

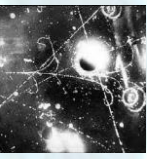
Gargamelle construction at Saclay



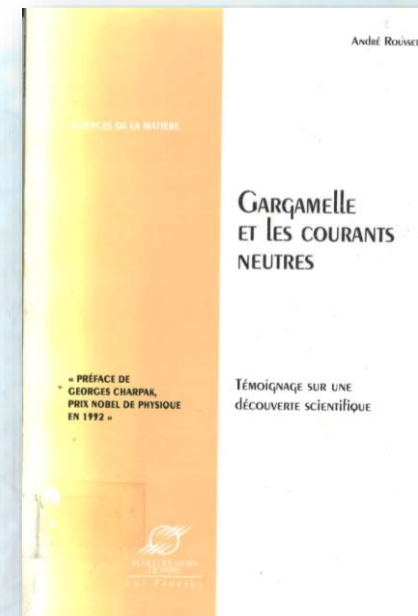
Technical challenges and human adventure

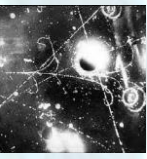
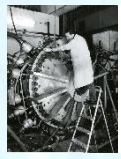
F. Ardellier

Gargamelle construction at Saclay



1. Setting up of the Gargamelle project
2. Gargamelle construction at Saclay
3. Installation of Gargamelle at CERN

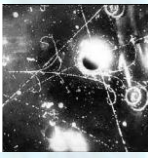




Setting up of the *Gargamelle* project

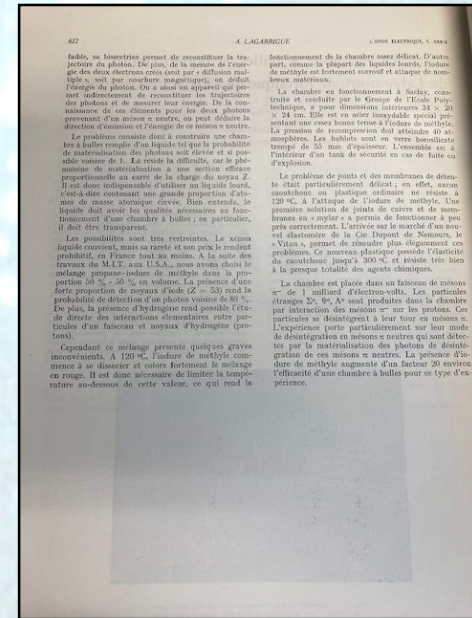
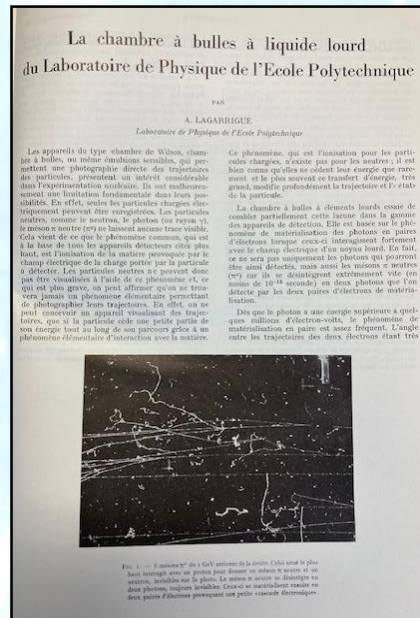
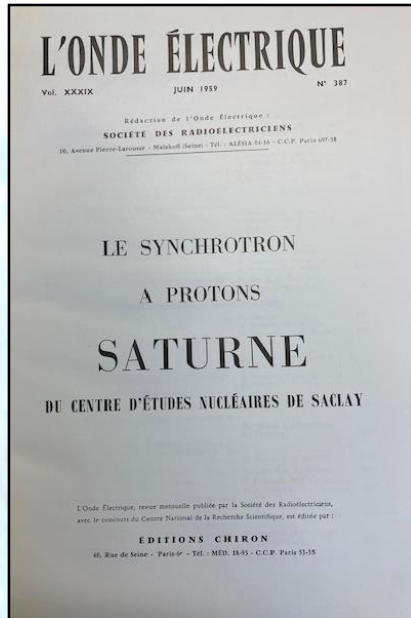


Pionner of large heavy liquid bubble chambers



The authors are indebted to **André Lagarrigue** for his guidance and advice right from the beginning, **in 1956**, on the development of heavy liquid bubble chambers and for many programmes of physics experiments.

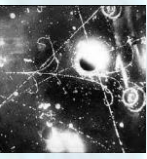
(P. Musset & J.P Vialle, *Neutrino Physics with Gargamelle -1976*)



1959 : measurement with a beam of Saturn's π^- mesons at Saturne with Propane – Methyl Iodure liquid (50/50)



Heavy liquid bubble chambers technical challenges



Tests of a heavy liquid chamber measuring 34x20x24 cm Saturn with Propane- Methyl Iodide (50/50)

1. Liquid must stay stable and transparent

At 120°C, Methyl Iodide is very aggressive and colors the mixture in red

2. Temperature control of the liquid is required

3. Joints and membranes have to withstand with the liquid aggressiveness and the temperature

4. Fish eyes in borosilicate to have a large field of view

5. Manage the safety aspects

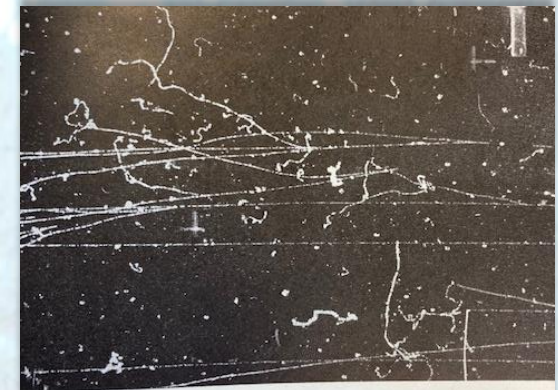
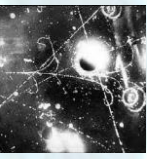
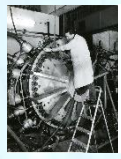


Fig. 1. — 6 mésons π^- de 1 GeV arrivent de la droite. Celui situé le plus haut interagit avec un proton pour donner un méson π neutre et un neutron, invisibles sur la photo. Le méson π neutre se désintègre en deux photons, toujours invisibles. Ceux-ci se matérialisent ensuite en deux paires d'électrons provoquant une petite « cascade électronique»

1963 : a turning point at Sienna conference



Birth of the "Gargamelle" concept in Sienna at the International Conference on Particle Physics in a Trattoria.

→ **Massive detector** will make it possible accumulate reaction statistics for particles like neutrino

→ **Long detection length** will be useful for identifying muons by secondary particles of neutrino reaction

→ **Large bubble chamber** will provide detailed information on neutrino reactions

André Lagarrigue designed a technical concept on a tablecloth

1963 : a turning point at Sienna conference

Birth of the "Gargamelle" concept in Sienna at the International Conference on Particle Physics in a Trattoria.

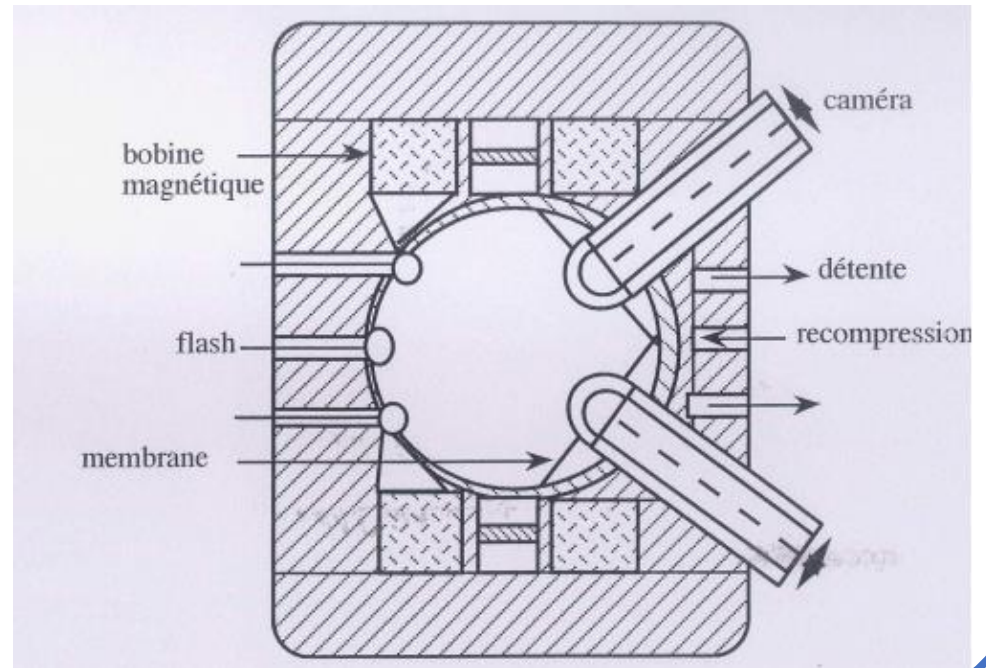
Feb 1964 – first proposal: André Lagarrigue, Paul Musset, Pierre Rançon, André Rousset

Chamber core ($L = 8\text{ m}$, $\phi = 2\text{ m}$)

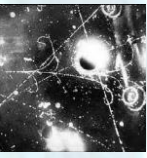
Embedded into an electro-magnet

Lighting with flashes through lenses

Expansion and recompression with 2 membranes linked to expansion / compression system

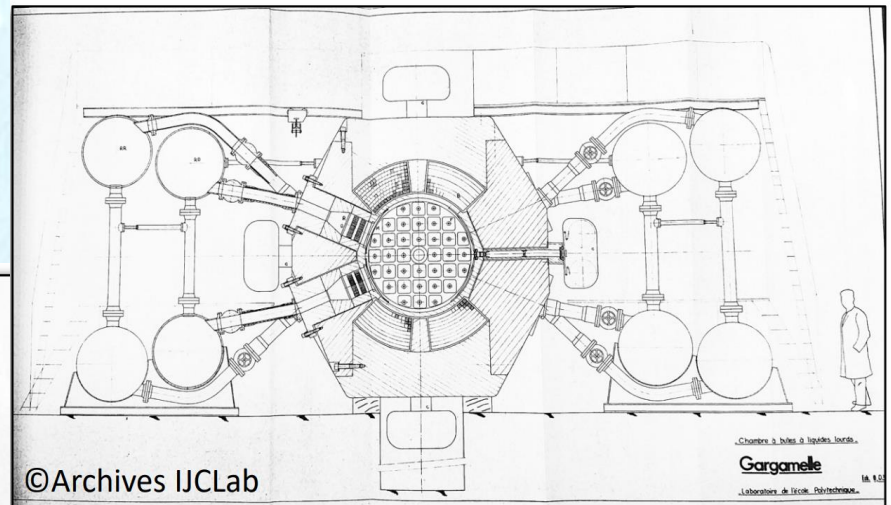
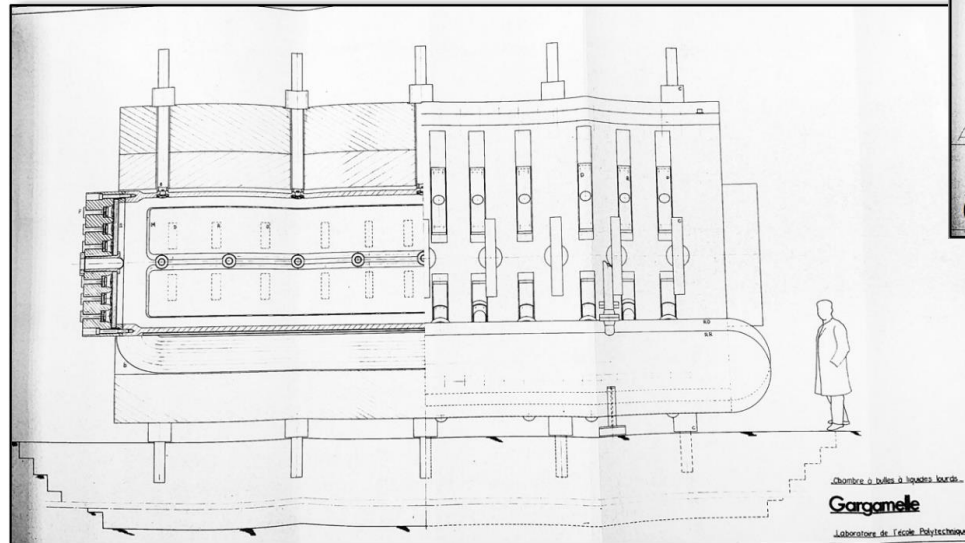


August 1964 : more thoughtful proposal



Collaboration of ~30 physicists and engineers from Laboratory Accélérateur Linéaire-Orsay and Ecole Polytechnique

Heavy liquid bubble chamber :
8 meters long and 1.65 meters in diameter ...



... so big that it shall be named after giant Gargantua's mother, **Gargamelle...**

June 1964 : an informal agreement is reached between Polytechnican team and Francis Perrin : CEA will bear most of Gargamelle costs

January 1965: new proposal to CERN

ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE
CERN EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH

INFORMAL CONFERENCE ON EXPERIMENTAL NEUTRINO PHYSICS

held at CERN
20-22 January, 1965

11. NEUTRINO DETECTORS AND FACILITIES FOR FUTURE EXPERIMENTS USING ACCELERATORS	
11.1 <u>Neutrino beams from a high intensity 200 GeV proton synchrotron</u>	241
V.Z. Peterson (University of Hawaii, Honolulu, Hawaii) D. Keefe (Lawrence Radiation Laboratory, Berkeley, California) [presented by V.Z. Peterson]	
11.2 <u>Large hydrogen bubble chamber design</u>	251
R.B. Palmer (B.N.L., Upton, New York, N.Y.)	
11.3 <u>A large hydrogen bubble chamber</u>	259
M. Derrick (Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois)	
11.4 <u>The "Gargamelle" project</u>	263
A. Lagarrigue (Ecole Polytechnique et Orsay, Paris)	

THE "GARGAMELLE" PROJECT

A. Lagarrigue,
Ecole Polytechnique et Orsay
Paris.

I shall describe the proposed construction of a very large propane chamber. This is a joint project of the Ecole Polytechnique, French Atomic Energy Commission, the University of Paris-Orsay and CERN.

I. MEASUREMENTS IN THE CHAMBER

The parameters of the chamber are the following: the chamber is a cylinder of length 4.5 m and diameter = 1.92 m. The fiducial volume lies between 10 and 11 cubic metres. The average magnetic field of horizontal direction is 21 kG with 6 MW. The chamber can be filled with all mixtures from pure freon (CF_3Br , $d = 1.5 X_0 = 11 \text{ cm}$) to propane (C_3H_8 , $d = 0.4 X_0 = 120 \text{ cm}$). The chamber is movable. The advantage of such a chamber is twofold: firstly, much more information is provided by each event, and secondly, the number of events is obviously largely increased.

January 1965: new proposal to CERN

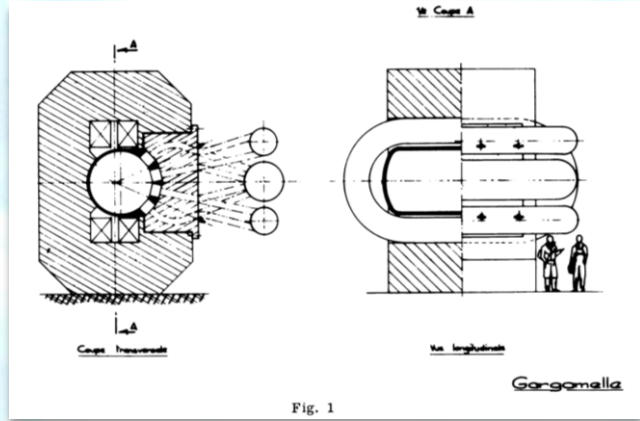
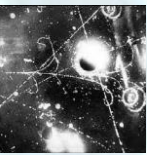
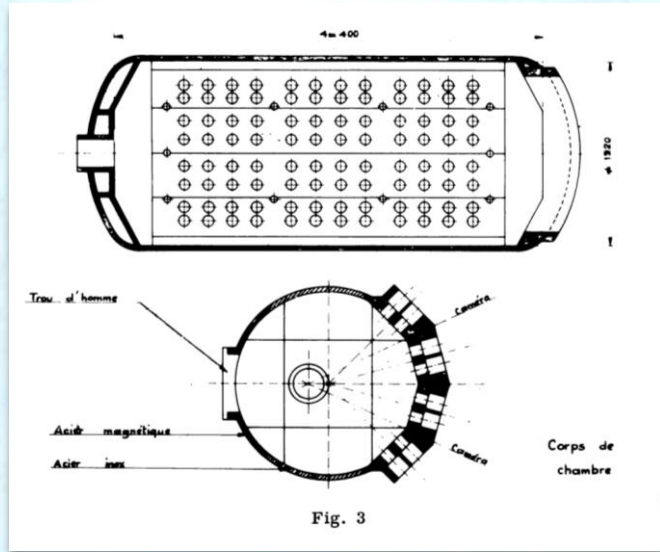


Fig. 1
General view



Chamber body : vertical section and view of expansion side

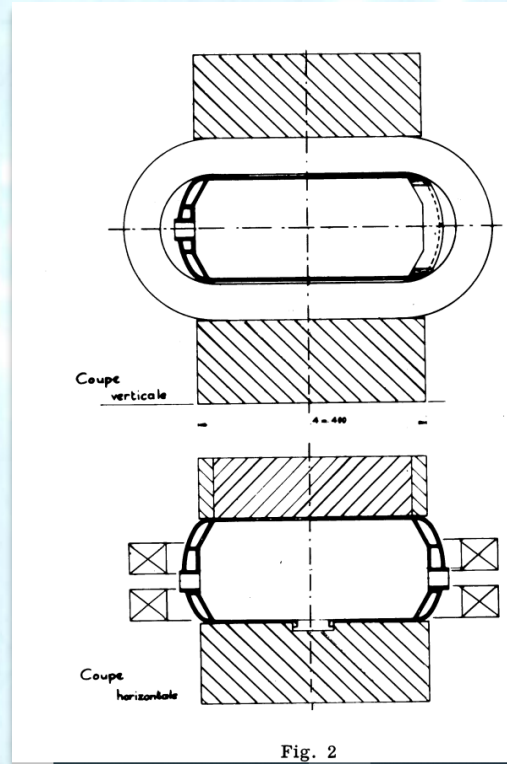


Fig. 2
Vertical and horizontal sections

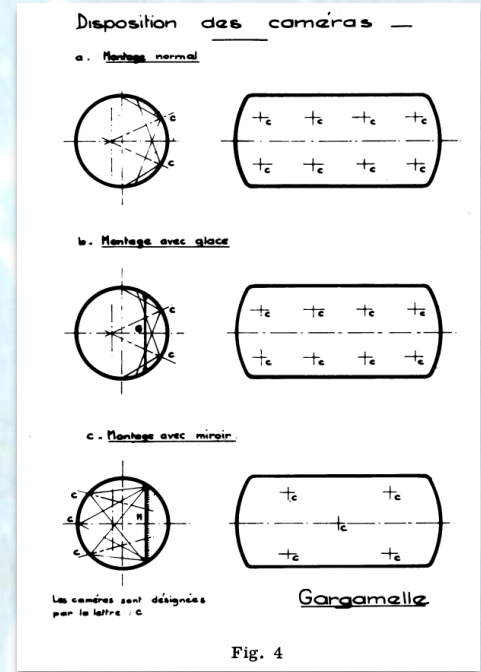
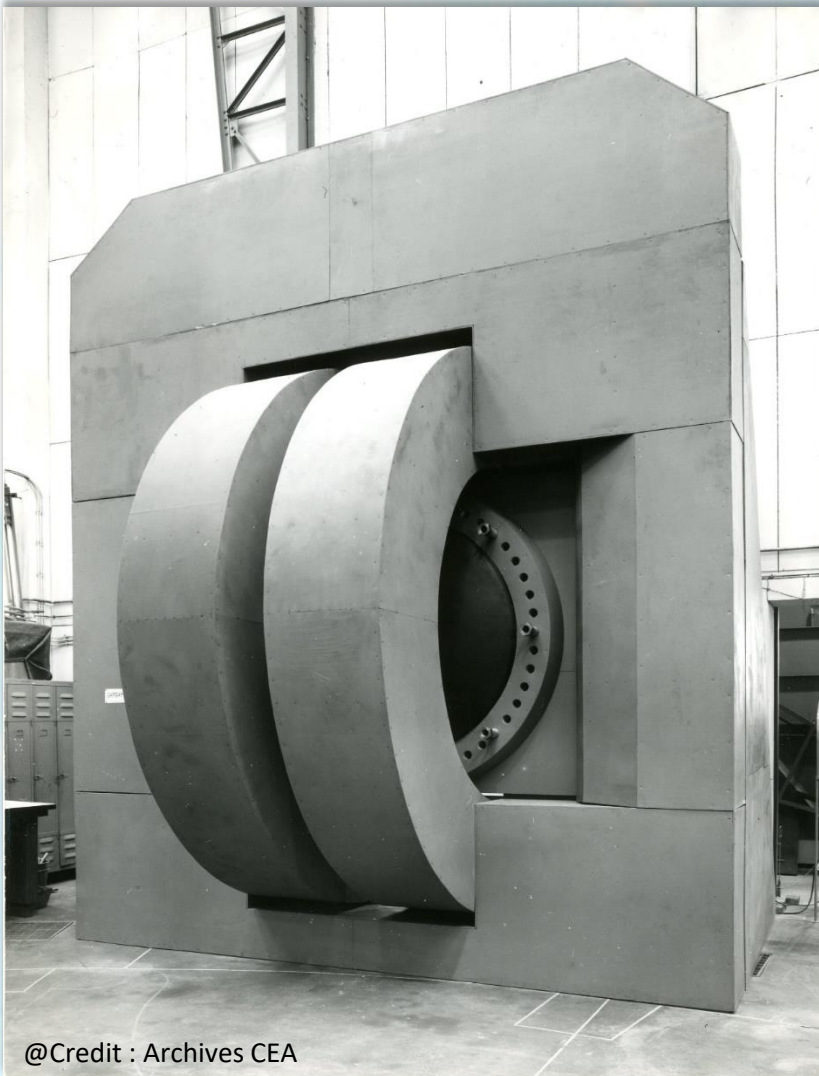
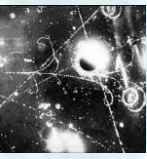
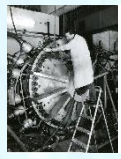


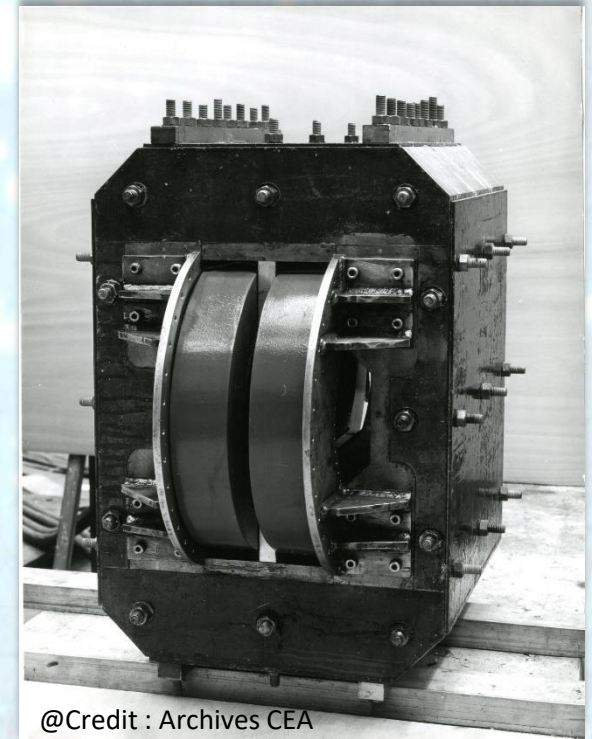
Fig. 4
Illumination scheme

1965 : 1st Gargamelle mock-up built



@Credit : Archives CEA

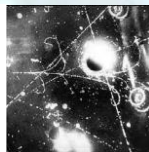
Gargamelle mock-up – scale 1/1



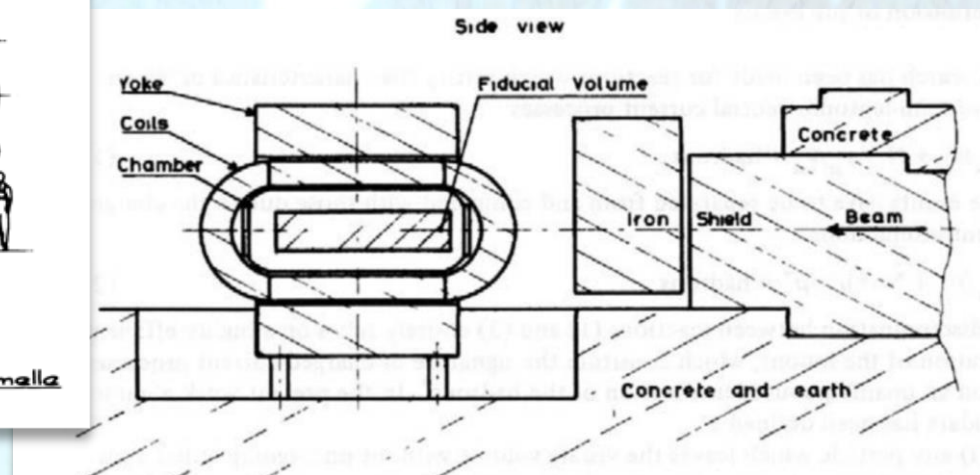
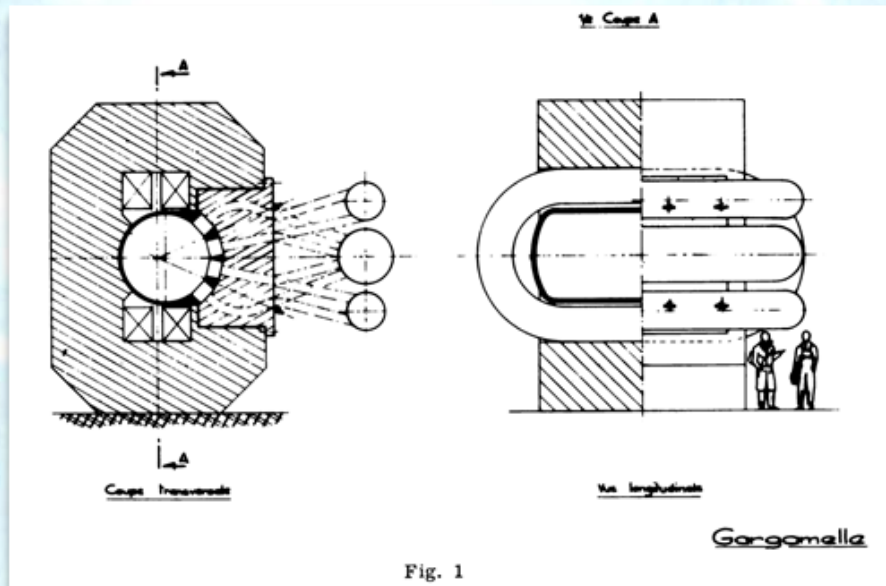
@Credit : Archives CEA

Electromagnet mock-up – scale 1/10

End 1965 : Gargamelle project become reality ...



... at CERN



2nd December 1965: CERN and CEA signed a contract

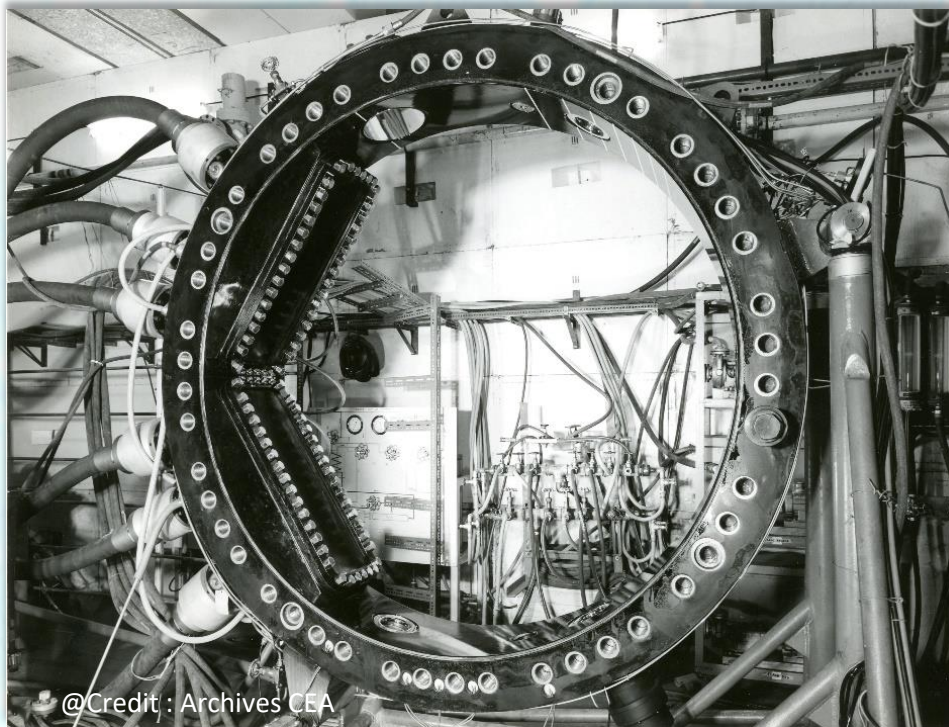
- CEA builds Gargamelle
- CERN gets Gargamelle up and running



Photo from La Jaune et la Rouge, March 2001

Bernard Gregory, Louis Leprince-Ringuet, Charles Peyrou, Francis Müller, Rafael Armenteros et André Lagarrigue

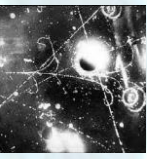
Gargamelle construction at Saclay



@Credit : Archives CEA



Construction driven by CEA-Saturne department



Industrial approach

- **Head of the construction**

Robert Lévy-Mandel
(CEA / head of Saturne dpt)



- **Scientist Director**

André Lagarrigue (LLR puis LAL)



- **Project Director :**

Jean Lutz (CEA / Saturne)

- **Deputies**

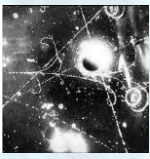
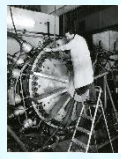
Paul Musset (LLR)

Lucien Alfillé (CEA / Saturne)

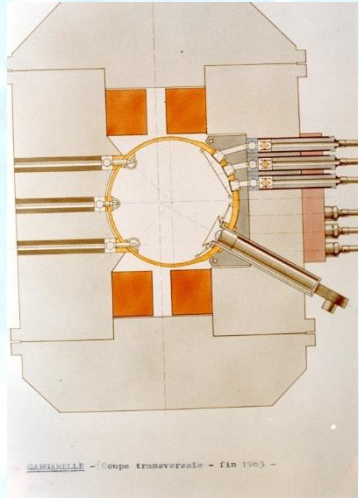
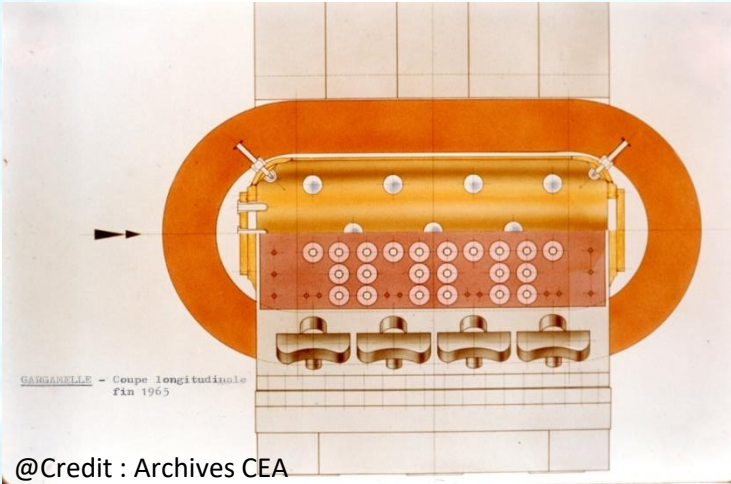
Joint team :

- physicists from Ecole Polytechnique & LAL

- construction team made of CEA engineers and technicians from Saturne Department



End 1965 : Gargamelle main technical parameters



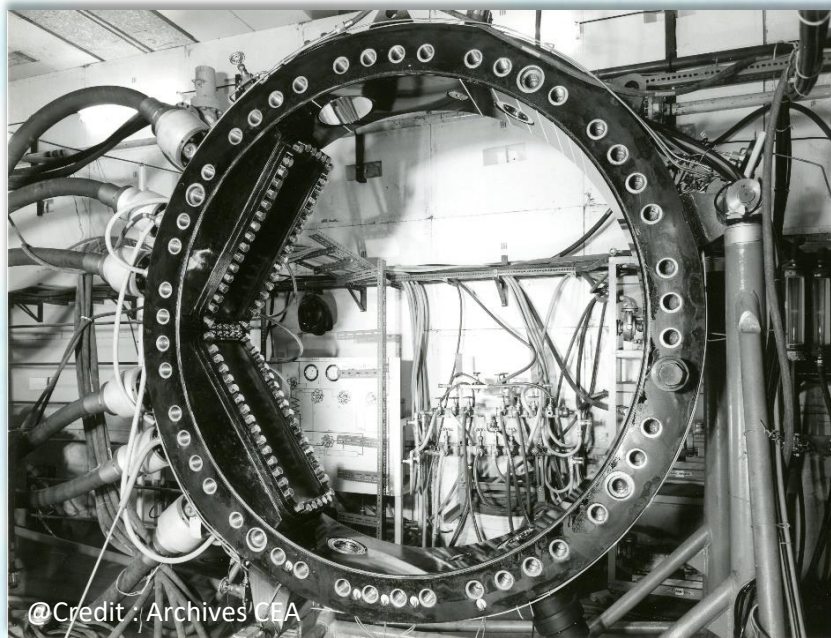
Liquid expansion / compression

- 2 elastomer membranes
- N2 pressure : 10 & 22 bars linked to 10m3 and 20 m3 tanks
- Compressor, pneumatic & electromagnetic valves to command cycles

- Core Chamber : 12m³
 - ✓ L = 4,8 m, ϕ = 1,88 m
 - ✓ Thickness : 15 cm to 6 cm
 - ✓ M = 25 tons
 - ✓ several holes
- } 1/10 mock up was machined in industry
- Thermal exchangers « bouillottes » all around bubble chamber
- 21 flash Xe lights and cameras
- Films 70 mm
- Electromagnet of 6 MW - 1,9 Teslas
 - ✓ 80 tons of copper coils 1000 A / 600 Volts water cooled 20 bars
 - ✓ 900 tons of steel

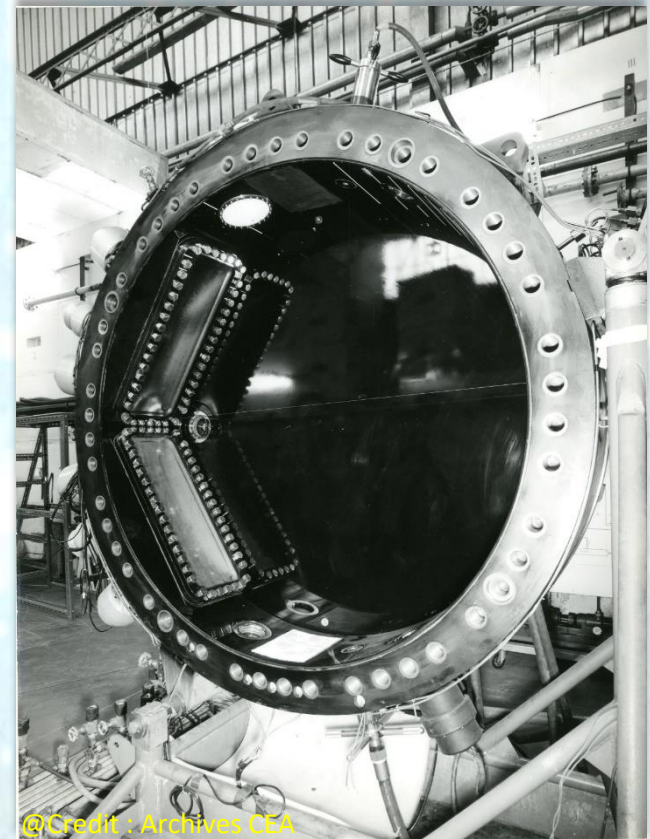
End 1965 - beg.1966 : « la tranche »

45 cm thickness Gargamelle chamber concept built at Saclay



@Credit : Archives CEA

Membranes system

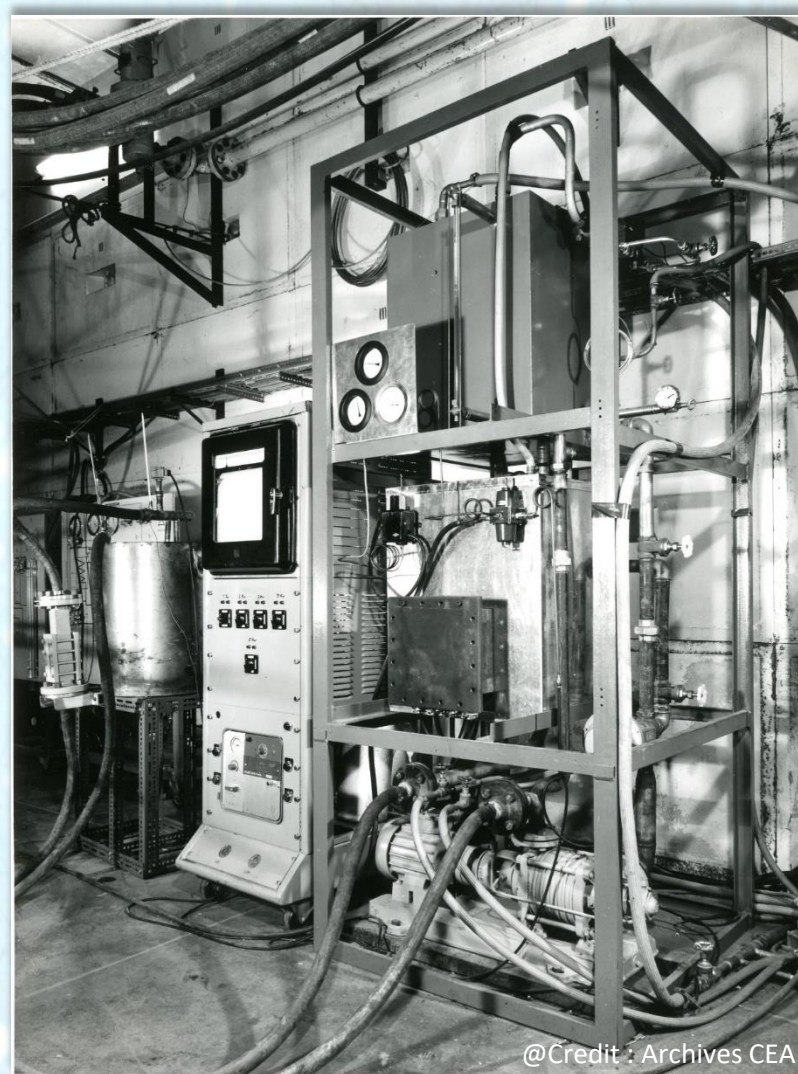
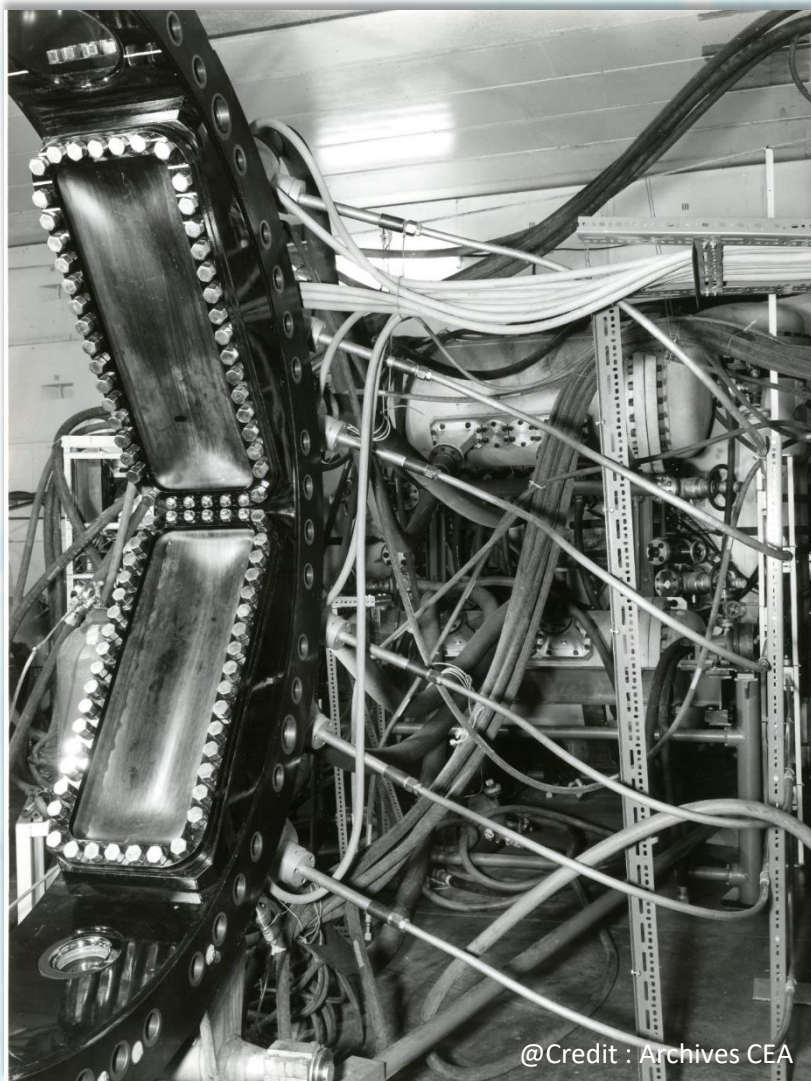


@Credit : Archives CEA

Use of the expansion / compression system from BP3



Gargamelle chamber thermal control prototype



Original optical system

Inspired from submarine periscopes

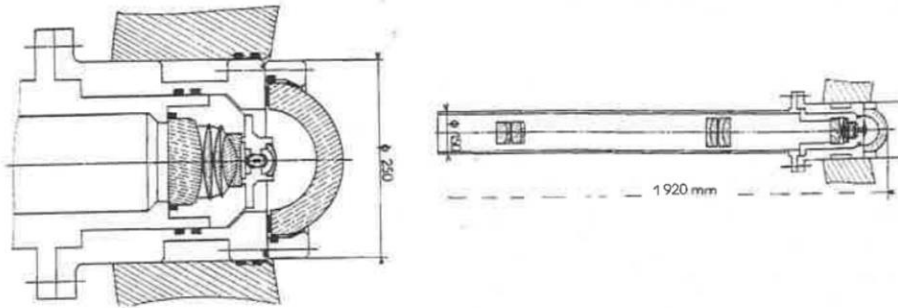


Figure II-2 : Une optique de Gargamelle

L'optique comprend un hublot hémisphérique en forme d'œil de poisson et de 35 mm d'épaisseur. Un objectif grand angulaire est placé au centre du hublot. Son ouverture est de $f/10$, sa focale dans l'air est de 18,6 mm. Un transport d'image sur une distance de 2 mètres permet d'installer le film à l'extérieur du pôle de l'électroaimant.



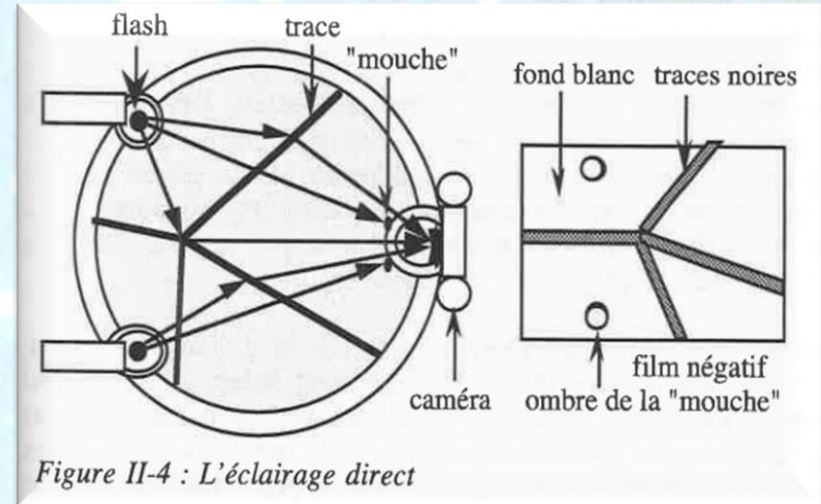
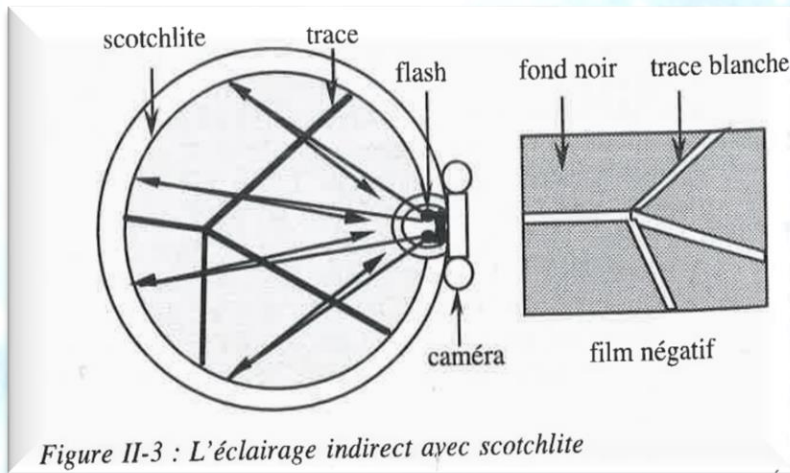
@Credit : Archives CEA

Flash light prototype (sept, 1966)

Allow the photofilm installation outside the magnet poles

Design improvements thanks to « la tranche »

A. Lagarrigue decided that Scotchlite option has to be abandoned to be replaced by direct lighting



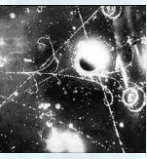
Each porthole see only 1/3 of chamber volume

21 Xe flash lights are required i.e. 21 new holes

- bubbles appeared in front of the porthole because of the flash light heat closed to the lights → solved with local cooling



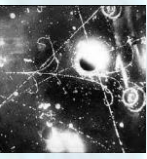
New building for Gargamelle assembly and tests



@Credit : Archives CEA



Gargamelle production phase

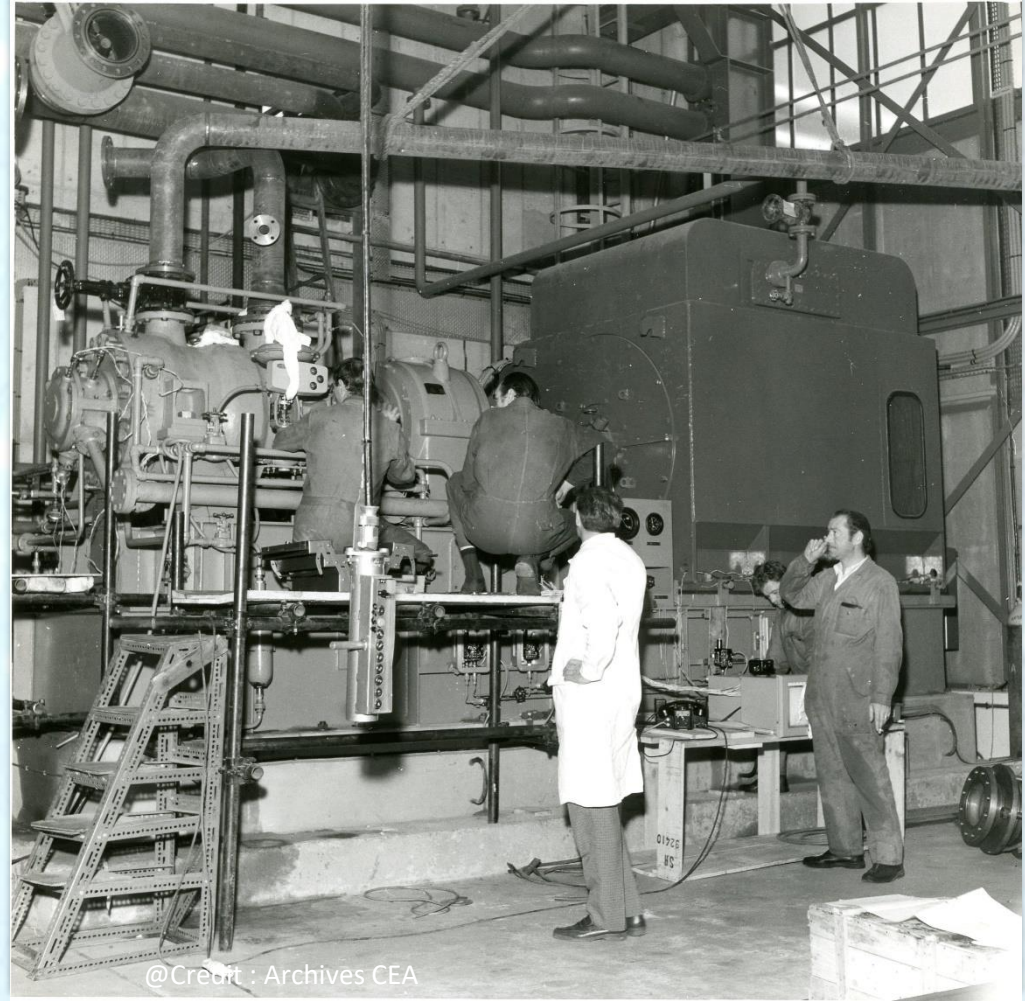
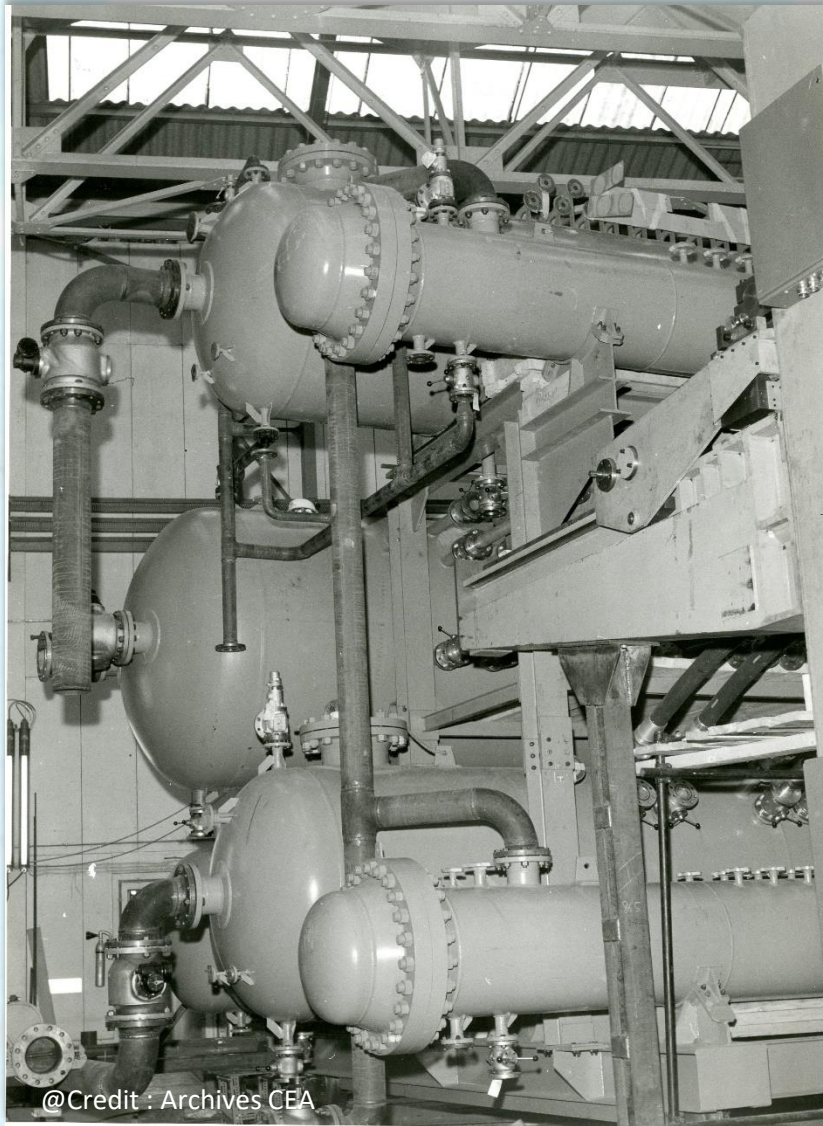
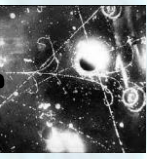


To fulfill the time schedule, all component realisations are launched in parallel

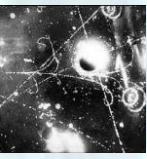
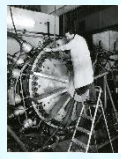
- Gargamelle chamber : [Creusot Loire](#)
- Electromagnet : [Alstom](#)
- Lightings Xe periscopes : [Sopelem](#)
- Expansion / compression system : [société Rateau](#)
- Tanks, heating system, valves, servitudes ...



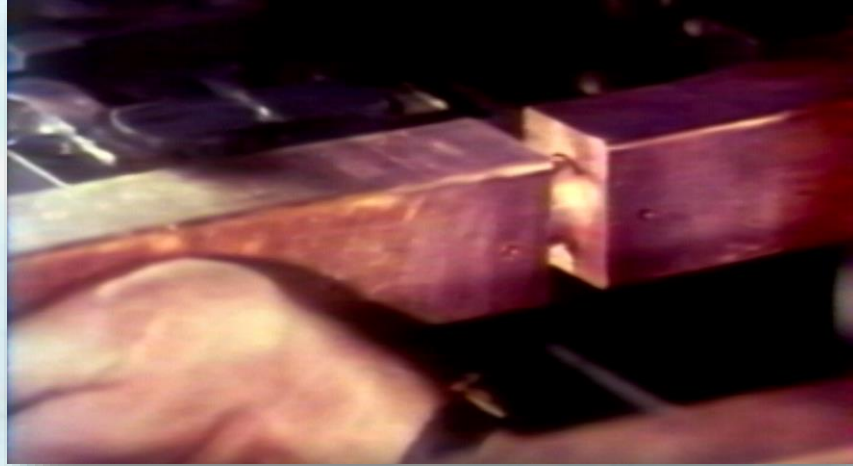
05/68 : expansion/ recompression tanks & compressor



Tests with 300 000 cycles



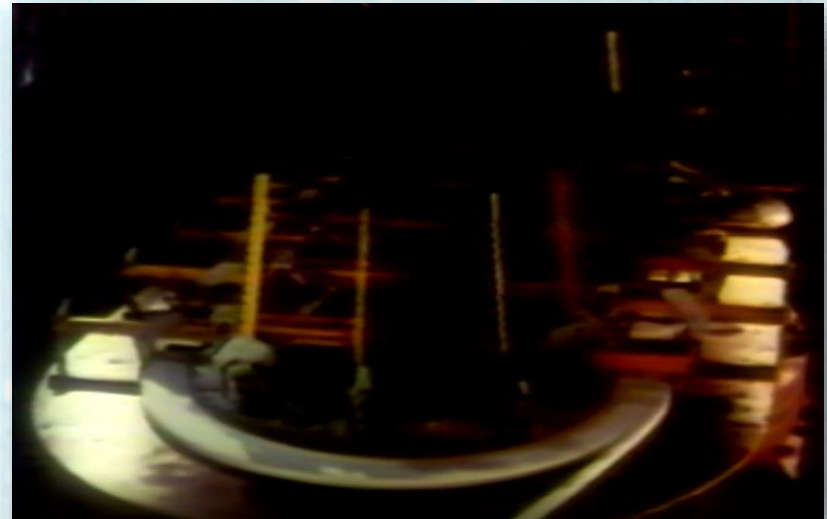
Magnet production



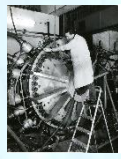
Conductor assembly



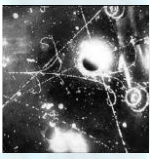
He tightness tests



12 galettes of 6,7 m



Chamber production



Steel nuance chosen for its magnetic properties with thickness between 6 cm & 15 cm → welding complexity

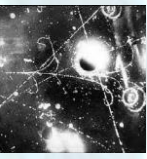


View of machining at Creusot-Loire factory

Greater precision than conventional sheet metal work is required
→ the boring machine spindle works to 0.01 mm

Vessel with more than 150 holes withstanding 45 bars pressure

Gargamelle chamber fabrication issues



Weldings technical deviations : 2 years of delay for core chamber delivery
Remake of the core chamber is more than 2 new years of delay in a competitive environment

April 1968 : A. Lagarrigue propose to deliver Gargamelle to CERN without complete tests at Saclay

→ Accepted by CERN director at the end of **March 1969**

→ Summer 1969 : André Rousset accepted to be head of CERN NPA division

- CEA and Polytechnique team participate to 1st whole assembly at CERN

Industrial acceptance of the chamber was more complex than foreseen :

→ Cracks inside weldings issue was not totally fixed (and weak the chamber)

→ Beginning 1970 : pressure tests @ 60 bars passed during the night

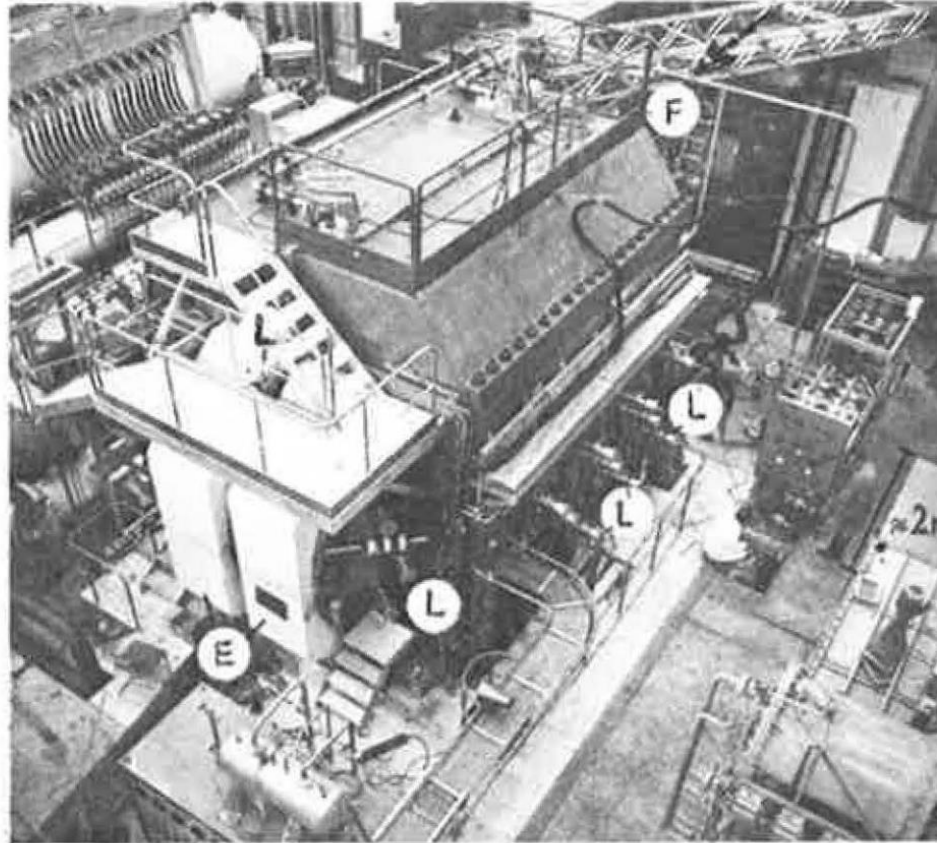
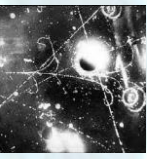
→ Then black epoxy painting @ 120°C inside Saint Chamond workshop

→ Death of Jean Lutz, project director

→ **Deliver to CERN on the 27th July 1970**



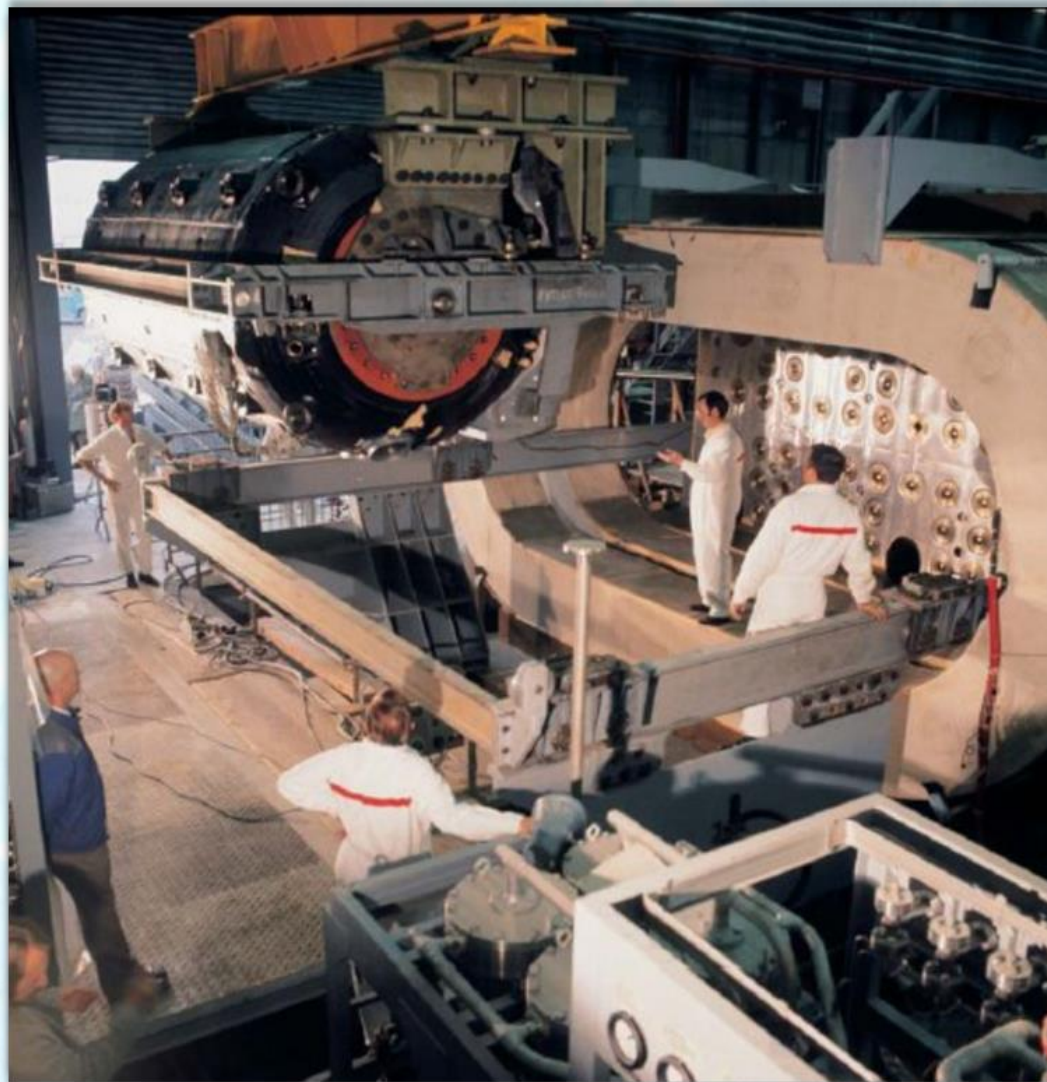
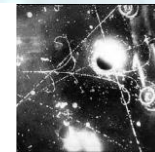
Installation of Gargamelle at CERN



Chambre à bulles "GARGAMELLE"

*E = Electro-aimant F = Faisceau
L = Lampes-éclairaires*

Gargamelle assembly and commissioning at CERN

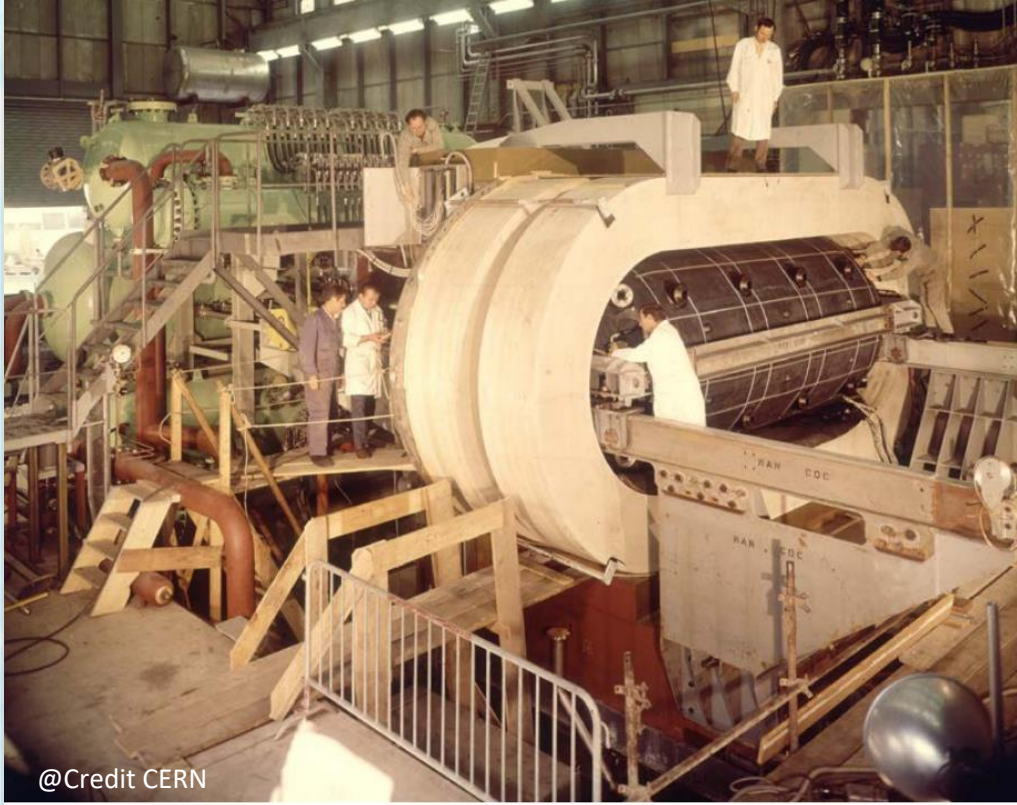
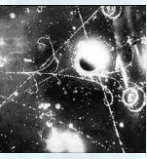


Joint team CEA/ CERN / EP

July 1970 at CERN



Installation of Gargamelle chamber at CERN



@Credit CERN

Gargamelle inserted within the coils of the magnet



@Credit CERN

Gargamelle: inside view

1970 -71 : Gargamelle starts to take data

1st picture taken 8 & 9 december : muons tracks

11

Décembre 1970

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

cea
NOTES D'INFORMATION

SOMMAIRE

Extraits de la Conférence de Presse
de Monsieur GIRAUD

Premiers essais de Gargamelle

Nouvelle technique d'extraction liquide-liquide

Le dégainage en continu par sublimation

Installation Vésuve

Autres informations.

C.E.A. - DÉCEMBRE 1970 - II

PREMIERS ESSAIS DE LA GRANDE CHAMBRE A BULLES A LIQUIDES LOURDS « GARGAMELLE »

La grande chambre à bulles à liquides lourds GARGAMELLE, remplie de fréon, a été rendue sensible dès ses premières détentes le mercredi 9 décembre 1970 et a pris de manière satisfaisante ses premières photos de rayons cosmiques, au Centre Européen de Recherches Nucléaires (CERN).

GARGAMELLE est aujourd'hui la plus grande chambre à liquides lourds au monde. Elle est le résultat d'un travail associant le C.E.A., maître d'œuvre, au Laboratoire de Physique de l'École Polytechnique et au Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire de l'École Normale Supérieure à Orsay. Les problèmes liés à la participation financière du CERN et à l'installation de la chambre auprès du Synchrotron à Protons de 28 GeV à Genève ont fait l'objet d'une Convention entre le CERN et le C.E.A. signée le 2 décembre 1965.

Le département du Synchrotron Saturne a été chargé de mener à bien cette réalisation et de gérer l'entreprise au nom de l'ensemble des participants français et en collaboration avec l'industrie.

Le CERN de son côté a pris en charge toute la réalisation de l'infrastructure locale.

Fonctionnant avec différents mélanges de liquides, en particulier avec des fréons à une température de l'ordre de 30 °C, ou avec du propane à environ 60 °C, GARGAMELLE présente un volume photographiable de 10 m³ (volume environ dix fois supérieur aux chambres à liquides lourds existant actuellement). Elle se présente sous la forme d'un cylindre à axe horizontal de 4,80 m de longueur et 1,88 m de diamètre intérieur*.

Le champ magnétique au centre, de 1,95 Tesla**, est créé par un électro-aimant d'une puissance de 6 MW comportant 80 tonnes de cuivre et 900 tonnes de fer.

Pour permettre la photographie des interactions nucléaires, l'éclairage en direct du volume de la chambre est réalisé par 21 flashes au xénon de 500 joules chacun.

Huit dispositifs optiques de 110° d'ouverture transportent l'image des traces hors de la culasse de l'aimant vers les caméras d'enregistrement. A chaque détente, huit photos couvrant le volume entier et assurant une restitution stéréoscopique sont prises sur films de

* En ce qui concerne les principes généraux de fonctionnement des chambres à bulles, voir la Note d'Information N° 3 de mars 1970.

** 1 Tesla = 10 000 gauss.

70 mm. La détente et la recompression sont assurées par deux membranes en polyuréthane de 1 m x 4,4 m et 6 mm d'épaisseur actionnées par un turbocompresseur d'une puissance de 2,5 MW et fournissant un débit d'azote de 36 000 m³/h (aux conditions normales de température et de pression) en 3 étages de compression et 44 vannes à ouverture-fermeture rapide.

Les installations de régulation thermique du liquide (9 chaînes) ainsi que celles de transfert et de stockage avec distillation, filtration, dosage des mélanges etc. ont une véritable dimension industrielle.

A sa mise en service, prévue pour les premiers mois de 1971, GARGAMELLE sera l'un des détecteurs les plus puissants du CERN, dont on espère qu'il permettra, en particulier, de réaliser d'importants progrès dans la physique du neutrino.

The world largest heavy liquid bubble chamber

Weaknesses :

- Large bubble bursts in front of the porthole → "chapeaux Chinois"
- membranes can only withstand a small number of cycles → material changes
- Some black particles (from painting layer) degraded the liquid quality



1970 -71 : Gargamelle starts to take data



1st picture taken 8 & 9 december : muons tracks

28 janvier 1971 : 1st Neutrino reaction picture (with high muons background noise)

Mars 1971 : ~ 10 days of neutrino beam dedicated to Gargamelle

- ~50 physicists, engineers and technicians ensured that the system was running smoothly and analysed the quality of the images in real time.
- Accident in March 1971: Gabriel Strin, mechanic, suffocates to death
- Provisory handover between CEA and CERN
 - 8 technical point to solve by CEA

7 mai 1971 inauguration of Gargamelle at CERN



MAI 1971

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

cea

NOTES D'INFORMATION

INAUGURATION DE GARGAMELLE

C'est le vendredi 7 mai 1971 que la plus grande chambre à bulles à liquides lourds du monde, Gargamelle, a été inaugurée au Centre Européen de Recherches Nucléaires (CERN) en présence de Monsieur JENTSCHKE, Directeur du CERN, de Monsieur le Professeur YVON, Haut-Commissaire à l'Énergie Atomique, et de tous les responsables français de cette réalisation.

La décision de construction de cette chambre à liquides lourds a été prise le 2 décembre 1965 par la signature d'une convention entre le CERN et le Commissariat à l'Énergie Atomique. Le Département du Synchrotron Saturne, maître d'œuvre au nom du Commissariat, s'est associé pour la réalisation avec le Laboratoire de Physique de l'École Polytechnique, le Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire de l'École Normale Supérieure à Orsay et le CERN. Les principaux fournisseurs ont été les sociétés Creusot-Loire, Rateau et Alsthom. La réalisation de l'infrastructure locale a été prise en charge par le CERN et le fonctionnement de l'appareil est assuré en partie par du personnel C.E.A. et du Laboratoire de l'École Polytechnique détaché auprès de l'organisme européen.

Après Mirabelle, chambre à bulles de 6 000 litres d'hydrogène, destinée à la physique corpusculaire à haute énergie et installée auprès de l'accélérateur russe de Serpukhov, Gargamelle, chambre à bulles de 12 000 litres de liquides lourds, installée près de l'accélérateur de Genève, va permettre en raison de sa conception même d'aborder un nouveau domaine de recherche. En effet la longueur de la chambre (4,8 m) et le nombre atomique élevé des liquides employés comme cible assurent un pouvoir d'arrêt considérable et augmentent la probabilité d'interactions faibles en particulier avec les neutrinos. De même les études sur les interactions fortes en raison du grand nombre d'événements primaires se produisant dès l'entrée dans la chambre des particules-projectiles, les études sur les particules secondaires créées à la suite des événements primaires et les études sur les rayons gamma (matérialisation par création de paires électron-positon) seront grandement facilitées.

La mise en service opérationnelle de ce nouveau détecteur de particules, le plus puissant du CERN, a démarré le 13 mai avec une expérience qui devrait fournir 500 000 photographies montrant quelques 25 000 interactions de neutrinos (1). C'est la première fois que l'on obtiendra, en une seule expérience, un nombre aussi considérable d'événements (2) avec une « particule-fantôme (3) ».

(1) Des protons éjectés de l'accélérateur à 54 GeV produisent par collision avec une cible en aluminium ou en béryllium des pions et des kaons qui par désintégration donnent des neutrinos ou des antineutrinos. Un écran de 3000 tonnes de fer sur 22 m de distance exclut l'entrée dans la chambre à bulles de particules autres que les neutrinos.

(2) Toutes les deux secondes, à chaque impulsion de l'accélérateur correspondra l'arrivée dans la chambre à bulles d'une impulsion d'environ 1 milliard de neutrinos. Le calcul statistique et les caractéristiques de la chambre de détection permettent d'espérer une interaction toutes les 20 photographies.

(3) Cette appellation caractérise parfaitement cette particule dont la probabilité d'interaction avec la matière est excessivement faible. Certaines des expériences effectuées avec des neutrinos ont été réalisées avec des particules d'origine cosmique et parfois, comme en Afrique du Sud, à de très grandes profondeurs sous terre pour éliminer les particules parasites.

4

Principales caractéristiques de Gargamelle :

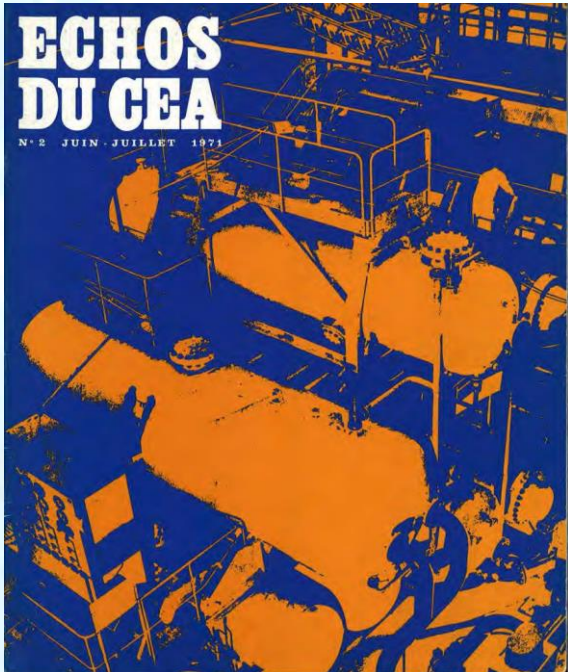
- poids : 1 000 tonnes dont 25 tonnes pour le corps de chambre seul;
- forme : cylindre de 4,8 m de long et 1,88 m de diamètre intérieur;
- volume : 12 000 litres;
- volume visible (photographiable) : 8 m³ dans un premier temps, puis par adjonction de réflecteurs, 10 m³;
- régulation thermique : par circulation d'eau chaude ou froide;
- liquides lourds : 6 tonnes de propane (C₃H₈) pur à 60 °C ou 18 tonnes de fréon (CF₃Br) à 30 °C ou mélanges des deux, ou encore autres fréons (C₂F₆, C₂F₄, C₂F₂ par ex.). Le choix des liquides utilisés est effectué en fonction des expériences;
- champ magnétique : champ de 2 Teslas créé au centre de la chambre par un électroaimant de 900 tonnes comportant deux bobines d'excitation de 80 tonnes de cuivre supportant un courant de 10 000 A d'intensité nominale sous 600 volts (puissance 6 MW);
- dispositif de détente-recompression : pression et décompression sont appliquées au liquide par deux membranes en élastomère déformées par de l'azote alternativement comprimé et détendu. Puissance du turbo-compresseur : 2,5 MW.
- éclairage : pour permettre la photographie des événements l'éclairage en direct du volume de la chambre est réalisé par 21 lampes flashes au xénon de 70 à 300 joules chacune;
- prise de vue : huit objectifs de 110° d'ouverture, avec distorsions inférieures à 1 %, transportent l'image des traces hors de la culasse de l'aimant vers deux caméras d'enregistrement utilisant du film de 70 mm.

Rappel sur le fonctionnement d'une chambre à bulles

Les réactions nucléaires étudiées dans une chambre à bulles sont produites par l'interaction d'une particule-projectile issue d'un accélérateur et d'un nucléon d'un noyau d'atome du liquide contenu dans la chambre.

Dans un volume fermé, un liquide maintenu à température constante est brusquement décomprimé pour obtenir un état instable, intermédiaire entre l'état liquide et l'état gazeux. Dans ces conditions, le passage d'une particule ionisante induit un échauffement local qui provoque un début d'ébullition le long de la trajectoire : le chapelet des petites bulles ainsi formées peut-être photographié. Le liquide est ensuite recomprimé pour éviter que l'ébullition ne se propage dans la masse du liquide. Un champ magnétique puissant courbe les trajectoires en fonction des charges et des quantités de mouvement des particules détectées et permet ainsi l'identification.

sept 1972 : official handover from CEA to CERN



NOTIONS

GARGAMELLE se présente sous la forme d'un cylindre à axe horizontal de 4,80 m de longueur et 1,88 m de diamètre intérieur ce qui représente un volume total de 10 m³.

L'objectif des chercheurs actuels est d'aller plus en avant dans la connaissance de l'infiniment petit en faisant appel à la physique des interactions entre les particules projectiles et les particules cibles de la chambre.

Les protons de grande énergie (28 GeV) issus de l'accélérateur du C.E.R.N. permettront, après passage au travers d'une cible convenablement choisie d'obtenir des particules secondaires particulières comme les neutrinos dont l'interaction avec la matière sera étudiée par la chambre.

La chambre à bulles a un rôle de détection : il consiste à photographier la trajectoire fugitive des différentes particules voyageant à une vitesse voisine de celle de la lumière et qui, en traversant le liquide de la chambre, provoquent un début d'ébullition. Dans GARGAMELLE, le liquide de détection est de 2 Teslas composé de propane, de fréon ou d'un mélange de deux.

Au centre du cylindre un champ magnétique est créé par un électro-aimant d'une puissance de 6 MW comportant 80 tonnes de cuivre et 900 tonnes de fer. La trajectoire des particules incidentes et celles créées dans la chambre par collision avec les noyaux d'atomes du liquide se matérialise par des chapelets de bulles, d'où le nom que l'on donne à ce type d'équipement détecteur de particules. Il suffit d'éclairer ces chapelets de bulles pour les photographier et en conserver ainsi un document stéréoscopique susceptible d'observations détaillées.

Les premières photos de rayons cosmiques ont été prises le 9 décembre 1970, jour des premiers essais de GARGAMELLE. On comprend dès lors l'importance de cet appareil qui doit permettre d'aller plus en avant dans la connaissance de la matière.

Les caractéristiques particulières de cette chambre à bulles vont permettre d'effectuer en priorité l'observation de particules neutres à faible probabilité d'interaction : les neutrinos.

Ces expériences devraient apporter, par ailleurs, d'intéressantes précisions sur une structure fondamentale de la matière : le proton.

25

REMISE DE GARGAMELLE AU CENTRE EUROPÉEN DE RECHERCHES NUCLÉAIRES (C.E.R.N.)

La chambre à bulles géante GARGAMELLE a été officiellement remise par le C.E.A. au C.E.R.N. le 7 mai 1971 à Genève.

Ainsi, une nouvelle étape est franchie depuis la convention signée entre le C.E.R.N. et le C.E.A. le 2 décembre 1965. Elle est le résultat d'une recherche collective qui a réuni sous l'égide du département «SATURNE» du C.E.A., maître d'œuvre, le laboratoire de physique de l'École Polytechnique et le laboratoire de l'Accélérateur Linéaire de l'École Normale Supérieure d'Orsay dont le Chef, le Professeur Lagarrigue, fut l'instigateur du projet.

C.E.A. - SEPTEMBRE 1972 - II

FONCTIONNEMENT DE LA CHAMBRE A BULLES GARGAMELLE

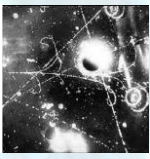
L'Organisation européenne pour la Recherche Nucléaire a prononcé la réception définitive de cette chambre le 6 juillet 1972.

Depuis sa réception provisoire le 7 mai 1971, la chambre à bulles à liquides lourds GARGAMELLE, réalisée sous l'égide du C.E.A. pour le compte du CERN (1), a effectué avec un mélange de fréons une très belle expérience neutrino et antineutrino et a fonctionné au propane à la satisfaction de ses utilisateurs permettant la réalisation d'une expérience d'antiprotons.

(1) Voir Note d'Information de décembre 1970.



Gargamelle construction team



ANNEXE I-2 : ÉQUIPE DE LA CONSTRUCTION, DE LA MISE AU POINT ET DU FONCTIONNEMENT DE LA CHAMBRE À BULLES GARGAMELLE

CEA-Saclay

G. Abolivier
L. Alfillé
A. Bardin
Binh
H. Blattman
Boudergue
J.P. Boulay
J.C. Gallay
B. Goret
R. Grégoire
C. Herpin
J. Holtz
P. Léaux
Y. Ledoux
J. Lemaire

G. Lemesle
R. Lévy Mandel
J. Lutz
M. Maucort
G. Melon
G. Mourgues
M. Ohayon
A. Quéro
J. Raynaud
M. Rienlet
G. Sétrin
C. Soulié
P. Theuré
A. Treillou
N'Guyen Sieu, Viet

École Polytechnique

A. Bézaguet
V. Brisson
L. Carlino
C. Girard
P. Musset
P. Quéru
P. Petiau
P. Rançon
M. Reposeur
A. Rousset

Université d'Orsay

A. Lagarrigue
J.J. Veillet

Groupe TC/L CERN

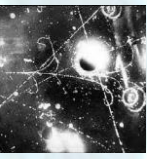
L.M. Barranco
C. Bertuzzi
W. Birr
N. Bozonnet
J. Buffaz
J.P. Carminati
J.L. Chevalley
J.P. Coquille

A. Davis
A. Dufty
M. Etienne
J.M. Grand'homme
G. Gurrieri
K. Hoekstra
C. Jacot
M. Jeanrenaud
J. Jenny
G. Kantardjian
G. Kuhn
H. Lenique
A. Lefrançois
H. Maiwald
J.M. Marcellin
J. Mitchard
R. Pellizzari

G. Piron
J. Pothier
G. Prodon
M. Price
G. Roiron
A. Scaramelli
R. Schuler
F. Schenk
J. Simonian
R. Stampfli
F. Thévenet
R. Volck
T.D. Williams



CONCLUSION



Gargamelle construction was a real technical challenge and a team commitment

→ Multi organism team (CEA / EP / LAL) and (CEA / CERN / EP / LAL)

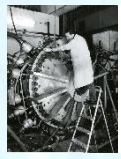
→ Reactivity, adaptability and tenacity

André Lagarrigue was a key actor for Gargamelle construction

→ stay the course in "*stormy weather*" and relied on a multi-organism team

→ is a pioneering example of the richness of development through synergy between physicists, technicians and engineers

To conduct to **the discovery of weak neutral currents**



Tribute to Andre Lagarrigue

