigger and data acquisition



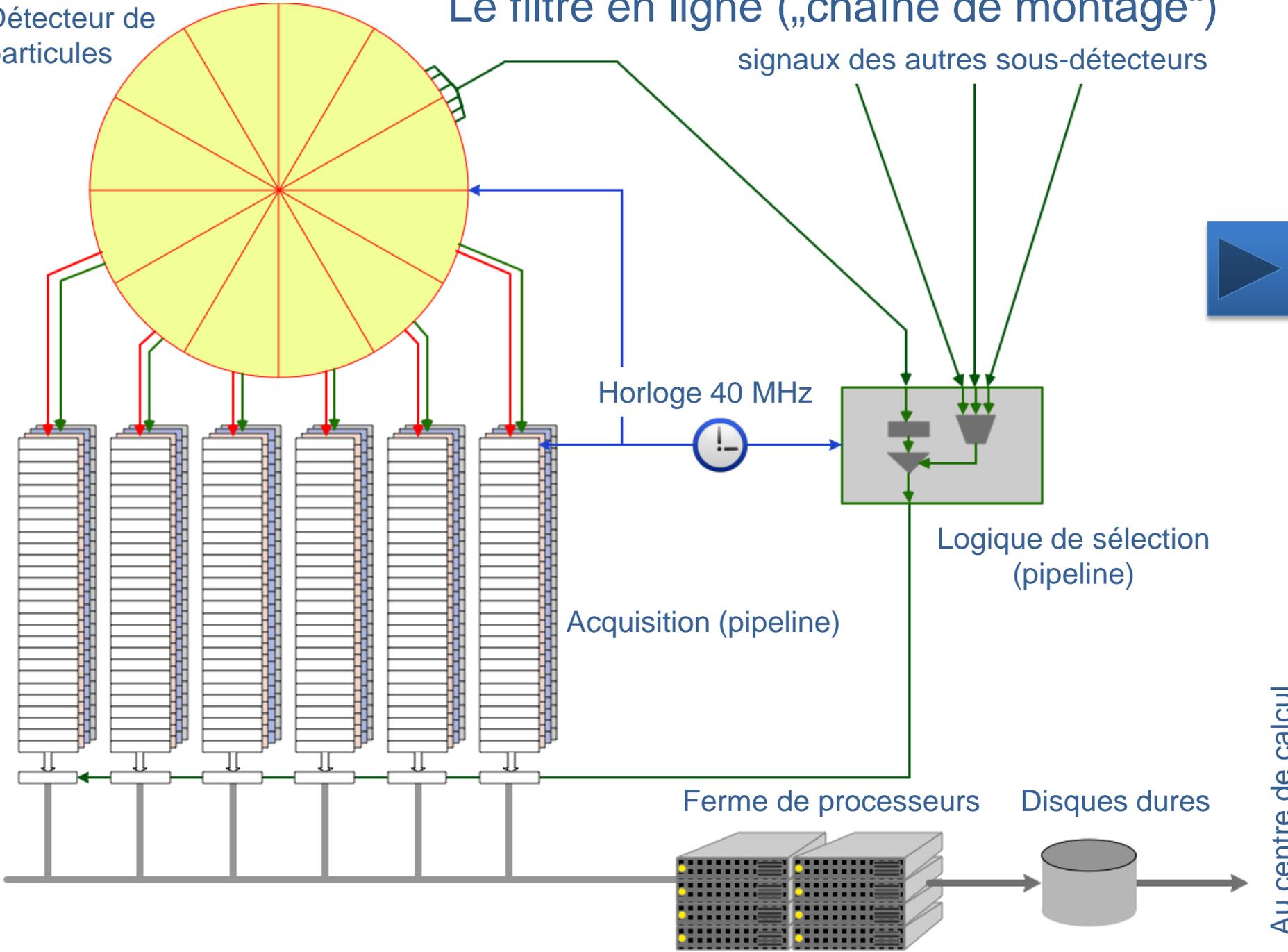
Event filter computer farm



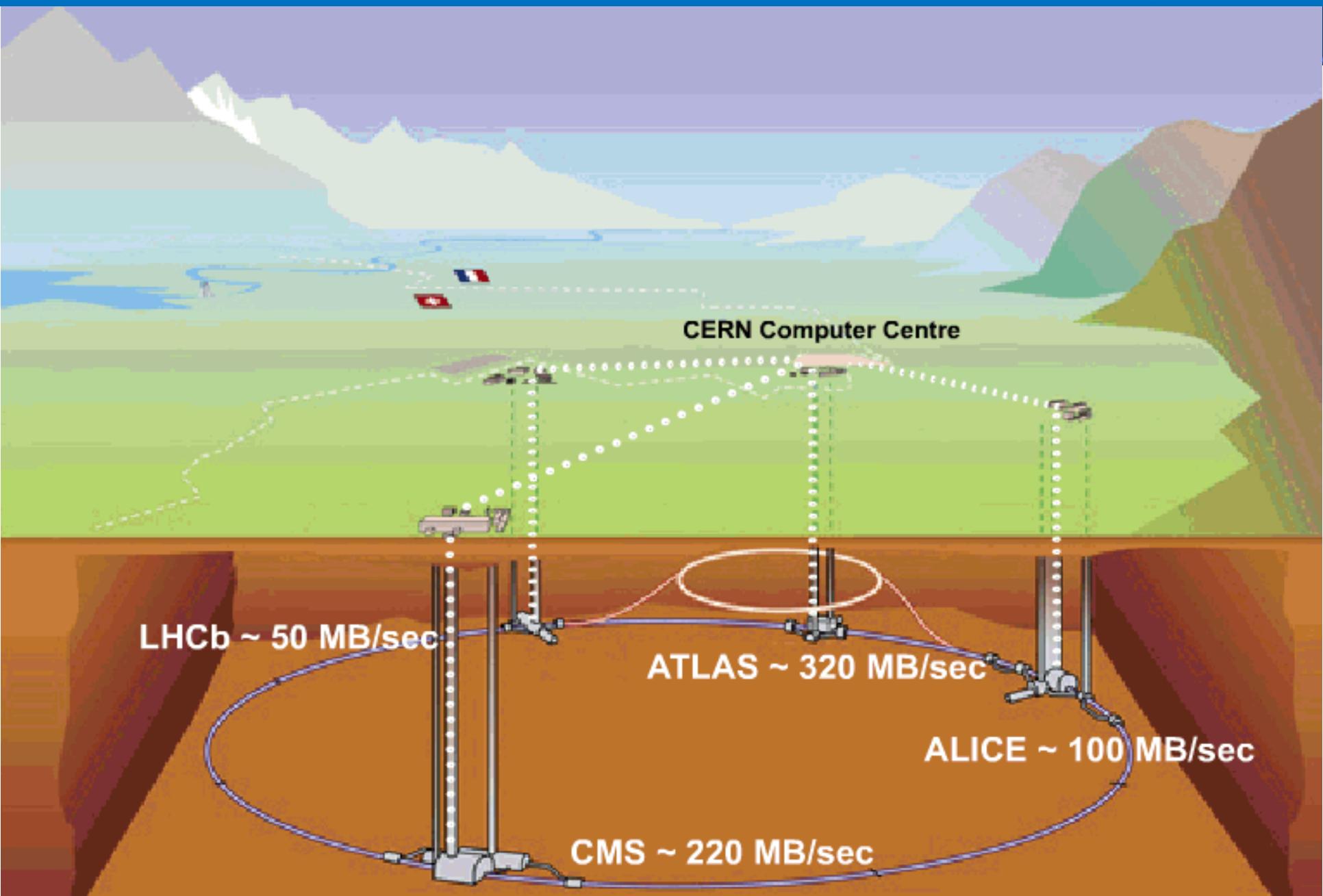
Détecteur de particules

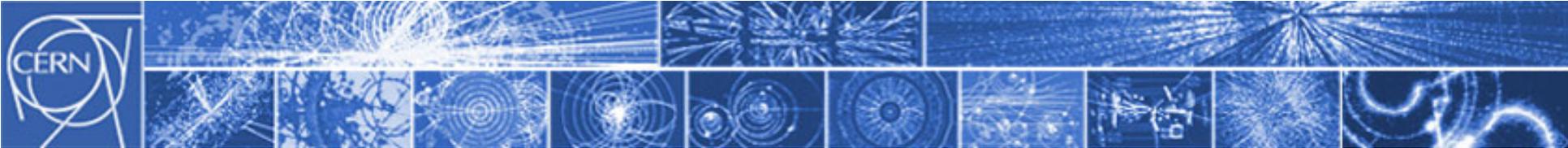
Le filtre en ligne („chaîne de montage“)

signaux des autres sous-détecteurs

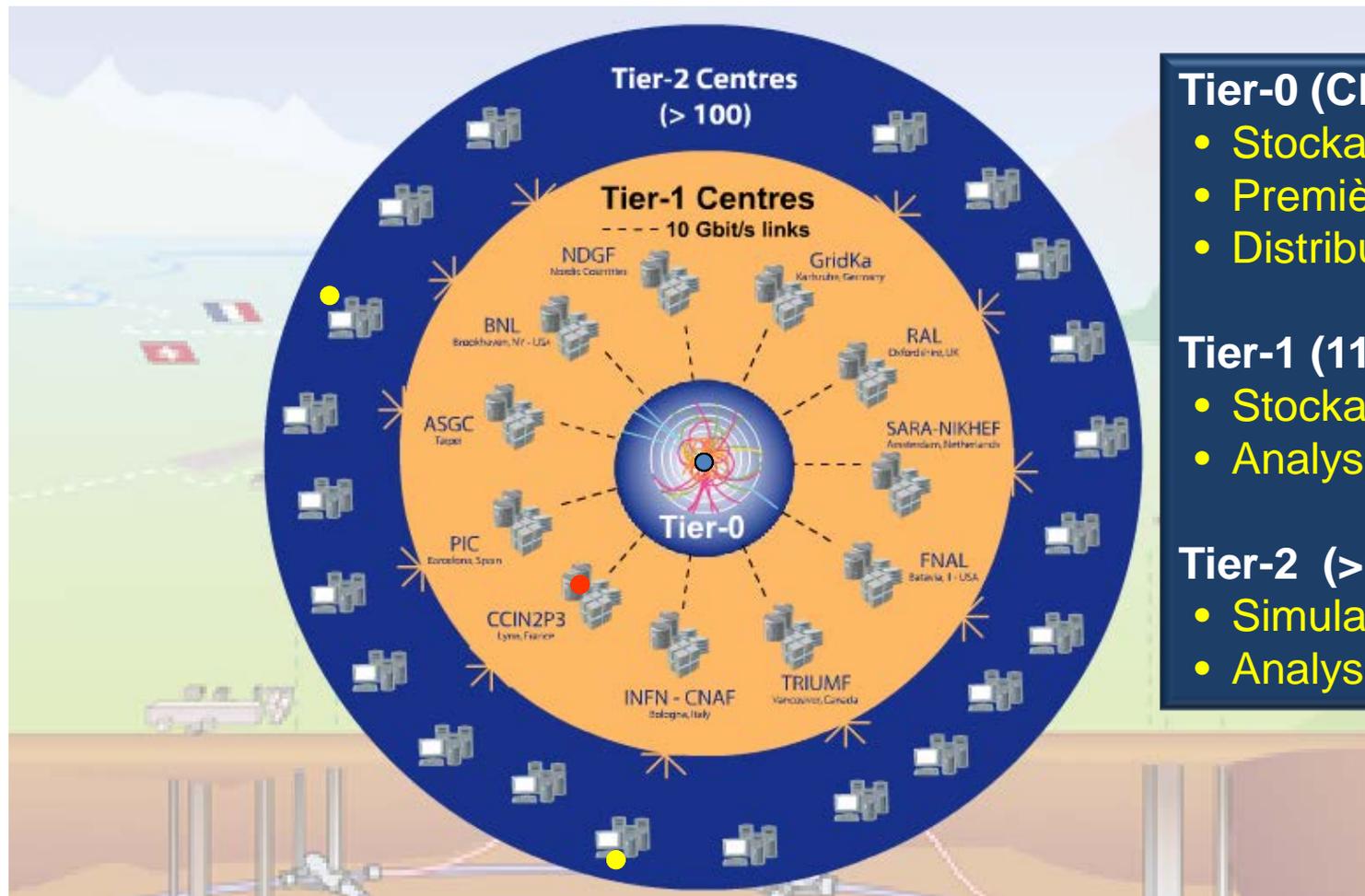


Transfert des données au centre de calcul et stockage





Tier 0 – Tier 1 – Tier 2



Tier-0 (CERN):

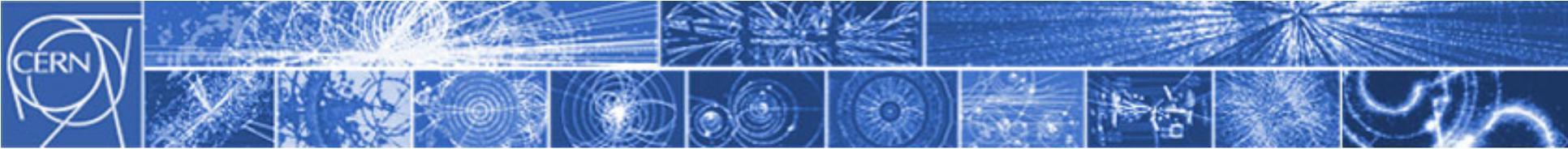
- Stockage des données
- Première reconstruction
- Distribution

Tier-1 (11 centres):

- Stockage redondante
- Analyse

Tier-2 (>120 centres):

- Simulation
- Analyse



Capacité du centre de calcul du CERN (Tier 0)

- Serveurs de calcul:
 - ~8000 systèmes
 - 51'000 CPUs (cœurs)
- Stockage sur disques:
 - 45 pétaoctets
 - 54'000 unités
- Stockage su bandes:
 - Capacité: 34 pétaoctets
 - Utilisé: 24 pétaoctets



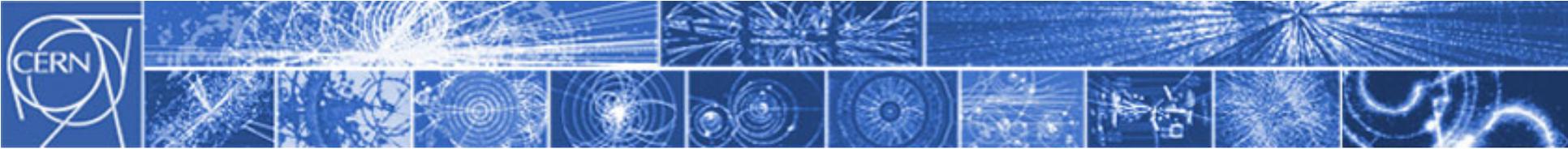
- Représente ~15% de la capacité totale



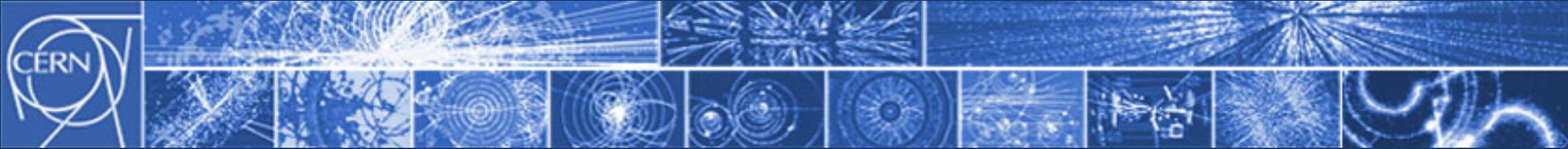








- Le LHC en 10 minutes (vidéo)
- Pourquoi ? – La motivation scientifique
- Qui ? – Le CERN et la communauté des physiciens de particules
- Comment ? – Nos outils de recherche
- Essentiel: le traitement des données
- **Les premiers résultats**

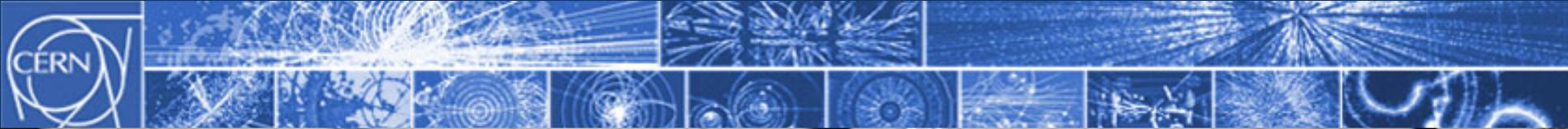


Exemple expérience ATLAS:

(~2900 physiciens, 174 universités, 34 pays)

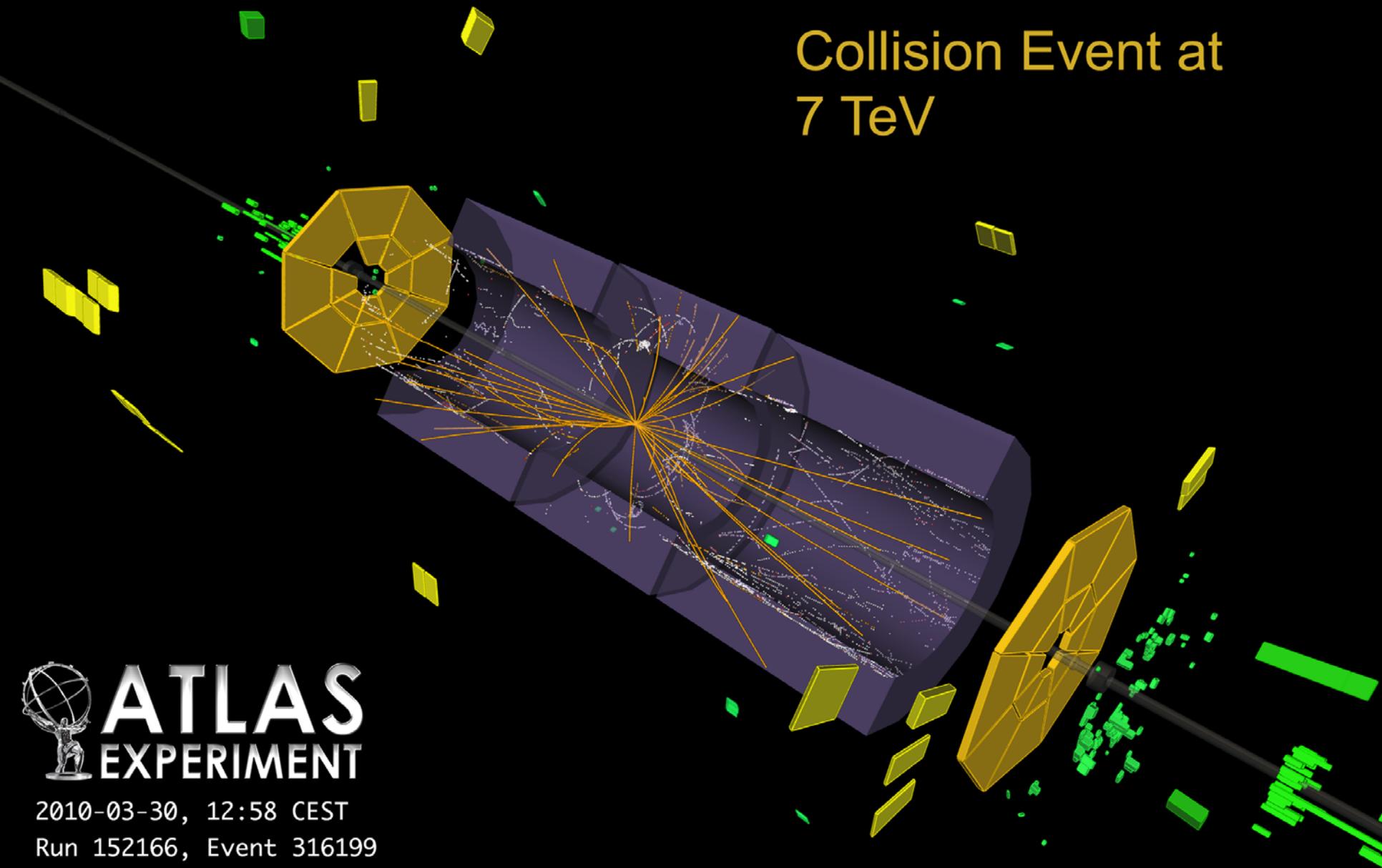
Après plus de 20 ans de planification,
développement et réalisation ... ,

... le grand
moment



30 March 2010, first high energy collisions

Collision Event at 7 TeV



2010-03-30, 12:58 CEST
Run 152166, Event 316199

<http://atlas.web.cern.ch/Atlas/public/EVTDISPLAY/events.html>

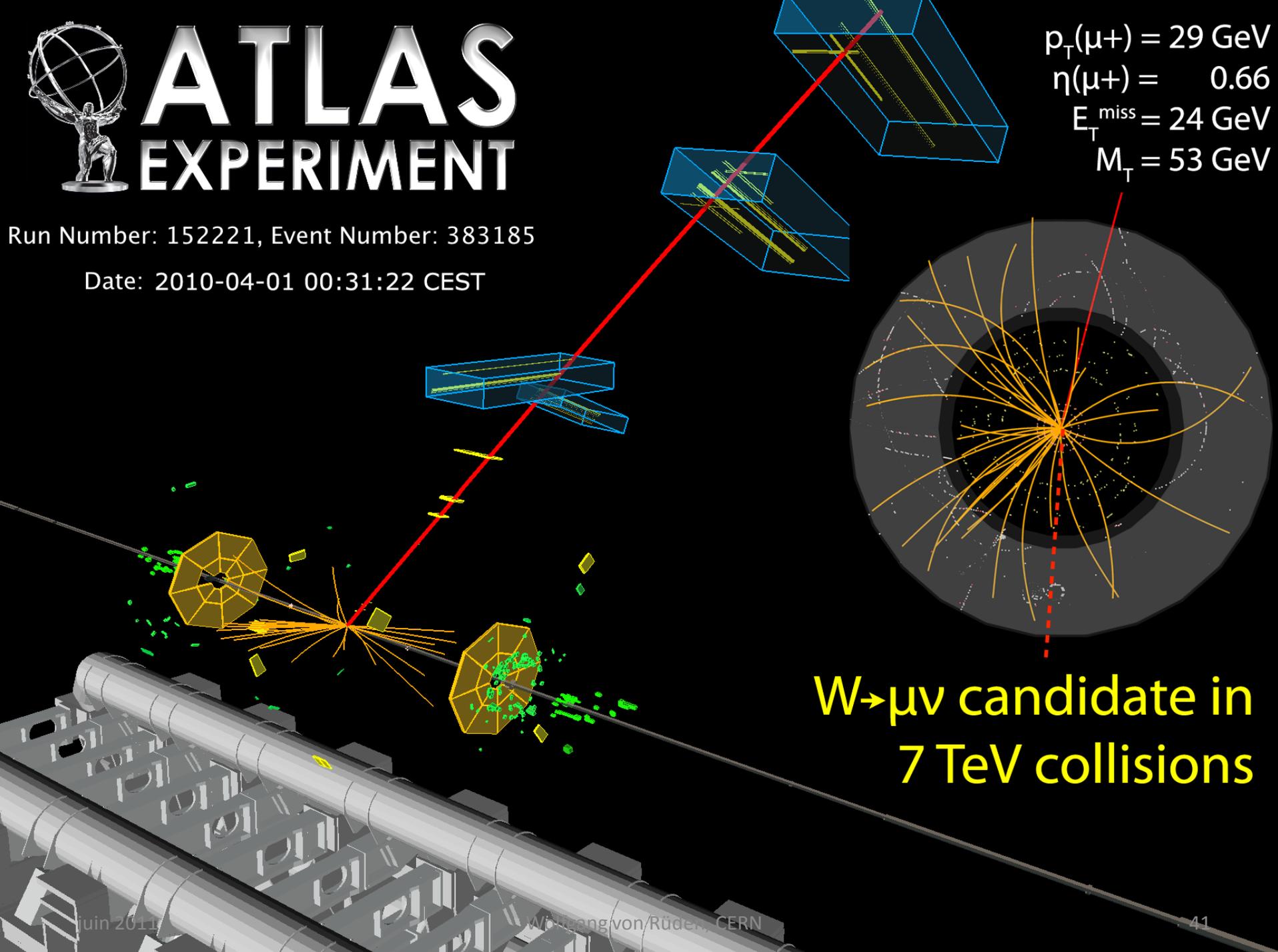


ATLAS EXPERIMENT

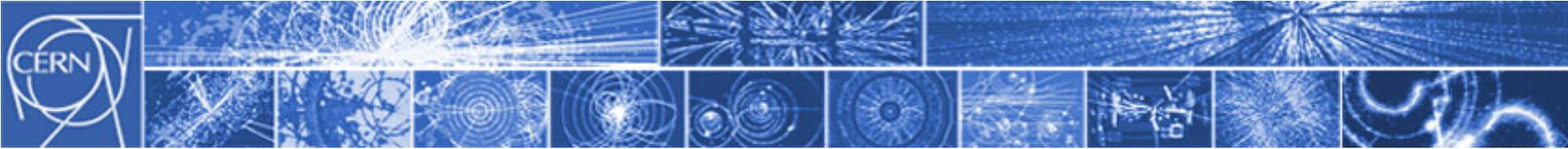
Run Number: 152221, Event Number: 383185

Date: 2010-04-01 00:31:22 CEST

$p_T(\mu^+) = 29 \text{ GeV}$
 $\eta(\mu^+) = 0.66$
 $E_T^{\text{miss}} = 24 \text{ GeV}$
 $M_T = 53 \text{ GeV}$



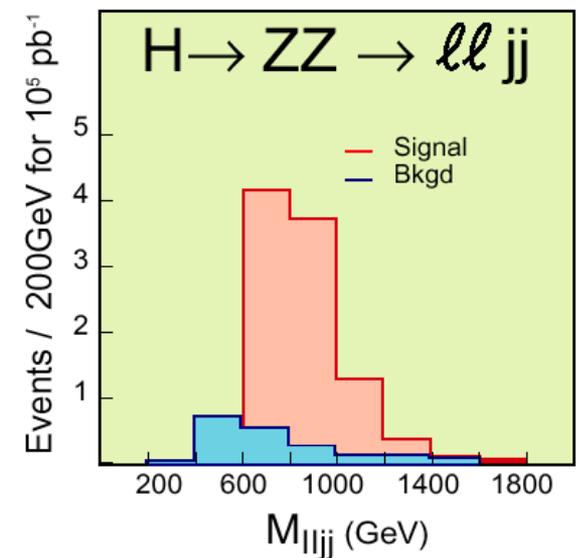
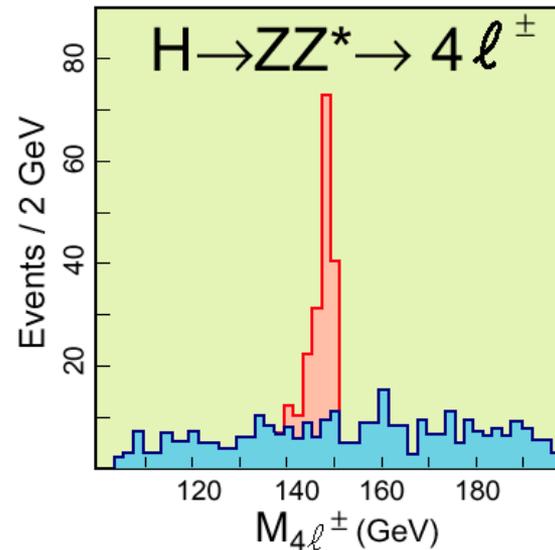
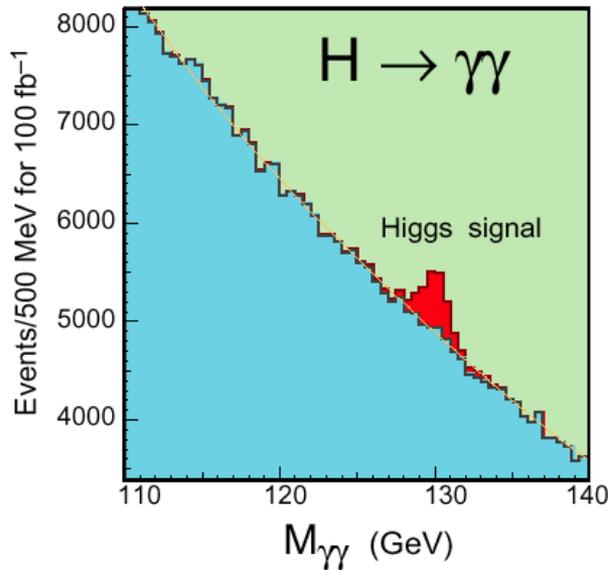
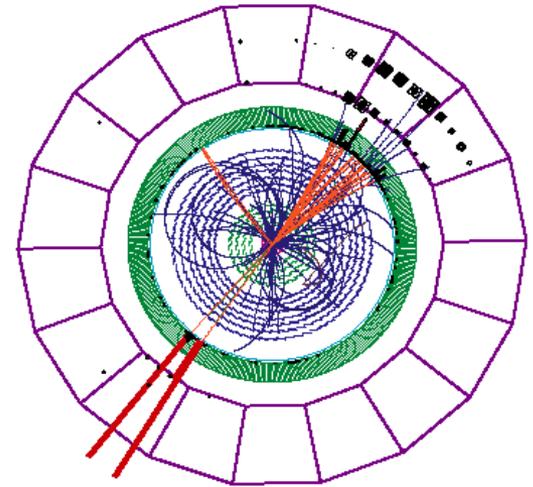
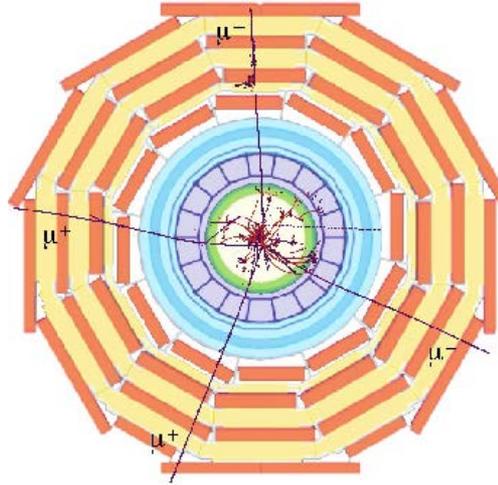
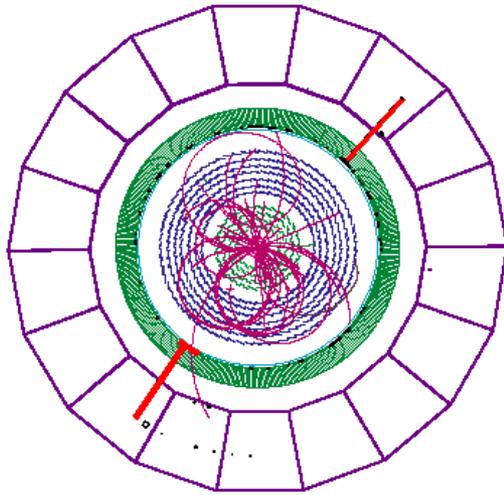
**$W \rightarrow \mu\nu$ candidate in
7 TeV collisions**



Depuis Mars 2010 ...

- Les 4 expériences ont pu prendre une quantité impressionnante de données (~20 pétaoctets en 2010).
- Les détecteurs ont été calibrés et le modèle standard de la physique des particules a été confirmé.
- En 2011, nous avons dépassé déjà la quantité de données envisagée.
- Des découvertes sont attendues d'ici 6 à 12 mois

The (SM) Higgs in the detector



6/28/2011 2:51:13 pm

Running jobs: 103577.0
Transfer rate: 8.35 GiB/sec

Merci!

North Atlantic Ocean



© 2011 Europa Technologies
US Dept of State Geographer
© 2011 Tele Atlas
© 2011 Google

dashboard

©2010 Google

51°08'01.54" N - 1°54'14.67" W elev -61 m

Eye alt 8048.79 km