

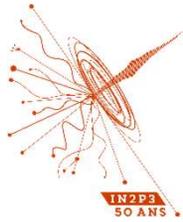


Une brève histoire du LPC

Laboratoire de Physique de Clermont – LPC

18/06/2021

G. Montarou



1957-1968 : Le temps des pionniers

1957 -> Recrutement de L&M Avan

1968 -> Thèse Etat premier doctorants



1957-1968 : Le temps des pionniers

1957 → Recrutement des Professeurs L. et M. Avan à l'Université de Clermont



Photo L&M Avan, Toit Avenue Carnot, élèves DES Physique, en blouse Doyen L. Dubois

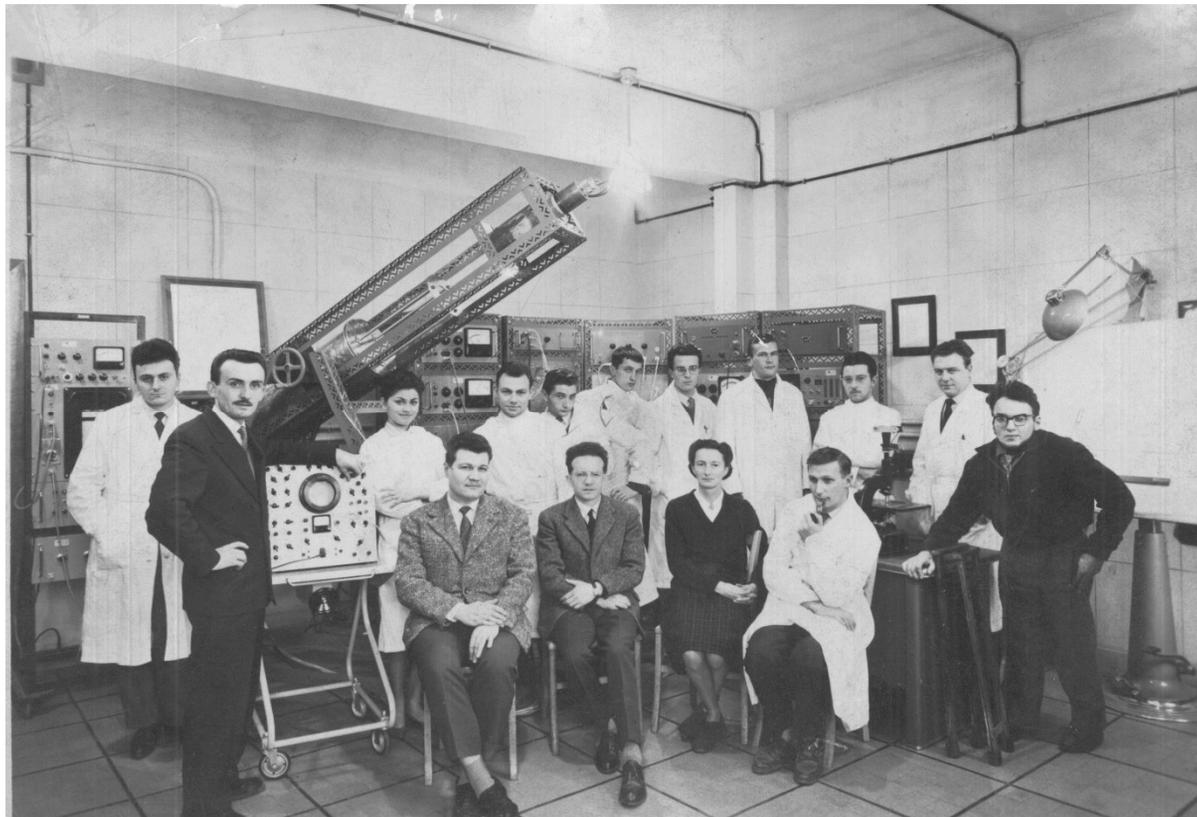


1957-1968 : Le temps des pionniers

1959 → Création du Laboratoire de Physique Nucléaire

Avis négatif du DG Enseignement Supérieur Ministère sur la création d'un labo de Physique Corpusculaire à Clermont

→ L. Dubois passe outre (financements sur crédit du Département de Physique)





1957-1968 : Le temps des pionniers

1959 Création du Laboratoire de Physique Nucléaire

Photo 1959-1960 → Les 4 premiers doctorants : G. Roche, PY Bertin, L Hugon, J Fain, Utilisation d'un télescope Cerenkov (P. Keller CR Strasbourg)

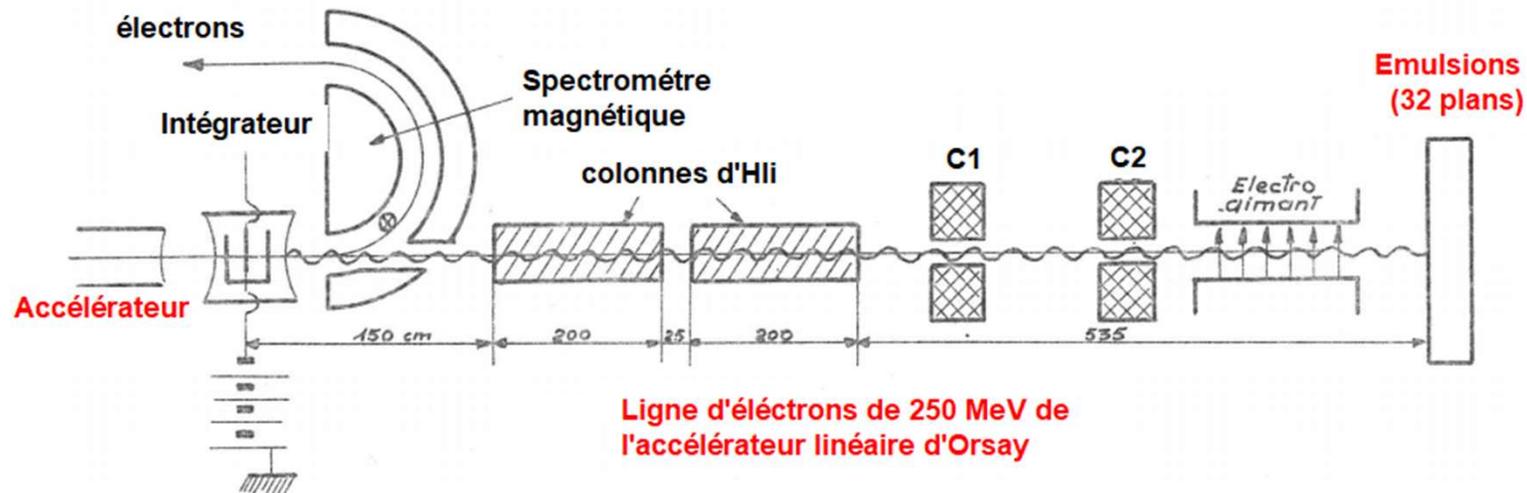




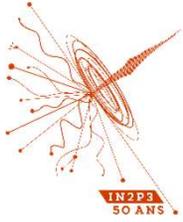
1957-1968 : Le temps des pionniers

4 premiers thésards (doctorat d'état) :

1. Pierre-Yves Bertin : « **Etude théorique et expérimentale d'un faisceau de photons de rayonnement de freinage durci en énergie** » Thèse soutenue en **1966** sous la présidence de R. Hofstadter

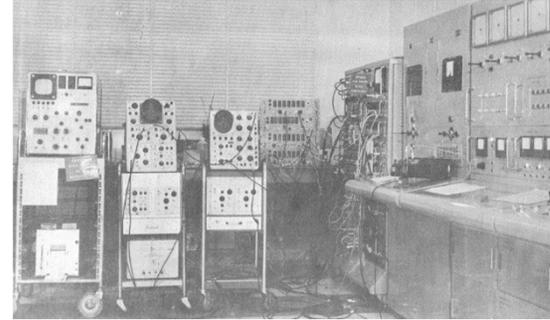
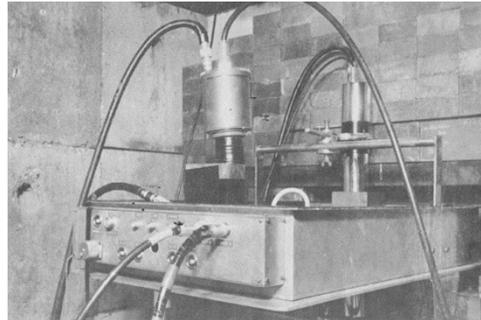
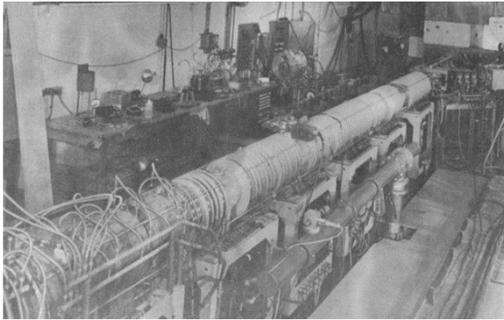


- La réalisation d'expérience de photoproduction et de photodésintégration par faisceau de photon nécessite une énergie connue
- Faisceau de photon obtenu par rayonnement de freinage (spectre continu)



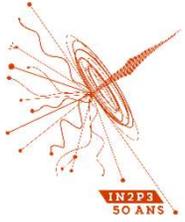
1957-1968 : Le temps des pionniers

2. Guy Roche: « **Importance de la correction Coulombienne dans le phénomène de production de paires par des rayons gamma de 2 à 20 MeV** » Thèse soutenue en **1968** sous la présidence de L. Leprince-Ringuet



- Expérience réalisée à l'accélérateur linéaire d'électron de 25 MeV de Limeil
- Détection de paires e^+/e^- par coïncidence
- Utilisation d'électronique et de scintillateurs « rapide »

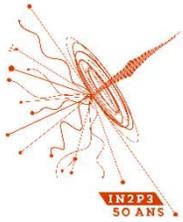
3. L. Hugon : « **Scattering of pi- mesons by ^{12}C near the $(3/2, 3/2)$ pion-nucleon resonance** » Thèse préparée au CERN sous la direction de M. Spiegel, soutenue en **1970**



1957-1968 : Le temps des pionniers

4. **Jean Fain** : « L'émission de noyau d'hélium 3 ou d'hélium 4 d'énergie élevée dans les interactions induites par les protons d'énergie de 570 MeV » Thèse soutenue en 1968 sous la présidence de L. Leprince-Ringuet

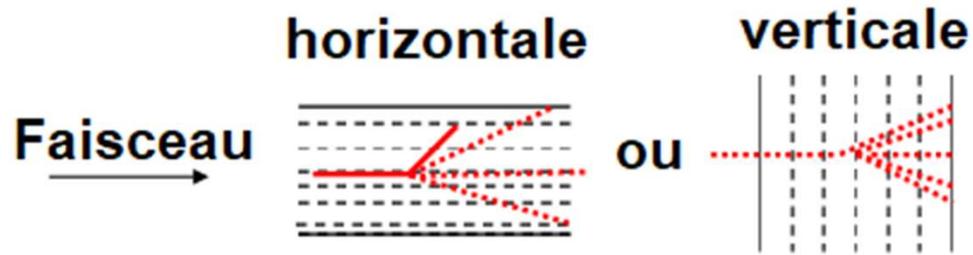




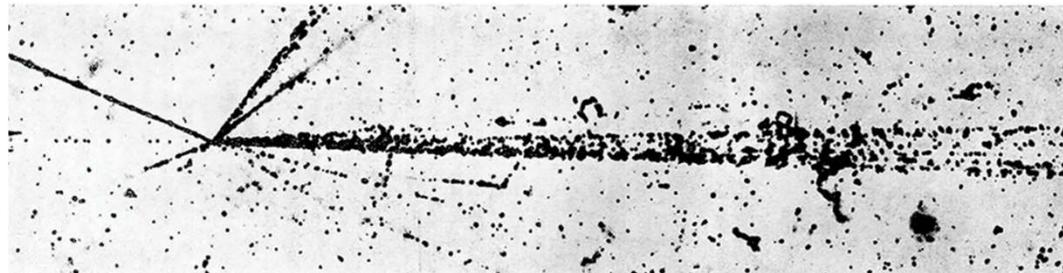
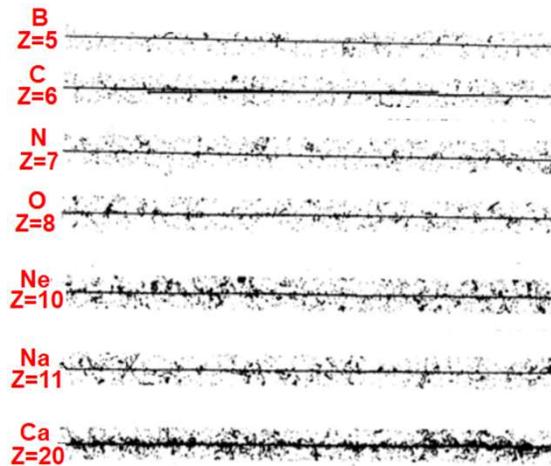
1957-1968 : Le temps des pionniers

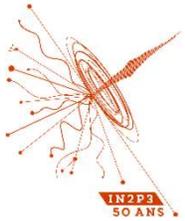
La plupart des expériences utilisaient des « émulsions nucléaires »

- Feuille de gélatine (épaisseur entre 1 et 0.1 mm) avec une grande teneur de grains d'AgBr de très petites dimensions



- Lors de son passage particule chargée dans l'émulsion -> Ionisation -> Ag⁺->Formation d'une image latente
- Traitement chimique->Visualisation des grains d'Argent -> **observation et analyse au microscope**



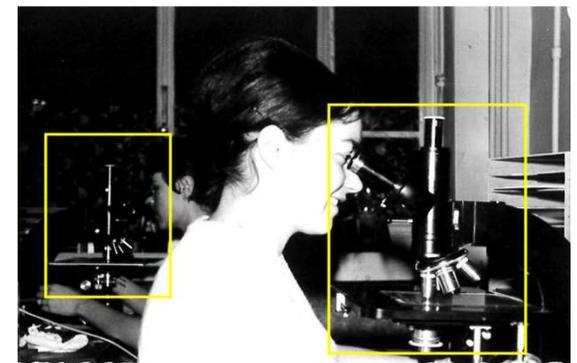
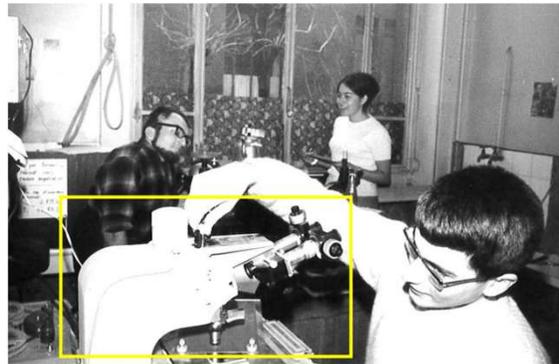


1957-1968 : Le temps des pionniers

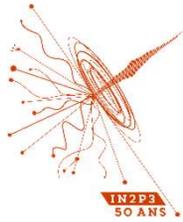
Dans la foulée des expériences de diffusion d'électrons réalisées au SLAC à la fin des années 1960, une expérience de diffusion inélastique de muons de haute énergie (6 GeV et 12 GeV) a été menée au SLAC

→ Pendant les événements de mai, départ de JC Montret pour le SLAC Stanford pour irradiation **d'émulsion** en muons dans le cadre de sa thèse « **Muproduction à haute énergie (6-12 GeV) et faibles moments de transfert** »

- ✓ Irradiations des émulsions pendant **quelques heures**,
- ✓ **Analyse des données sur plus de trois ans**
- ✓ Mobilisation d'une **demi-douzaine de « microscopistes »**, le plus souvent étudiants rémunérés en vacacion



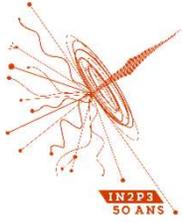
Les microscopistes au laboratoire (Avenue Carnot)



1968-1978 : Une jeunesse tumultueuse

1968-1978 → Coexistence de deux laboratoires à Clermont

- ✓ **le laboratoire de Physique Nucléaire Fondamentale et Développement,**
- ✓ **le laboratoire de Physique Corpusculaire,**



1968-1978 : Une jeunesse tumultueuse

Depuis le milieu des années soixante, le laboratoire était dirigé par une « tétrarchie » :

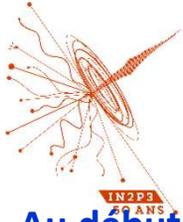
- M. et L. Avan, les fondateurs du laboratoire,
- J. Combe et D. Isabelle, physiciens au CERN et à Orsay respectivement, qui avaient été nommés professeurs à l'université de Clermont-Ferrand.

De fait le laboratoire se scinda en **deux structures** en **1969** :

- **le laboratoire de Physique Nucléaire Fondamentale et Développement**, dirigé par Guy Roche, d'une part
- **le laboratoire de Physique Corpusculaire**, dirigé par D. Isabelle, d'autre part, et dont le programme scientifique s'orientait plutôt vers la physique des particules, avec des expériences réalisées à Saclay et au CERN à Genève.

Au-delà d'un conflit de chef...cela traduisait vraiment à une **différence de perception sur la physique.**

Cette fracture a longtemps influencé la vie quotidienne au laboratoire très longtemps....



1968-1978 : Une jeunesse tumultueuse

Au début des années 1970 → arrivée d'une nouvelle génération dont les thèses seront soutenues en quelques années : F. Vazeille (Ing. Chimiste, Doct.), J. Berthot (Ing. Chimiste, CNRS), M. Monin (Ing. Chimiste, CNRS), B. Coupat (Ing. Chimiste, Assistant), J. Gardes (Assistant), L. Meritet (Assistant), B. Michel (DEA), P. Vernin (étudiant)

Fin 1970 le Laboratoire de Physique Corpusculaire comprend 16 chercheurs titulaires (dont 9 Docteurs es Sciences) et 14 doctorants

Les trois thématiques de recherche sont :

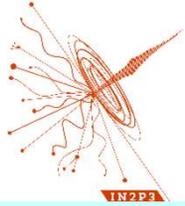
- 1°) Etude de la diffusion cohérente des hadrons sur les noyaux légers (J. Combe *et al.*)
- 2°) La physique du pion à basse énergie (P.Y. Bertin *et al.*)
- 3°) L'action des ions lourds sur les milieux condensés (J Fain *et al.*)

Les manip se font maintenant sur des sites extérieurs (**Clermont n'a jamais eu d'accélérateur**)

- CERN
- Saclay (ALS)
- Orsay (LAL)

Quant au Laboratoire de Physique Nucléaire Fondamentale et Développement :

- 4°) L'action des ions lourds sur les milieux condensés (J Fain *et al.*)



1968-1978 : Une jeunesse tumultueuse

1°) Expériences au CERN

Au PS → Diffusion cohérente et étude de la structure nucléaires avec des hadrons de haute énergie

(J. Berthot, C. Doré, J. Gardes, L. Meritet, M. Querrou, A. Tetefort, F. Vazeille)

1970→1974 Expérience P17 au PS du CERN (Diffusion cohérente de proton de 24 GeV sur He4)

- Première réalisation de chambre à fil proportionnelles
- Réalisation de Diodes Minces de grande surface (Brevet F. Vazeille)

1976 Expérience S143 au CERN (Recherche de N^* par diffusion quasi-élastique de π^- de 5 GeV)

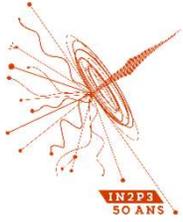
- Détection en coïncidence du π^- et de ^3He

Au SPS → Mesure sections efficaces différentielles de diffusion élastique dans la région d'interférence coulomb-nucléaire

(J. Augerat, J. Berthot, C. Doré, J. Gardes, L. Meritet, M. Querrou, S. Maury F. Vazeille)

1976→1982 Expérience WA9 (Interaction $\pi^+/-p$, $p^+/-p$, $K^+/_p$)

1978→ 1982 Expérience NA8 (Diffusions élastiques $\pi-p$ et $K-p$ à très petit transfert)



1968-1978 : Une jeunesse tumultueuse

2°) Physique du pion

(P.Y. Bertin, B. Coupat, D.B. Isabelle, B. Michel, JC Montret, P. Vernin + ALS Saclay: J. Duclos, A. Magnon, JK. Morgenstern, B, Saghai)

1970→1973 Diffusion Pi-nucléon (Mesure directe des déphasages pion-nucléon à basse énergie)

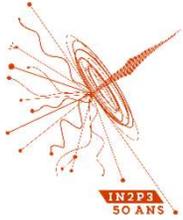
- Réalisation de chambre à fil

1973→1975 electroproduction de pi+ en coincidence

- Détection en coïncidence électron diffusé et pion produit

1974→1975 Capture radiative pi- + p → n + gamma

- Détection en coïncidence gamma (verre au plomb) et neutron (scintillateur) → TOF neutron



1968-1978 : Une jeunesse tumultueuse

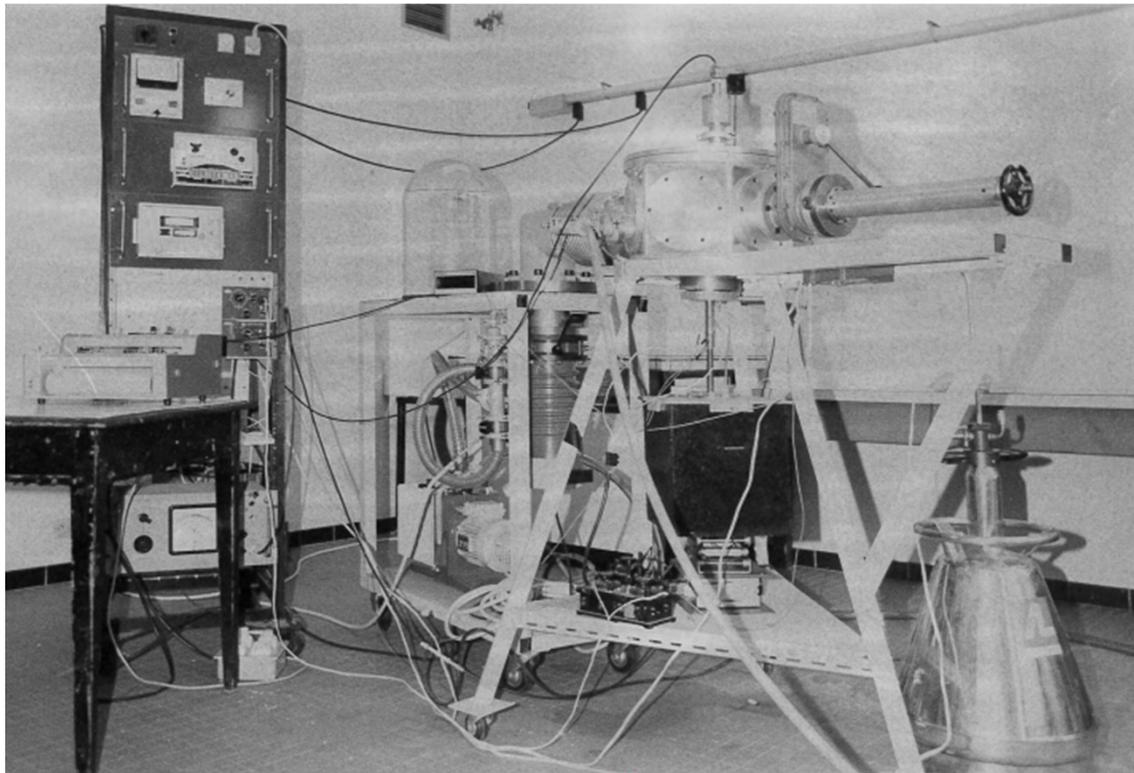
3°) Action des Ions Lourds avec la Matière

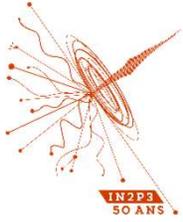
(J. Fain, M. Montret, S. Sanzelle, M. Monin, J.L. Seidel)

1970 → Etude de l'interaction des ions lourds avec la matière

1974 → Premier dispositif de thermoluminescence

1976-1977 → Irradiation sur faisceaux : Orsay, Manchester..





1968-1978 : Une jeunesse tumultueuse

4°) Recherche de sous structure nucléaire par diffusion quasi-élastique (p,pX) X=d,t,alpha

→ Equipe SATURNE (Saclay)

(L. Avan, J.P. Alard, A. Baldit, J. Castor, J.P. Costilhes, A. Devaux, L. Fraysse, G. Landaud, J.C. Tamain, G. Roche)

1974→1977 Expérience (p,p α) à 600 MeV (Diffusion quasi-élastique observée jusqu'au 40Ca)

1975→ 1977 Expérience (p,p γ) à 400 MeV

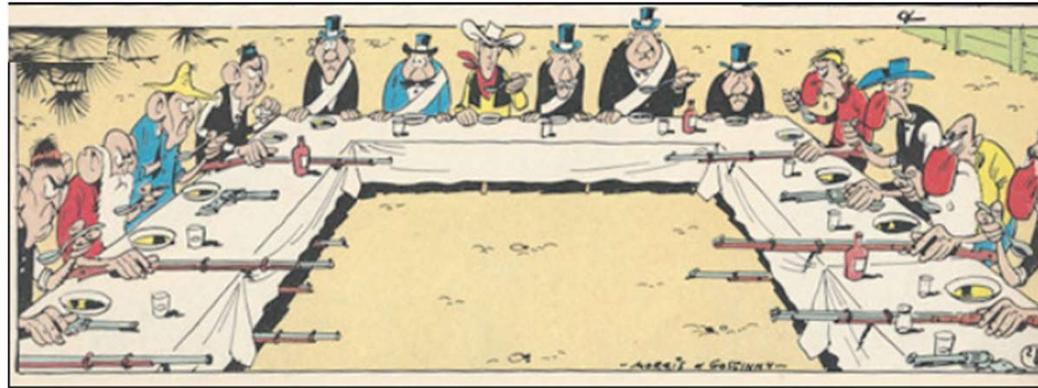
1977→1978 ARRET SATURNE I → SATURNE II



1968-1978 : Une jeunesse tumultueuse

1977-1978 Réunification des deux laboratoires

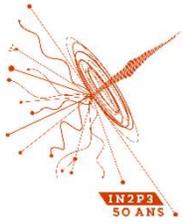
Le CNRS tenta à plusieurs reprises une conciliation entre les deux laboratoires Clermontois : Tout d'abord par J. Teillac et J. Yoccoz, directeurs pressentis à l'IN2P3 alors en cours de création ; puis par des personnalités scientifiques de renom telles que P. Fleury, S. Julian et M. Spighel.



Malgré la bienveillance des conciliateurs en faveur du développement d'un laboratoire de physique subatomique à Clermont-Ferrand, et leurs « amicales pressions » sur les physiciens seniors locaux, la situation resta bloquée plusieurs années durant.

De guerre lasse, l'IN2P3 fit savoir que l'existence de deux laboratoires associés à Clermont-Ferrand était impensable et que le label de laboratoire associé ne serait attribué que dans le cadre de la réunification des deux structures.

En 1975 M. Querrou fut chargé, en tant que directeur, de la mettre en œuvre. Elle fut effective à la fin des années soixante-dix. La dénomination de **Laboratoire de Physique Corpusculaire** fut choisie en assemblée.



1978-1989 : La plénitude radieuse

1989 → Premier faisceau LEP



1978-1989 : La plénitude radiieuse

1979-1980 Expériences au CERN → Deux équipes...

- Equipe SPS (M. Querrou et al.)
- Equipe ISR (F. Vazeille et al.)

Equipe CERN SPS 1980 → 1987

(M. Querrou, P. Levy, M. Verbecken)

1981 → 1987 Expérience NA9 (Etude par effet Primakov de la production π - π^0)

Equipe CERN ISR 1980 → 1988

(F. Vazeille et al.)

1981 → 1988 Expérience R608

- Comparaison diffusions élastiques pp et ppbar
- Comparaison production « leading baryon Δ^{++} , Λ^0 » en pp et ppbar
- Production gluonique de mésons isoscalaire
- Production du lambda charmé
- Corrélations de saveurs de quark
-



1978-1989 : La plénitude radiieuse

1979-1980 Equipe SATURNE → Deux équipes...

- **Equipe DIOGENE** (J.P Alard, J. Augerat, J.P. Costilhes, L. Fraysse, G. Montarou, M.J. Parizet, J.C Tamain)
- **Equipe ASTERIX** (L. Avan, A. Baldit, J. Devaux, J. Fargeix, J. Castor, P. Force, G. Landaud, G. Roche...)

Physique Nucléaire au SC d'Orsay → Equipe ASTERIX

(L. Avan, A. Baldit, J. Devaux, J. Fargeix, J. Castor, P. Force, G. Landaud, G. Roche...)

1979 → Expérience (p, p γ) à 200 MeV au SC d'Orsay

1979 → 1982

- ✓ **Expérience coïncidence A1 p γ à 200 MeV au SC d'Orsay**
- ✓ **Expérience A22 mesure des sections efficaces d'émission de proton à grande énergie à l'arrière à 200 MeV au SC d'Orsay**
- Départ de G. Roche au LBL (Coordinateur expérience DLS)
- Participation de G. Landaud à des expériences d'ions lourds relativistes
- **Evolution vers les Ions Lourds UltraRelativistes**

1985 → Participation du groupe ASTERIX à la proposition d'expérience soumise par NA10 au SPS Du CERN pour étude interaction noyau-noyau à 225 GeV/nucléon

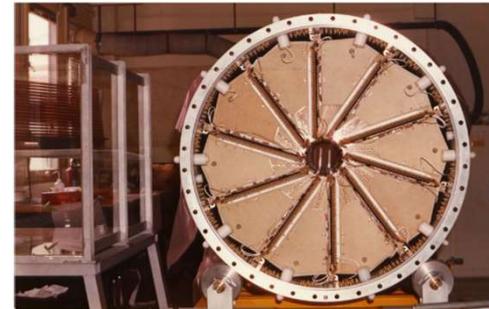
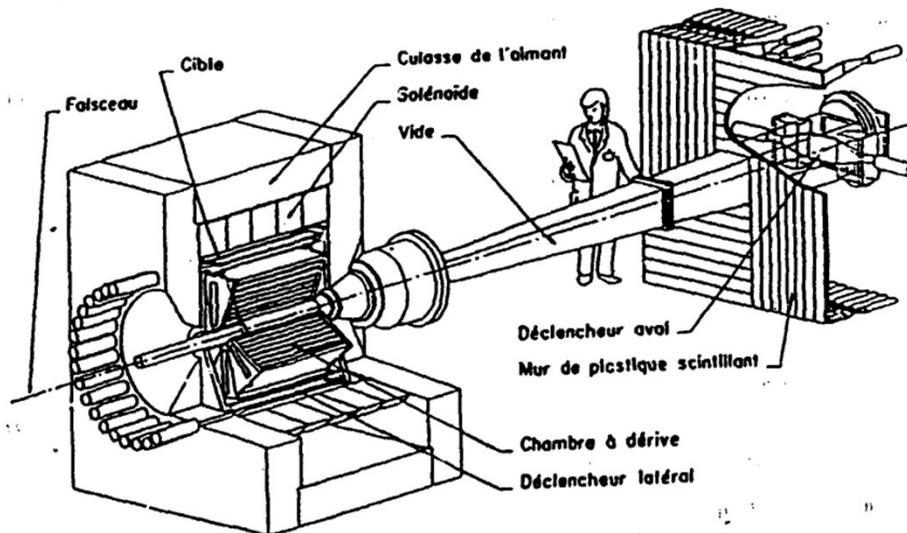


1978-1989 : La plénitude radieuse

Physique Nucléaire → Equipe DIOGENE

(J.P Alard, J. Augerat, J.P. Costilhes, L. Fraysse, G. Montarou, M.J. Parizet, J.C Tamain, P. Dupieux, J. Marroncle, N. Bastid) collaboration (LPC, Saclay, Strasbourg)

- Etude des Collisions d'Ions Lourds relativiste avec le nouveau Synchro SATURNE II Saclay
- Utilisation d'une TPC pour faire des mesures « exclusives » au lieu de mesure « inclusive » (Spectro)
- Complété par un mur de scintillateur à l'avant





1978-1989 : La plénitude radiieuse

1982 → 1985 Collisions α + Noyau (C, Cu, Pb) à 200, 400, 600 et 800 MeV/n

1985 → 1988 Collisions Ne + Noyau (C, NaF, Nb, Pb) à 200, 400, 600 et 800 MeV/n

- Multiplicité de pions
- Fonctions de corrélation à deux particules → estimation taille du Fireball (Thèse P. Dupieux, A. Rahmani, P. Charmensat, E. L. Fraysse)
- Température du Fireball → Modèle thermodynamique)
- Production de composites → Test de Monte Carlo (INC, QMD, Landau-Vlassov) (Thèse E. G. Montarou, J. Marroncle)
- Fragmentation du projectile (Thèse N. Bastid)
- Analyse en « variable globales » → Mise en évidence de phénomène collectifs (Bounce-off, Side-Splash)



1978-1989 : La plénitude radiieuse

Expériences photon-photon auprès du DCI d'Orsay DM1 → DM2

Collaboration LPC (P.Y. Bertin, B. Michel, J.C. Montret, A. Falvard, G. Fournier, D.B. Isabelle), LAL (. Buon, A Coureau, J. Haissinsky) ALS (J. Duclos, A. Magnon, B. Sagai,...)

1976 → 1977 Etudes Préliminaires (évaluation bruit de fond et étude système étiquetage)

1977 → 1978 Construction du Système d'Etiquetage

- Réalisation d'hodoscope à fil
- Analyse magnétique des aimants Y du DCI

1979 DM1

- Mesure $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + X-X^+$ ou $X=e, \mu, \pi$
- Spectre de masse des événements simplement étiquetés

1979 → 1981 Etude Nouveau Système d'étiquetage

Collaboration LPC (Z. Ajaltouni, B. Michel, J.C. Montret, A. Falvard, J. Jousset, D. Pallin), Orsay, Padoue

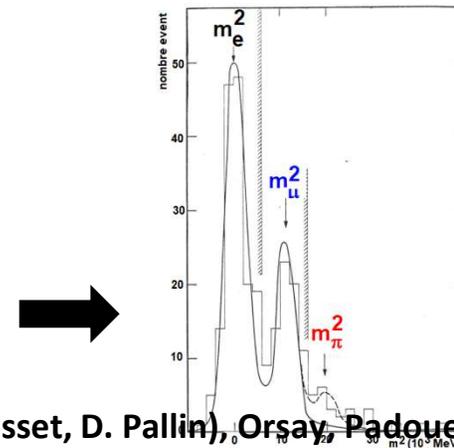
- Installation nouveau système d'étiquetage

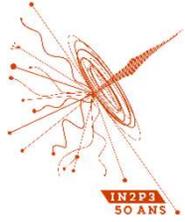
1981 → 1984 Prise de données DM2

1984 → arrêt DCI

1984 → 1988 Analyse des données

- Réaction à deux photons → cumul data DM1+DM2 (1986 Thèse E. Z. Ajaltouni)
- Désintégrations Radiatives du J/Psi
- Désintégrations non radiatives du J/Psi (Thèse D. Pallin & P. Henrard)





1978-1989 : La plénitude radiieuse

Physique électromagnétique → Equipe ALS à Saclay

(P.Y. Bertin, B. Coupat + ALS)

Après un bref passage dans la préparation de DM1

1977,1978 → Retour à des expériences à l'ALS

- 1979 → 1983 Absorption et diffusion de pi
- 1981 Electroproduction de pion inverse au seuil sur le proton (H. Fontvielle)

Equipe Thermoluminescence → Application à la Datation

(J. Fain, M. Montret, S. Sanzelle + D. Miallier)

1980 → Utilisation de l'expérience acquise sur la mesure par thermoluminescence, l'équipe s'est orienté vers la **datation d'échantillon ayant subi un « chauffage » minéraux volcaniques, poteries...**

→ Application à la datation dans la chaine des Volcans d'Auvergne



1978-1989 : La plénitude radiieuse

1981 → Préparation à la Physique au LEP

(B. Michel, M. Querrou, F. Vazeille, A. Falvard, J. Jousset, J.C. Montret)

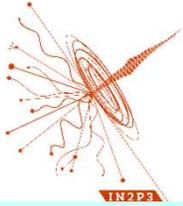
Juillet 1981 → Participation à l'Expérience ELECTRA

- Définition détection à l'avant
- Utilisation de détecteurs à Rayonnement de Transition
- Montage et Test d'un prototype au PS du CERN

Juillet 1982 → ELECTRA non retenu par le CERN

Automne 1982 → Participation à l'expérience ALEPH

- Implication dans la construction de la partie centrale du calo EM
 - HV
 - Système de calibration
 - Fusible de protection des fils du calo



1978-1989 : La plénitude radieuse

1985 → Expérience ALEPH

(Z. Ajaltouni, C. Guicheny, M. Bardadin, A. Falvard, B. Michel, D. Pallin, P. Gay, J. Jousset, J.C. Montret, J. Proriol, P. Perret, P. Henrard)

1985 → 1987

- Participation à la mise en place du Calo EM
- Mesure des Performances du calo par analyse de données tests
- Préparation à l'identification des électrons et des photons dans le calo EM

1987 → 1989

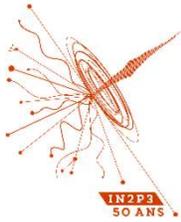
- Finalisation du Calo EM
- Mise au point des outils d'analyse (identification électrons)
- Test de l'utilisation des Réseaux de Neurone (J. Proriol)
- Préparation aux analyses physiques:
 - Recherche du Boson de Higgs
 - Etude des Saveurs Lourdes
 - Détection des photons isolés ($e^+ e^- \rightarrow \nu \bar{\nu} \gamma$)

14 juillet 1989 → Premiers Faisceaux LEP

1989 → 1992 Première analyses de données



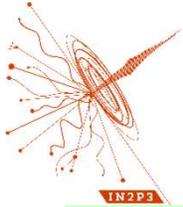
Visite d'Aleph en Nov 89 par F.M



1989-2008 : Les 20 glorieuses ?

1989 → Premiers faisceaux LEP

2008 → Premiers faisceau LHC



1989-2008 : Les 20 glorieuses ?

Matière Nucléaire → Programme FOPI 1,2,3 ...

(J.P Alard, N. Bastid, P. Dupieux, L. Fraysse, G.Montarou, V. Ramillien, J.C. Tamain + X. Lopez, P. Crochet)
Collaboration (LPC, Strasbourg, Heidelberg, GSI, Mainz, Florence, Budapest, Moscow, Rossendorf, Zagreb)

1989 → Février 1991 Construction FOPI Phase 1

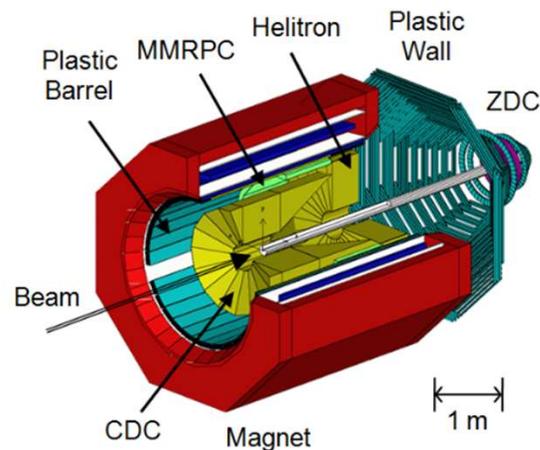
Mesure de fragments entre 1 et 3 degrés (LPC = Mur Interne entre 1 et 7.5 degré)

1991 → Prise de données Phase 1

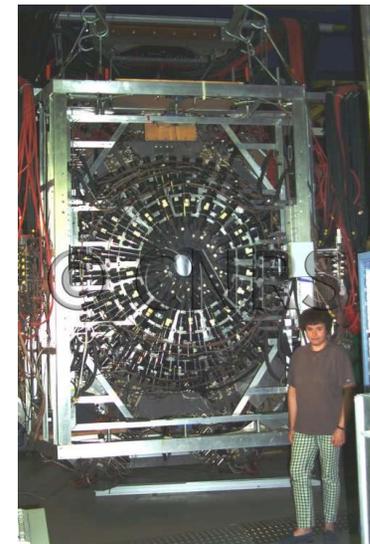
Au + Au entre 100 MeV/u et 800 MeV/u

1991 → 1992 Construction FOPI Phase 2 (Upgrade partie centrale : TPC + Scintillateurs + Cerenkov + chambre à migration)

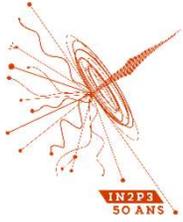
1993 → 2008 analyses données et maintenance « mur interne »



FOPI phase 2



Mur Interne



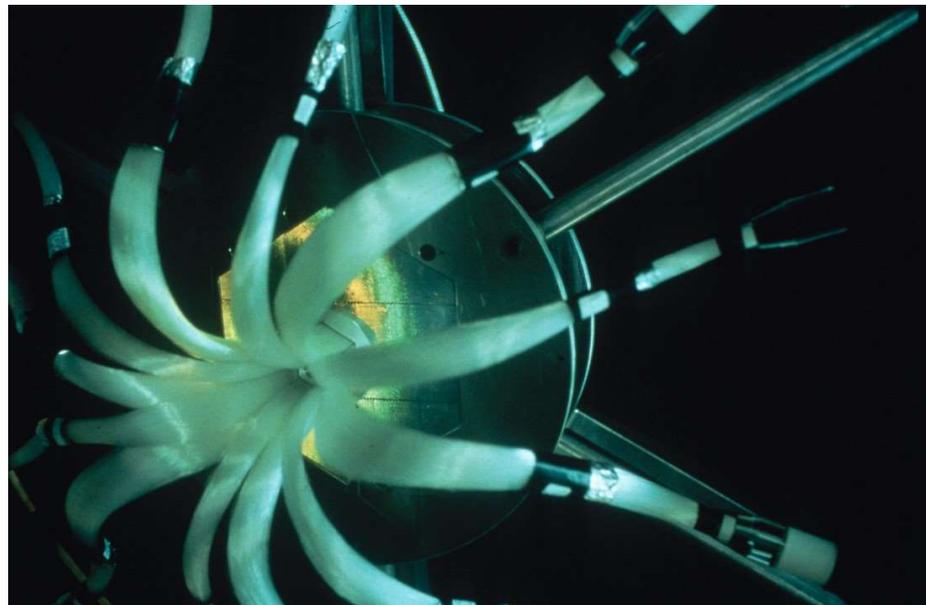
1989-2008 : Les 20 glorieuses ?

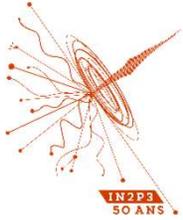
Matière hadronique → Physique des Ions Ultra Relativistes au CERN Programme NA50, NA60

(A. Baldit, J. Castor, P. Force, A. Devaux, G. Lандаud, J. Fargeix, F. Vazeille,)

- Utilisation des faisceaux d'ions lourds ultra-relativistes de 200 GeV/n du CERN
- Collisions permettant d'obtenir des densités de nucléon à 2 GeV/fm³
- Recherche du « Quark Gluon Plasma »

1985 → 1986 Construction calorimètre électromagnétique central et de son système de lecture





1989-2008 : Les 20 glorieuses ?

1987 → 1988 Prise de données :

- **p + Noyau et S + Noyau à 200 GeV/n**
- **P + Noyau à 450 GeV/n**
- Étude de la production de paires de muon
- Observation des spectres de masse et d'impulsion des paires de muon
- Evolution du signal de la résonance J/Psi → **Suppression = Signal du QGP**

1991,1992 → Prise de données S + Noyau à 200 GeV/n

1993 → Préparation de NA50 pour l'utilisation de noyau de Plomb

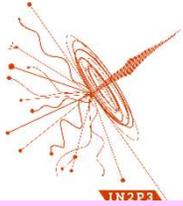
1994 → Prise de Données en Pb à 160 GeV/n

1995,1996 → Prise de Données en Pb+Pb, p+W

.....

2004 → fin du programme expérimental

2004-2008 → transition vers le projet ALICE



1989-2008 : Les 20 glorieuses ?

Sonde Electromagnétique

→ Expérience avec des pions à l'ALS et au SLAC

(P.Y. Bertin, J. Berthot, H. Fonvieille, L. Elouadihri, V. Breton, Y. Roblin, P. Grenier)

1985→1987 (Électroproduction de pions dans la voie inverse)

1987→1989 (Électroproduction de pions au seuil sur le nucléon : $e-p + p \rightarrow e^- + n + \pi^+$)

1991-1993→ Expérience E142 et E143SLAC (V. Breton, H. Fontvieille, PY Bertin, P. Grenier)

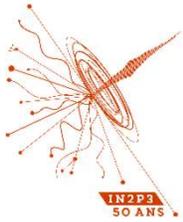
- Mesures de la fonction de structure de spin du neutron

→ Expériences à CEBAF

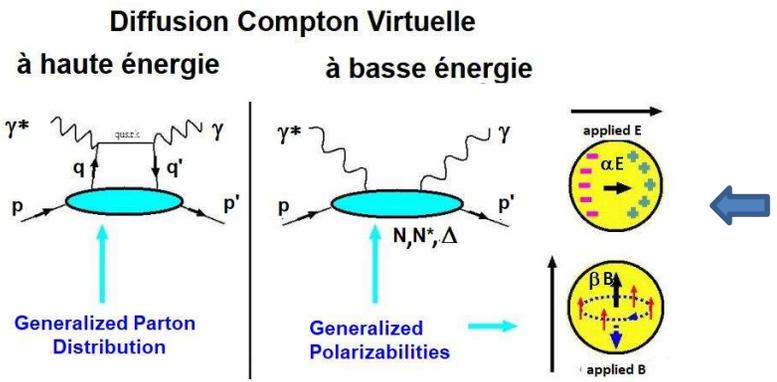
(P.Y. Bertin, H. Fonvieille, B. Michel, J. Berthot, I. Bensafa, A. Camsonne, C. Ferdi, L. Elouadrhri, A. Deur, S. Incerti, Y. Roblin, C. Jutier, O. Ravel, G. Quemeneur, P. Grenier, Ch. Hyde, C. Munoz-Camacho, E. Fouchet)

En 1994 Recommandation de l'IN2P3 pour regroupement des physiciens de ce domaine pour participer à des expériences sur les installations du Jefferson LAB en Virginie aux USA.

dés 1993→ Soumission des premières proposition d'expérience pour des mesures exploratoires sur la Diffusion Compton Virtuelle (DVCS)



1989-2008 : Les 20 glorieuses ?

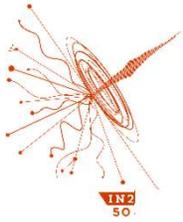


Le DVCS sera étudiée sous tous ces aspects par le groupe Clermontois par de nombreuses expériences au sein de collaboration

1997 → En même temps les expériences réalisées au SLAC en 1992, 1993 (**E142, E143**) sont prolongés par les expériences **E154 et E155** (mesure à plus grand transfert de la fonction de structure en spin du nucléon et des fonctions de structure polarisée du neutron->Thèse S. Incerti 1998)

Cela a impliqué une Grande implication des ITA du LPC à JLAB pour participer à l'instrumentation du Hall A de CEBAF :

- Dés 1994** → Système de mesure précise de l'Energie du faisceau par des micropistes à silicium
- En 2004** → DVCS1 : Système de lecture d'un calo EM (PMT+BaF2 132 voies)
- En 2007** → upgrade de ce système et des PMTs de lectures du calo (208 voie, électronique à échantillonnage, trigger) pour DVCS2 en 2010



1989-2008 : Les 20 glorieuses ?





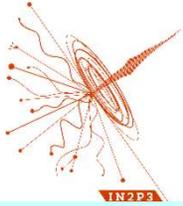
1989-2008 : Les 20 glorieuses ?



Durant ces années → toute une série d'expériences seront programmées à CEBAF
Depuis 2002 → H. Fontvieille participera à un programme sur le VCS à MAMI (Mayence)

Baucoup de publication et thèses traduiront concrètement cette implication

→ Une grande série de physiciens seront recruté à l'issue de leur thèse : V. Breton, G. Quemeneur, S. Incerti, C. Munoz-Camacho, O. Ravel, Y. Roblin, A. Camsonne, L. Elouadrhiri (JLAB), P. Grenier (SLAC) ,



1989-2008 : Les 20 glorieuses ?

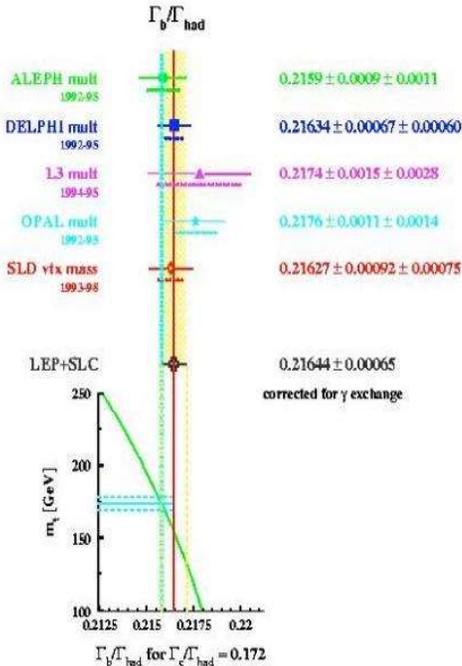
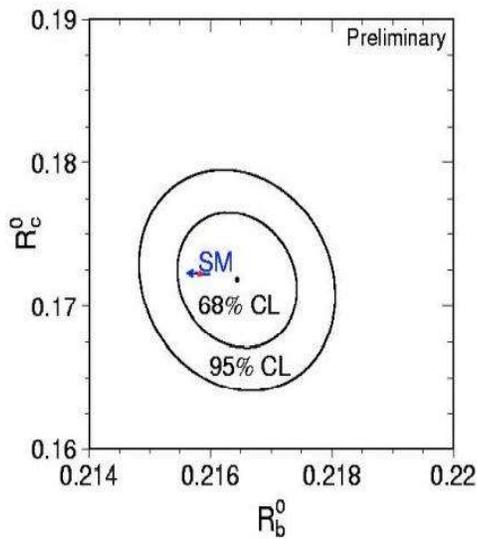
Physique au LEP → Analyses Physiques ALEPH

(Z. Ajaltouni, M. Bardadin, A. Falvard, P. Gay, Ch. Guicheney, P. Henrard, J. Jousset, B. Michel, J.C. Montret, S. Monteil, V. Morenas, D. Pallin, P. Perret, F. Podlyski, J. Proriot, Ph. Rosnet, F. Badaud)

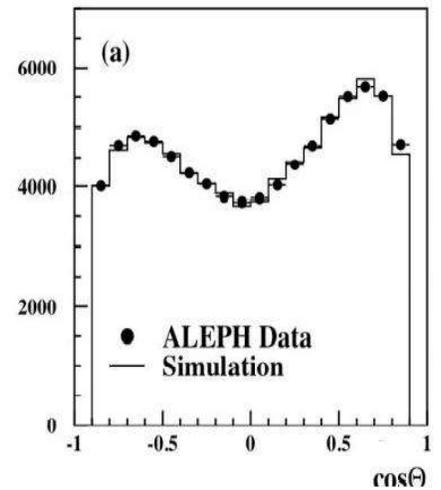
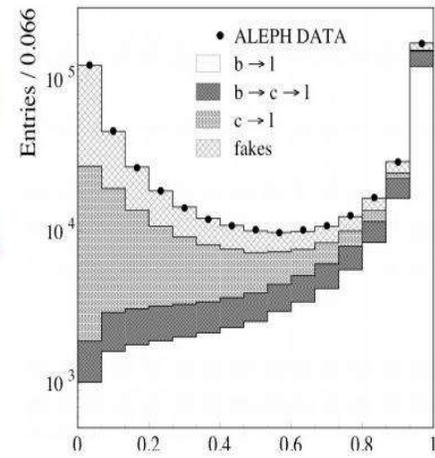
Largeurs partielles du Z en saveurs lourdes

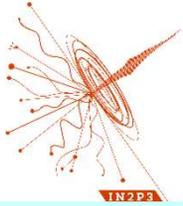
De 1989 au résultat final du LEP

Courtesy from S. Monteil



Analyses basées sur NN

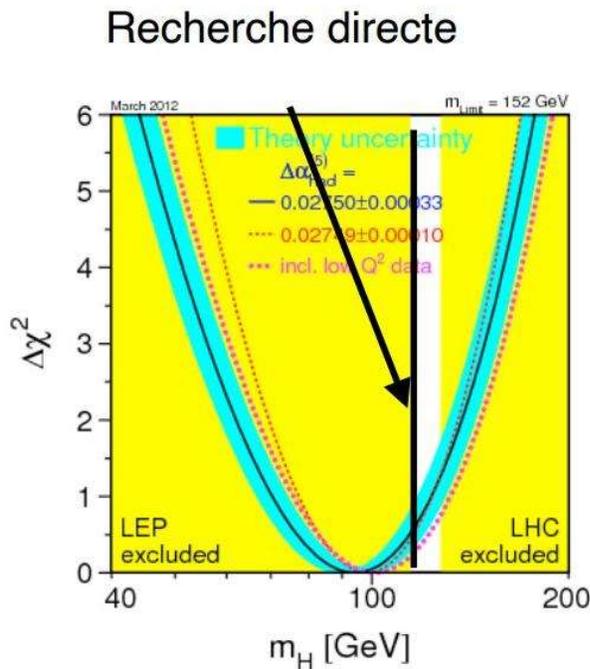




1989-2008 : Les 20 glorieuses ?

Physique au LEP → Analyses Physiques ALEPH

La recherche du boson de Higgs



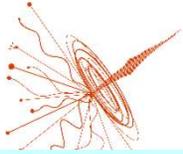
Courtesy from S. Monteil

	Measurement	Fit	$10 \frac{ O^{\text{meas}} - O^{\text{fit}} }{\sigma^{\text{meas}}}$
$\Delta\alpha_{\text{had}}^{(5)}(m_Z)$	0.02750 ± 0.00033	0.02759	0.1
m_Z [GeV]	91.1875 ± 0.0021	91.1874	0.1
Γ_Z [GeV]	2.4952 ± 0.0023	2.4959	0.3
σ_{had}^0 [nb]	41.540 ± 0.037	41.478	1.6
R_l	20.767 ± 0.025	20.742	0.9
$A_{\text{fb}}^{0,l}$	0.01714 ± 0.00095	0.01645	0.8
$A_l(P_\tau)$	0.1465 ± 0.0032	0.1481	0.5
R_b	0.21629 ± 0.00066	0.21579	0.2
R_c	0.1721 ± 0.0030	0.1723	0.1
$A_{\text{fb}}^{0,b}$	0.0992 ± 0.0016	0.1038	2.7
$A_{\text{fb}}^{0,c}$	0.0707 ± 0.0035	0.0742	1.1
A_b	0.923 ± 0.020	0.935	0.6
A_c	0.670 ± 0.027	0.668	0.1
$A_l(\text{SLD})$	0.1513 ± 0.0021	0.1481	1.5
$\sin^2 \theta_{\text{eff}}^{\text{lept}}(Q_{\text{fb}})$	0.2324 ± 0.0012	0.2314	0.8
m_W [GeV]	80.385 ± 0.015	80.377	0.5
Γ_W [GeV]	2.085 ± 0.042	2.092	0.2
m_t [GeV]	173.20 ± 0.90	173.26	0.1

March 2012

Baucoup de publication et thèses traduiront concrètement l'implication dans Aleph

Jusqu'en 2020 → grande production scientifique et universitaire sera obtenue des résultats d'Aleph
 plusieurs physiciens seront recruté à l' issu de leur thèse : F. Podlyski, V. Morenas, Ch. Guicheney, Ph Rosnet, F. Badaud



1989-2008 : Les 20 glorieuses ?

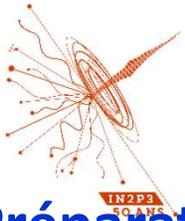
Préparation des Expériences au LHC → ATLAS, ALICE, LHCb

ATLAS

- 1990 → Participation aux programmes de R&D sur la calorimétrie RD1 -> RD34
 - Protocollaboration EAGLE -> ATLAS -> préparation à la physique
 - R&D Système de lecture Tilecal (PMT+électronique+calibration par laser)
- 1996 → Proposal final (TDR) pour **un calorimètre à Tuiles Scintillantes (TILECAL)**
- 1997 → Début production
- 2002 → Fin production
- 2003 → Transport et montage au CERN
- 2005 → fin commissioning « Tiroir électronique » du Tilecal au CERN
- 2006,2007 → Modification HV + électronique
- 2007 → **Fin installation dans « caverne »**
- 2008 → Fin commissioning Laser dans DAQ

ALICE

- 1994 → Participation au projet de **spectromètre dimuon ALICE**
 - Regroupement des physiciens impliqués sur FOPI, NA50, DLS
 - Étude de l'absorbeur → manip Test
 - Trigger Dimuon
- 1997 → R&D RPC
- 2003 → Test RPC grande surface au CERN
- 2005 → Fin production RPC et validation carte électronique associée
- 2007 → **Fin installation dans « caverne »**



1989-2008 : Les 20 glorieuses ?

Préparation des Expériences au LHC → ATLAS, ALICE, LHCb

LHCb

1997 → Participation à la lettre d'intention LHCb

- Participation à la conception du **détecteur de « pied de Gerbe »** (PMT+électronique frontale et premier niveau de déclenchement)
- **Unité de décision (LODU)**

2002 → Prototype électronique preshower et LODU

2007 → Fin installation dans « caverne »

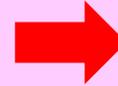
Janvier 1997 ATLAS

Février 1997 ALICE

Septembre 1998 LHCb

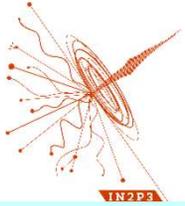


2008 → Démarrage LHC



2009 → 2013 Run 1





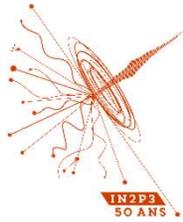
1989-2008 : Les 20 glorieuses ?

Préparation des Expériences au LHC → ATLAS, ALICE, LHCb

Enorme travail de production au laboratoire avec 3 expériences LHC pratiquement en même temps

→ Recours à de nombreux vacataires (comme les microscopistes des années 60 !!!)





2008-2021 : La dernière décennie

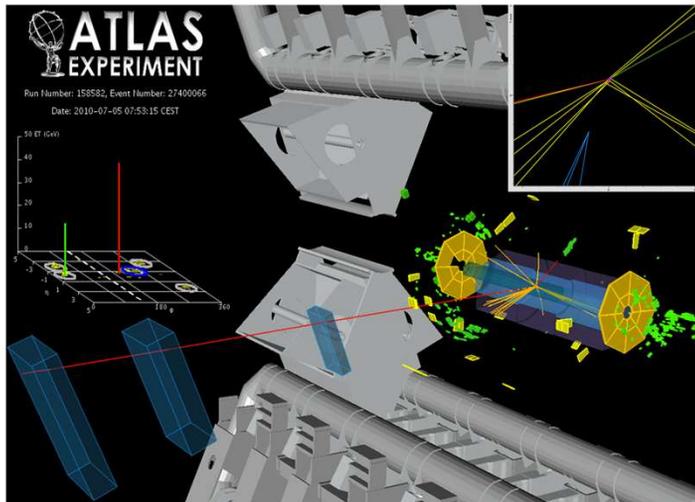
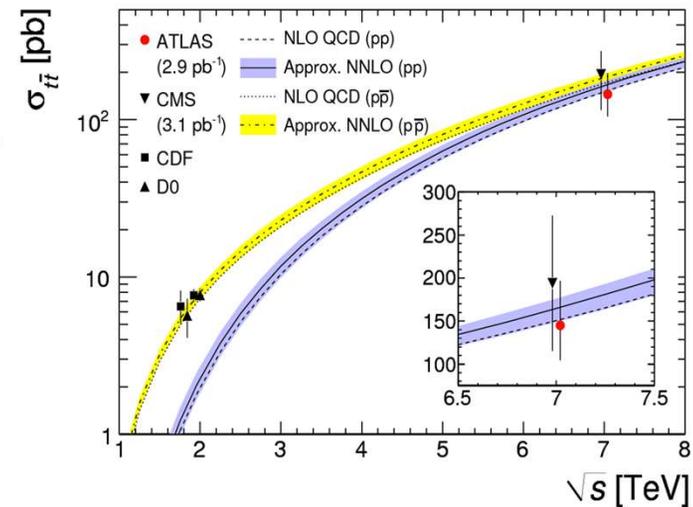


2008-2021 : La dernière décennie

Résultats du Run 1 du LHC → ATLAS

ATLAS AU RUN 1 DU LHC

- ▶ Le LHC est une **usine à Quark Top**. le Run 1 a été marqué par la redécouverte du quark Top et par la mesure de ses **propriétés**:
- ▶ Section efficace de production et masse mesurées dès les premiers picobarns de données
- ▶ **10 millions** de quarks Tops produits



- ▶ Sa masse unique, ses couplages en font une sonde privilégiée pour la **recherche de nouvelle Physique**

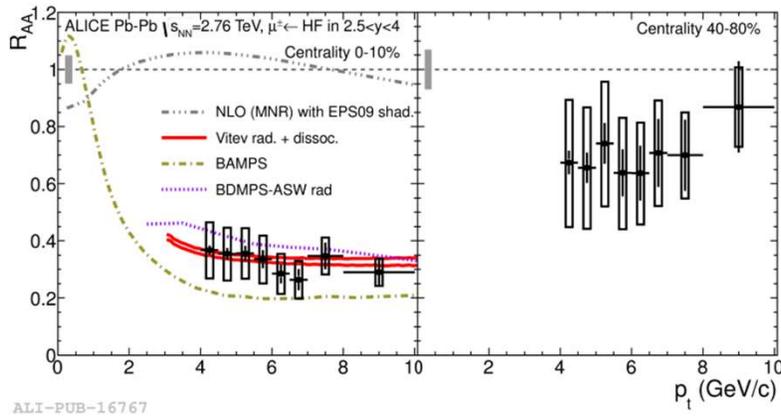


2008-2021 : La dernière décennie :

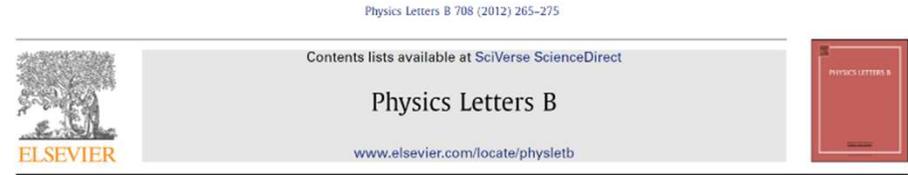
Résultats du Run 1 du LHC → ALICE

ALICE @ LPC – Run 1

- Saveurs lourdes dans les collisions proton-proton, **Phys. Lett. B 708 (2012) 265**.
Première publication de physique ALICE 100% clermontoise. Accepté par Phys. Lett. B en 2 jours ouvrés.
- Saveurs lourdes dans les collisions plomb-plomb, **Phys. Rev. Lett. 109 (2012) 112301**
- Y dans les collisions proton-proton, **Eur. Phys. J. C 74 (2014) 2974**
- Mésons D et J/Ψ dans les collisions proton-proton, **Phys. Lett. B 712 (2012) 165**



ALI-PUB-16767



Heavy flavour decay muon production at forward rapidity in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV [☆]

ALICE Collaboration

ARTICLE INFO

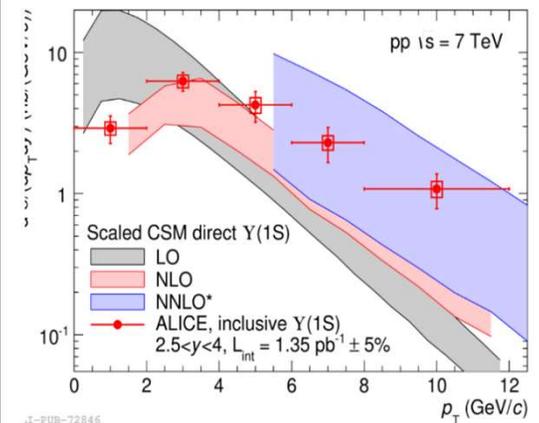
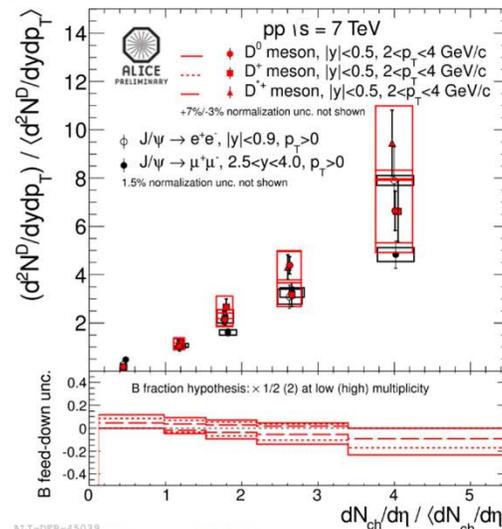
Article history:
Received 20 January 2012
Accepted 24 January 2012
Available online 28 January 2012
Editor: I. Rolandi

Keywords:
LHC
ALICE experiment
pp collisions
Single muons
Heavy flavour production

ABSTRACT

The production of muons from heavy flavour decays is measured at forward rapidity in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV collected with the ALICE experiment at the LHC. The analysis is carried out on a data sample corresponding to an integrated luminosity $L_{int} = 16.5 \text{ nb}^{-1}$. The transverse momentum and rapidity differential production cross sections of muons from heavy flavour decays are measured in the rapidity range $2.5 < y < 4$, over the transverse momentum range $2 < p_T < 12$ GeV/c. The results are compared to predictions based on perturbative QCD calculations.

© 2012 CERN. Published by Elsevier B.V. Open access under [CC BY-NC-ND license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



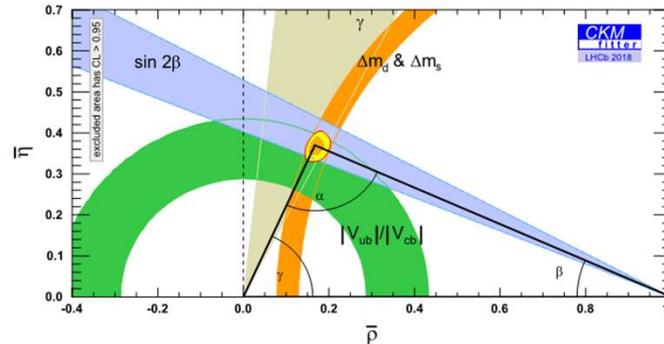
ALI-PUB-72846



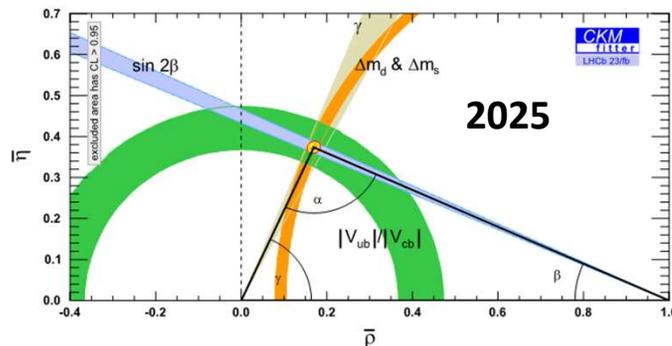
2008-2021 : La dernière décennie

Résultats du Run 1 du LHC → LHCb

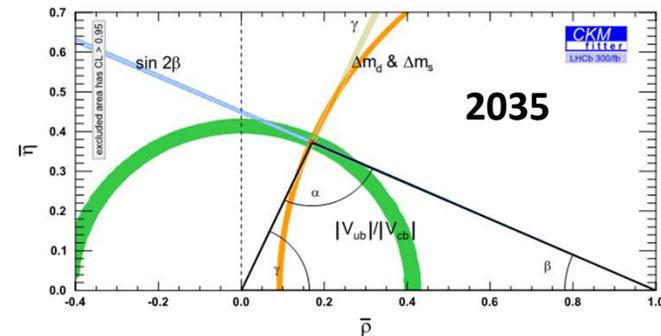
Triangle CKM et LHCb tout seul



2018

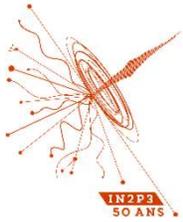


2025



2035

- **2013** : premier papier LHCb LPC « Measurement of the ratio of branching fractions $BR(B^0 \rightarrow K^{*0} \gamma)/BR(B_s^0 \rightarrow \phi \gamma)$ and the direct CP asymmetry in $B^0 \rightarrow K^{*0} \gamma$ » Nuclear Physics, Section B 867 (2013), pp. 1-18
- **Automne 2016** : papier « First Experimental Study of Photon Polarization in Radiative B_s^0 Decays » Phys. Rev. Lett. 118, 021801



2008-2021 : La dernière décennie

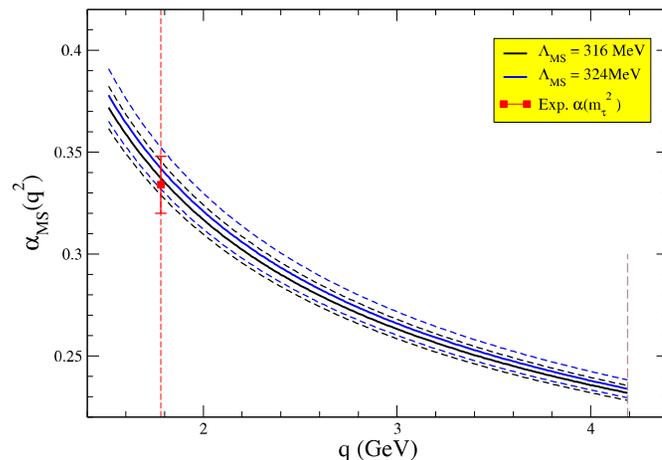
Les activités de recherche du LPC sont organisées maintenant selon quatre pôles :

- ➔ **Particules et Univers.** Dont l'ouverture sur une activité de **Cosmologie** (LSST voir talk E. Gangler)
- ➔ **Quarks et Noyaux.** En cours de prospective pour la prochaine génération d'expériences (voir talk S. Monteil)
- ➔ **Théorie.** Activité en théorie existante depuis les années 70 (JJ Dugne, J Proriol) mais qui a été renforcé régulièrement depuis 1995

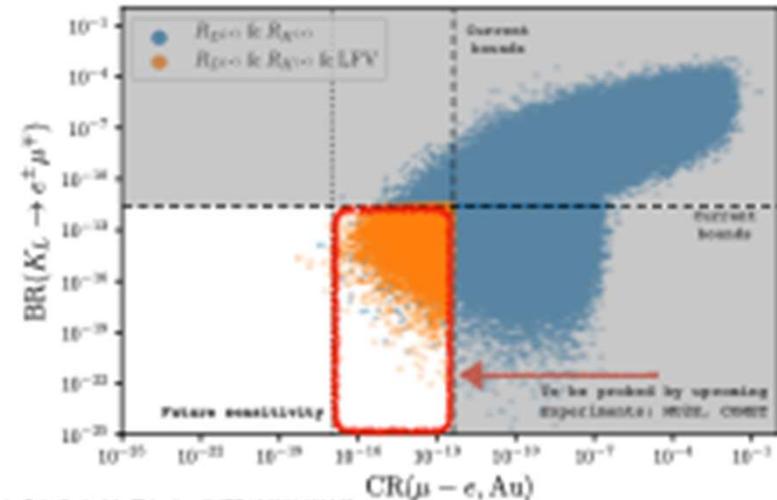
Création de l'équipe: J.-J. Dugne, J.-F. Mathiot (1995), J. Orloff (1997), V. Morenas (1999)

Interaction forte : front de lumière et QCD sur réseau

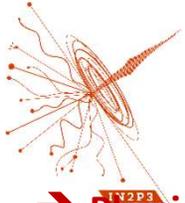
Exemple: évolution de la constante de couplage forte α_s de m_B à m_τ



- **Evolution:** N. Mahmoudi (2008-2014), A. Teixeira (2009), A. Goudelis (2019)
- **Phénoménologie des saveurs (quarks et leptons)**
Exemple: un modèle de leptokuark expliquant les anomalies de désintégration du B sera fortement contraint par les transitions entre leptons $\mu - e$



C. Hais, JK, J. Orloff, A. M. Teixeira [HEP12(2016)006]



2008-2021 : La dernière décennie

→ **Physique pour la santé et l'environnement.**

Opportunité de la fusion des deux universités Clermontoises et de l'accueil de Biologistes pour une restructuration des activités notamment autour de thème Santé (**voir talk L. Maigne**) et Environnement (**voir talk V. Breton**).

Mais activité sous jacente depuis les années 70 mais qui a pris de l'ampleur en 2001 à la création des équipes PCSV et AVIRM :

1974

J.L. Irigaray + J.C. Capelani (INSERM) → Utilisation neutron en physique médicale

D.B. Isabelle + G. Meyniel + JM. Dolly (Fac Médecine) → Etude de l'action des particules ionisantes sur la rétine

1976

D.B. Isabelle + J.J. Bard (Fac Médecine) → mise au point de méthode d'analyse scintigraphique

1977

J.L Irigaray Dosage du calcium, phosphore et azote dans biopsie d'os iliaque

1978

D.B Isabelle + A. Veyre (CJP) → Etude de la tomoscintigraphie au CJP

1980

D.B. Isabelle + G. Meyniel + A. Veyre (CJP) → Méthode de tomographie axiale transverse par émission d'un photon
→ Etude d'une gamma caméra

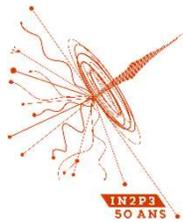
1981

J.L. Irigaray + J.C Capelani (INSERM) → Dosage trace par activation neutronique (fluor dentaire, arsenic eaux thermales)

.....

1994-1997 Thèse E. Jallot (Biomatériaux)

2002 Recrutement E. Jallot → Equipe Biomateriaux



Morale de ces soixantes ans ...

- **Au cours de ces soixante années... Les personnels du laboratoire ont su :**
 - ➔ **Se remettre en cause et évoluer au fur et à mesure de la vie du laboratoire..**
 - ➔ **Acquérir de nouvelles techniques...**
 - ➔ **Pour les utiliser pour construire des instruments performants...**
 - ➔ **Tenir leurs engagements au sein de collaborations..**
 - ➔ **Mais également avoir un œil sur le futur..**
 - ➔ **Et faire profiter de leur savoir et savoir-faire pour transmettre auprès des plus jeunes (étudiants, doctorants..) par le biais de l'enseignement au sein de l'UCA**