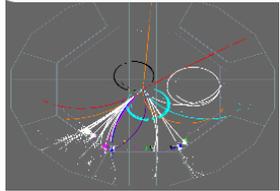


De l'image à l'imagerie 1952 – 202?

et au-delà



Ou la physique avec les yeux

Henri Videau

Laboratoire Leprince-Ringuet

henri.videau@llr.in2p3.fr

Des chambres à bulles et de leur abandon

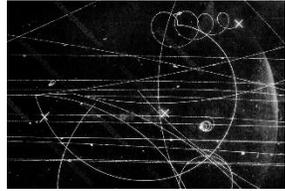
- Quels sont les objectifs de physique et les développements techniques qui ont poussé à l'abandon des chambres à bulles au profit du tout électronique à partir des années 1970 ?

De l'évolution de la calorimétrie vers la haute granularité

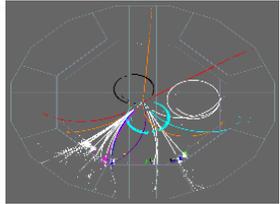
- Le LLR a joué un rôle particulier en calorimétrie, quelles ont été les grandes évolutions de ce type de détecteurs depuis 50 ans ?

De la reconstruction des flots de particules, du temps

- Comment la calorimétrie haute granularité est-elle aujourd'hui mieux adaptée à la reconstruction du flux de particules ?



De l'abandon des chambres à bulles



Photos de

Chambres à bulles, une illustration pour élèves de la physique des particules?
un outil de communication?

Bien plus: La source du modèle standard (52-74): Modèle des quarks (Gell-Mann)
électrofaible (courants neutres 73, Z^0)

~ avant l'IN2P3..

- Un rien d'histoire

D. Glaser 52, B. Gregory, A. Lagarrigue avec Gargamelle, qui meurt d'une fissure

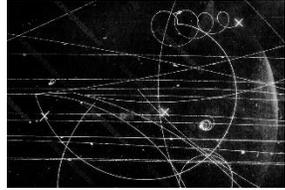
- Gloire mais

Les handicaps de la chambre à bulles - exploitation artisanale, enregistrement automatique
La « Time Projection Chamber» 3d comme ersatz toujours utilisée.

- et l'intrusion des collisionneurs: le quark charmé (74), le lepton tau(75)

ACO, SPEAR, puis LEP, LHC,..

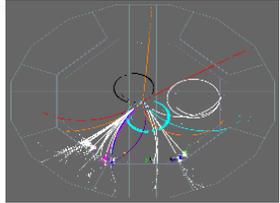
avec des détecteurs électroniques déclenchables à enregistrement numérique (P. Fleury)



De la calorimétrie et son évolution vers la haute granularité



Les chambres à traces voient essentiellement passer les particules chargées



Calorimétrie:

Un enjeu: Voir non seulement les chargés mais aussi les neutres,
les convertir en chargés, en gerbes sur des matériaux lourds, Pb, W.
Et récupérer toute leur énergie

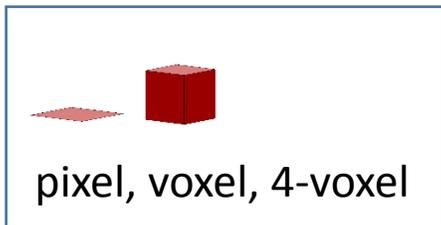
Déjà en liquides lourds

L'idée de compteurs « lourds », énergie mais direction donc grains
vers le « pictorial calorimeter » d'Aleph en 89 avec 220000 voxels
puis les centaines de millions (Obernai 1999), grâce au téléphone portable

Compteurs *rapides* dont l'enregistrement (lent) peut être *choisi*

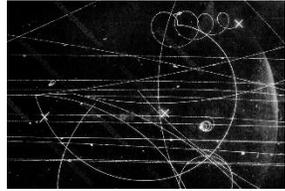
Mais si enregistrement rapide ($\sim 4d$) on fait un choix local
la sélection en vol des événements disparaît. Tout observer?

Extraire les informations pertinentes du fatras de données!

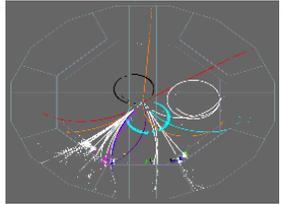




De la reconstruction des flots de particules, du temps



Niant aux calorimètres leur qualité de calorimètres: du compteur global, intégrateur vers l'enregistrement de l'histoire de l'événement



le « Particle Flow Analysis method » retourne à une conception analytique détaillée du trajet des particules, de leur histoire, qui combine au mieux les différentes méthodes de mesure.

Élaboré dans Aleph et H1 et très à la mode depuis

Rend une voxellisation à haute granularité incontournable ($\sim 1\text{cm}^3$)

la motivation de Calice, la motivation du HGCal de CMS

On retourne ainsi presque aux chambres à traces

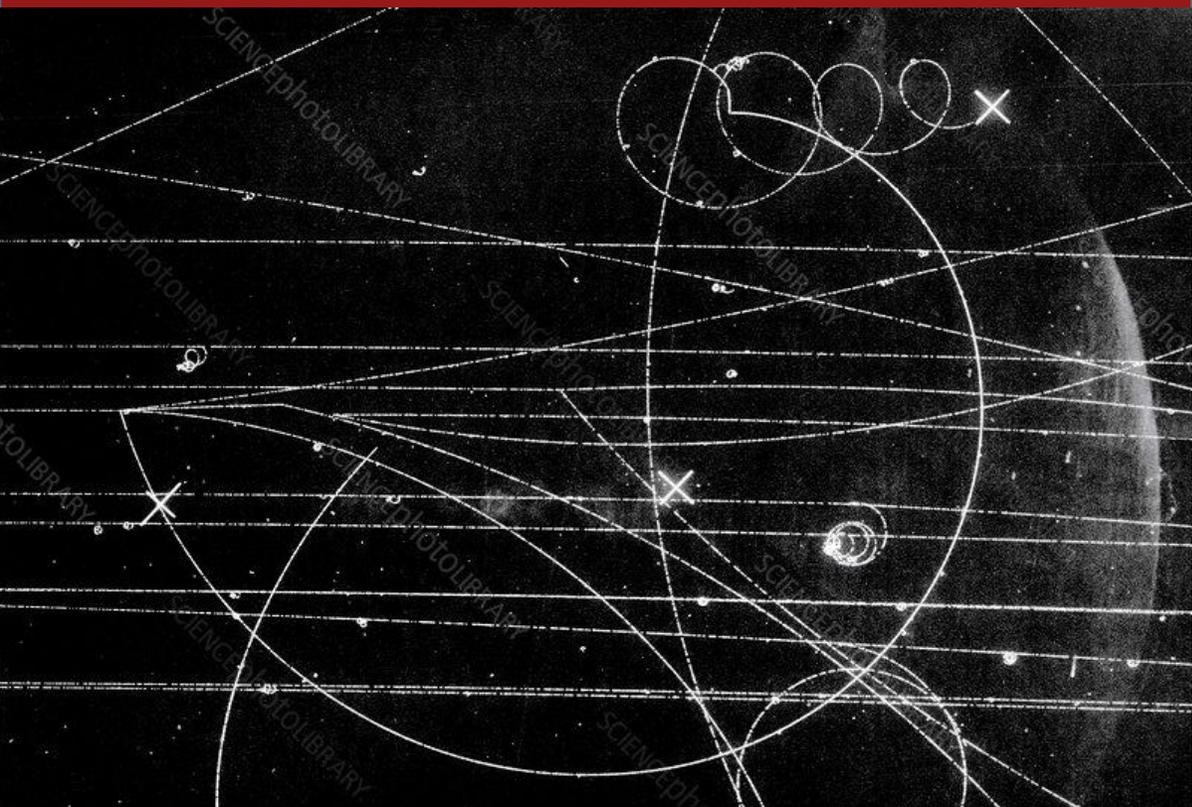
Et quid du temps, celui d'un voxel qui s'allume?

(presque oublié jusqu'aujourd'hui)

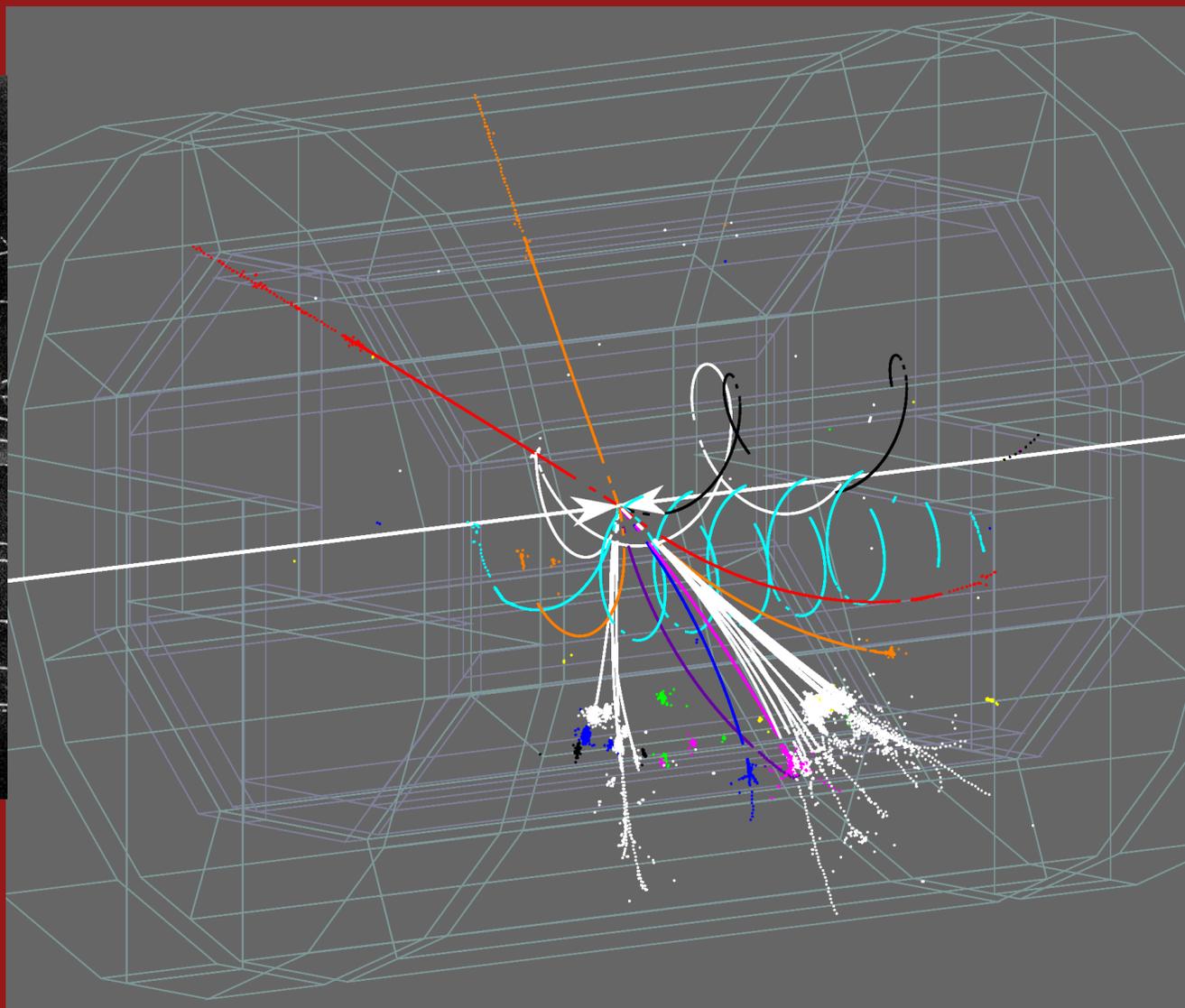
Une précision de 30ps, temps que met la lumière pour parcourir 1cm, un 4-voxel relativiste structure l'histoire des gerbes, des événements dans un espace-temps où chaque connexion doit être causale

Et cela n'existait pas dans les chambres à bulles

Le futur le présent!



Photographie d'une interaction K^-p dans la chambre de 2m du CERN.



Vue cavalière de $e^+ e^- \rightarrow H Z (\mu\mu)$ dans ILD (simulation)