

Pôle accélérateurs et sources d'ions

Contexte



- LPSC (anciennement ISN): cyclotrons SARA en exploitation jusqu'en 1998
- A l'arrêt des cyclotrons, équipe machine : évolution dans le monde des accélérateurs avec orientation vers
 - Petites machines de forte intensité : pour le groupe des Réacteurs hybrides
 - Accélérateurs de linéaires de haute intensité
 - conception générale de machine et calculs de faisceau
 - investissement dans la radiofréquence
 - Applications pour le médical
 - Accélérateurs d'ions radioactifs, faisceaux de neutrinos...
- En parallèle, création du Service des Source d'Ions
 - Développement des sources à la Résonance Cyclotronique Electronique
 - Multiples applications : de la physique à l'industrie
- Compétences
 - Dynamique de faisceau, conception de machines, optique ionique (magnétique et électrostatique), caractérisation des faisceaux
 - Radiofréquence, haute fréquence, magnétisme
 - Sources d'ions, champs magnétiques intenses, caractérisation magnétique
 - Haute tension jusqu'à 250 kV, courants forts, vide, alignement...

Pôle accélérateurs et sources d'ions



- Service Accélérateurs et Service des Sources d'ions du LPSC
 - Synergie de compétences et d'activités
 - Implication sur des projets et programmes communs
- Depuis 2008, regroupement progressif, demandé par l'IN2P3, pour
 - Obtenir une taille critique & rassembler les compétences pour construction accélérateurs
 - Répondre globalement aux appels d'offre de la communauté
 - Meilleure visibilité au niveau national
 - Renforcement du volet académique à terme
- Effectifs : 23 personnes en 2010
 - Permanents : 1 PR, 6 IR (1 CEA), 4 IE, 3 AI, 1 T
 - CDD : 2 IR, 3 AI, 1 T
 - 2 doctorants
- Moyens
 - Techniques
 - 7 lignes électrostatiques
 - laboratoire RF et salle propre
 - laboratoire pour traitements de surfaces, aires pour montages expérimentaux
 - Financiers
 - CNRS/IN2P3, projets, programmes européens, ANR, région



Thématiques



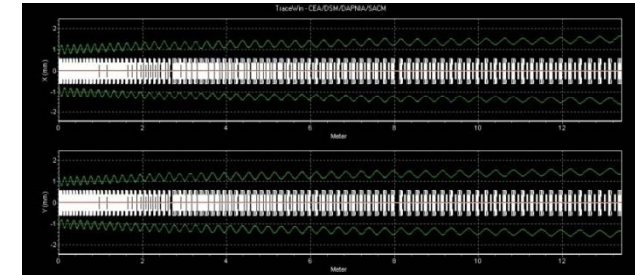
- Thématiques de physique du laboratoire
 - Hadrons et noyaux. Energie nucléaire
 - ADS Pilotage des réacteurs par accélérateurs (GUINEVERE)
 - Nouvelle filière réacteurs à sels fondus – cycle du thorium, sections efficaces n (GENEPI-2)
 - Ions radioactifs accélérés (SPIRAL2, ISOLDE)
 - Quarks et leptons
 - CERN : LINAC4, LHC
 - Astro-particules et cosmologie
 - Détection des wimps (MIMAC)
 - Production de faisceaux de neutrinos (EURO-nu)
- Recherche et Développement sur les accélérateurs
 - R&D amont sur les accélérateurs
 - Sources d'ions du futur
- Applications industrielles et médicales
 - Plasmas et faisceaux d'ions pour les traitements de surfaces
 - Implantation ionique
 - Accélérateurs spécifiques des applications médicales
 - Faisceaux d'ions pour la hadronthérapie

- Programmes de R&D
 - Ressources techniques au sein du pôle
 - Support des services techniques du laboratoire
- Projets de construction
 - Collaborations nationales (IN2P3, CEA, GANIL, LNCMI)
 - Collaborations internationales (CERN, Russie, Japon ...)
- Développement et exploitation de machines pour la physique
- Valorisation et applications industrielles
- Production scientifique

R&D Dynamique de faisceau



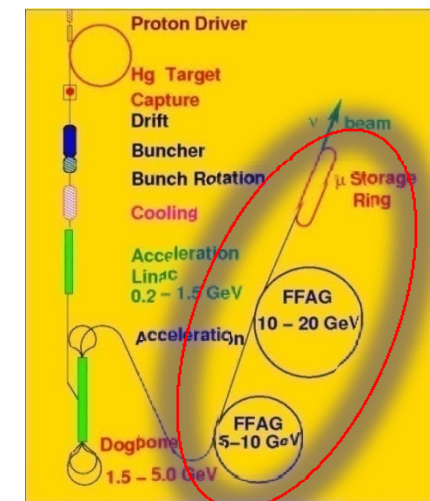
- Accélérateurs linéaires de haute intensité
 - Faisceaux de protons intenses pour la structure LINAC4, injecteur pour le LHC
 - 2005-2008, 0.7 FTE par an FTE : Full Time Equivalent
 - Etudes pour le CERN des imperfections de structure de LINAC4
 - Etudes d'erreurs statistiques
 - Détermination des tolérances de fabrication



Enveloppe de faisceau dans le DTL de LINAC4

Workshops intl : 2 oraux + 1 poster
4 workshops annuels (HIPPI)
1 rapport recherche (CDR LINAC4)

- Usines à neutrinos
 - Etudes du stockage des faisceaux de muons pour le concept d'usine à neutrinos
 - 2004-2008, 0.7 FTE par an
 - Design des accélérateurs et anneau de stockage des muons
 - Optimisation de l'efficacité du système
 - Minisation du coût de l'installation
 - Etudes de plusieurs techniques d'acc. (RLA,FFAG,VFCS)
 - 1 doctorant (Thèse soutenue en 2007)



Usine à neutrinos

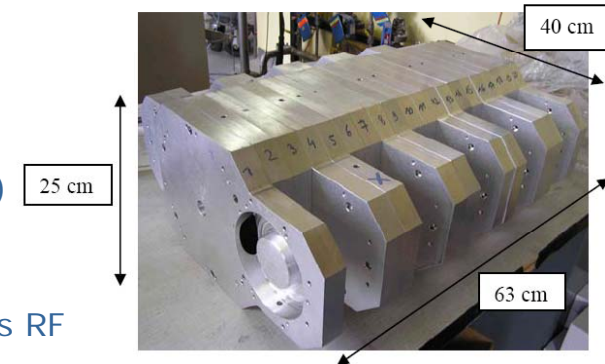
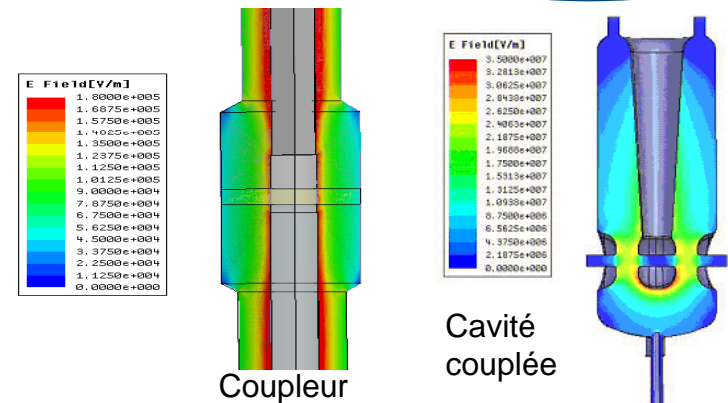
Conférences/workshops intl: 5 oraux + 6 posters

- **Coupleur RF pour LINAC supra (SPIRAL2)**
 - 2003-2007, 3.5 FTE par an
 - Puissance 40 kW CW, 88 MHz
 - Conception et test de prototypes pour deux technologies (céramique disque/cylindrique)
 - Maximisation de la puissance transmise
 - Optimisation des champs (pertes thermiques, tenue en champ)
 - Définition du couplage avec les cavités

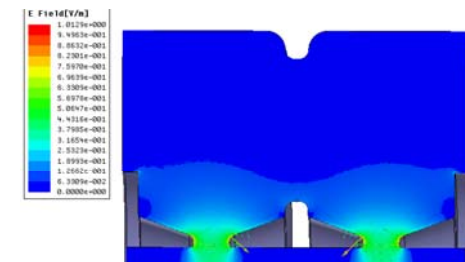
Conférences/workshops intl : 1 oral + 2 posters

- **Cavités pour LINAC protons intenses (LINAC4)**
 - 2004-2008, 0.7 FTE par an + étudiants (0.25 FTE/an)
 - A couplage latéral (cycle utile 10%, 700MHz)
 - Définition/Modélisation/conception
 - Définition et mise en oeuvre de la mesure des paramètres RF (mono et multi-cellules)
 - Définition de procédures de réglage fin
 - Réalisation d'un prototype 20 cellules
 - PIMS (π -Mode Structure)
 - Calcul éléments finis du modèle du CERN à 704.4 MHz et à 352.2 MHz

8 workshops semestriels (HIPPI)
3 rapports Europe (livrables)

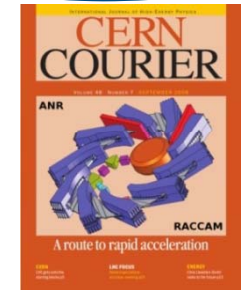


Prototype cavité à couplage latéral

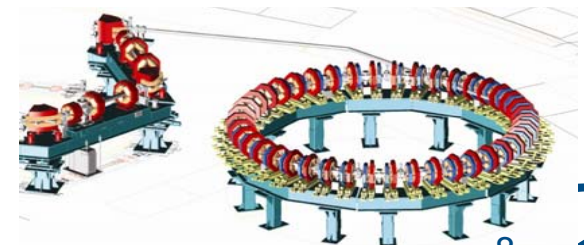


Cavité PIMS

- Recherche en ACCélérateur et Applications Médicales (RACCAM):
"synchrotron à champ fixe et application : synchrotron médical 2^{de} génération"
 - Projet porté par le LPSC, financé par l'ANR (2006-009)
- Réalisations et résultats
 - Prototypage aimant FFAG : secteur spiral, du design aux mesures magnétiques
 - Application en hadronthérapie (*cf section interdisciplinaire*)
 - Design anneau protons ~200 MeV, énergie variable, extraction multiple, cyclage 200Hz
 - R&D médicale fortes doses
 - Collaboration à la R&D usines à neutrinos
 - International Scoping Study NuFact
 - Maquette d'accélérateur de muons EMMA (UK)
- Moyens
 - Dotation ANR 485 k€, budget total ~2.25 M€
 - 3 partenaires : LPSC, SIGMAPHI, CHU-Grenoble
 - LPSC :
 - 1 FTE par an
 - 1 doctorant, 1 post-doc, 7 étudiants: 3.5 FTE par an



Aimant RACCAM



EMMA (Daresbury)

5 Publications

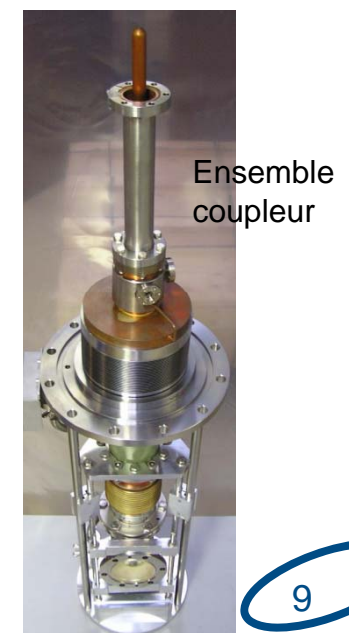
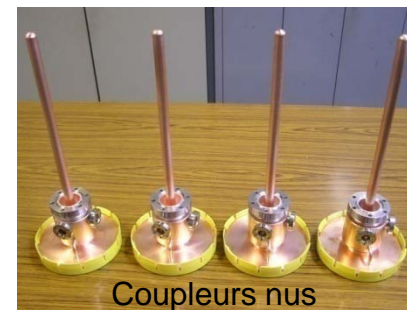
Conférences/workshops intl: 6 oraux + 13 posters

Construction RF

Coupleurs de puissance pour Spiral2

- Après R&D et prototypage, production de la série de coupleurs de puissance
 - Achat, contrôle, préparation et conditionnement en salle propre de 30 coupleurs (2008-2011)
 - Conception, achat et montage de 26 systèmes d'adaptation mécanique et compensation (thermique, barométrique, ..)
 - Responsabilité des coupleurs SPIRAL2
- Réalisations
 - construction d'une salle propre et bancs de test & conditionnement RF automatisés
 - 8 coupleurs prototypes réalisés, dont 3 testés et validés sur cryomodule
 - 3 coupleurs de série préparés, 5 coupleurs de série en préparation au LPSC
 - 26 systèmes d'adaptation assemblés
- Moyens
 - Salle propre : 25 m², classe ISO7
 - 2.5 FTE par an pour 2008-2011
 - Coût total ~ 600 k€
 - Collaboration IN2P3 et CEA

Conférences/workshops intl : 3 oraux + 5 posters



Construction accélérateurs GENEPI-3C pour le programme GUINEVERE



- Conception et réalisation d'un accélérateur de deutons pulsé et continu pour le réacteur nucléaire VENUS (SCK•CEN) pour les études d'Accelerator Driven System (ADS, ou réacteur piloté par accélérateur)
- Résultats et réalisations
 - Conception et construction de l'accélérateur (250 keV)
 - Mise en oeuvre d'une source d'ions intense pulsée et continue au LPSC
 - Fabrication, montage et mise en oeuvre de l'accélérateur au LPSC
 - Transfert, remontage au SCK-CEN
- + SCK•CEN : autorisation de mise en service de l'accélérateur et de couplage (déc. 2009)
- Moyens
 - Accélérateur : collaboration IN2P3 menée par le LPSC avec IPNO, LPC Caen, IPHC-DRS
 - 10 FTE par an pour le LPSC depuis 2007
 - 40 FTE pour l'IN2P3 au total
 - Collaboration pour le programme GUINEVERE : SCK•CEN, CEA/DEN
 - Coût ~ 3 M€



Source d'ions



GENEPI-3C au LPSC



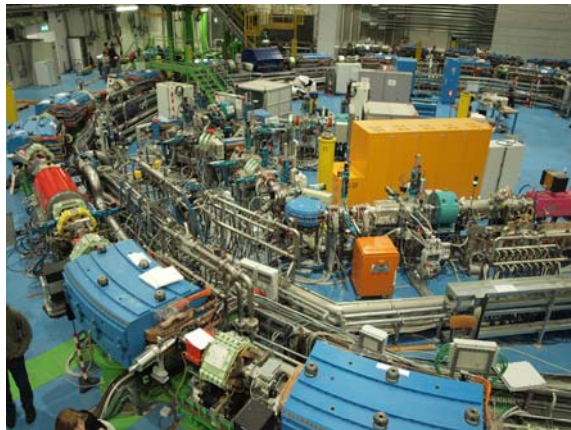
GENEPI-3C au SCK•CEN (BE)



Construction accélérateurs CNAO



- Participation du LPSC à la construction et mise en œuvre du synchrotron médical CNAO à Pavia (Italie) depuis 2004
- Réalisations
 - Mesures magnétiques des dipôles de l'anneau
 - Calculs de dynamique de faisceau
 - **Présentation globale dans la section interdisciplinaire**
- Moyens (pôle)
0.5 FTE par an 2005-2009

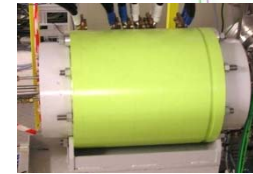
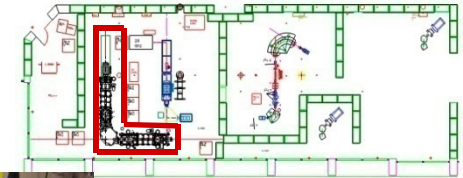


Publication prévue sur les mesures magnétiques

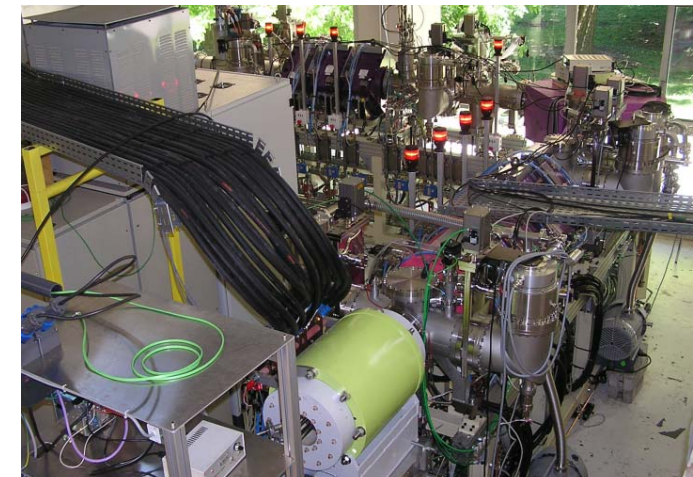
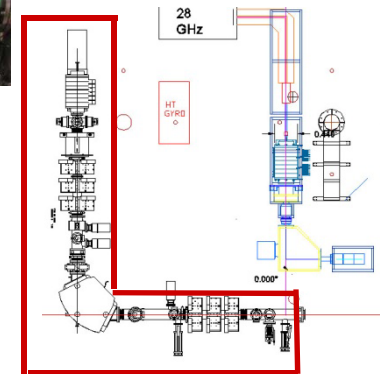
Construction accélérateurs Ligne Basse Energie pour Spiral2



- Source d'ions $q/A=1/3$ et sa ligne d'analyse (LBE): construction, tests et validation
 - Projet multi laboratoires CEA-IN2P3
 - 2007-2012
 - Responsabilité construction LBE
- Réalisations
 - Coordination interventions, tests préliminaires
 - Modification source PHOENIX V2 pour production 1 mA O_6^+ @ 60 kV (tenue HT, système d'injection HF et extraction des ions)
 - Préparation infrastructure et réaménagement du hall expérimental SSI
 - 1er faisceau transmis et analysé en mai 2009
 - 1er tronçon de Spiral2 construit à ce jour
- Moyens
 - LPSC : 2.5 FTE /an
 - Collaboration LPSC-IPNL-IRFU-GANIL-IPHC
 - ~ 30 k€/an



Phoenix V2



5 publications

Conférences intl.: 2 oraux+ 1 poster + 2 oraux invités SPIRAL2 week

Invitation aux journées accélérateurs 2007, expert invité ECR WorkShop FRIB

1^{er} faisceau analysé sur LBE
LPSC, mai 2009

R&D et construction sources

Sources d'ions lourds multichargés



- Développement d'une source ECR hybride performante

- Concurrencer les sources supraconductrices (LBNL-USA 28 GHz, Lanzhu-China 24 GHz) par une source hybride (aimants permanents + bobines HTS)
- Concevoir, réaliser, tester une source d'ions ECR 28 GHz pouvant produire 1 mA d'Ar¹²⁺
- Responsabilité source d'ions stables SPIRAL2 (2004-2012)

- Réalisations

- Conception d'A-PHOENIX avec une structure magnétique innovante (2005-2006):
 - solénoïdes supraconducteurs HTS (3T)
 - hexapôle à aimants permanents « 3 couches » et chambre à plasma spéciale (fer => 2T)
- Système de protection contre les quenches des aimants HTS
- 1er plasma en août 2007
- Commissioning à 18 GHz (Etude couplage micro-ondes)

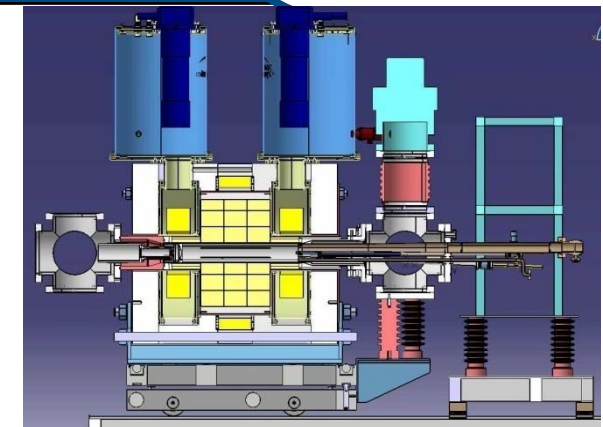
- Moyens

- 2.5 FTE /an sur 2005-07
- 500 k€ depuis 2004 (multi financement)

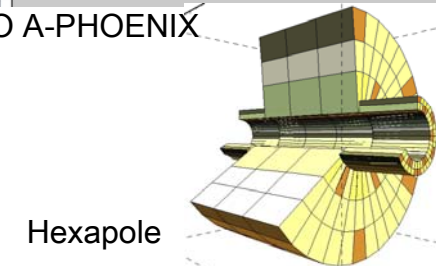
5 publications

Conférences intl: 2 oraux+ 1 poster + 2 oraux invités SPIRAL2 week

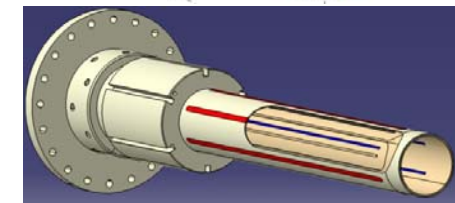
Invitation aux journées accélérateurs 2007, expert invité ECR WorkShop FRIB



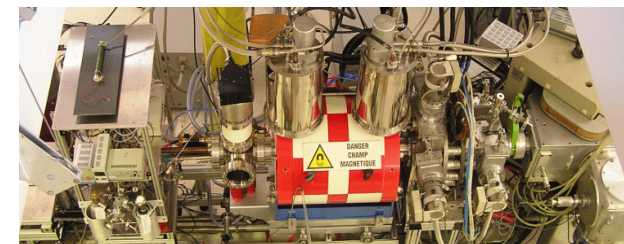
CAO A-PHOENIX



Hexapole



Chambre plasma avec fer



Banc A-Phoenix

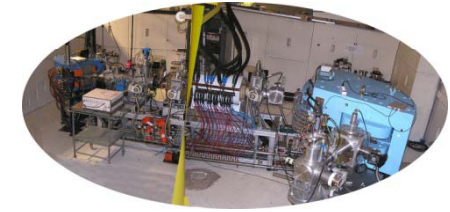
R&D et construction sources

Booster de charge



- Accélérateurs d'ions radioactifs (ISAC, SPIRAL2, CARIBU, ISOLDE, SPES) 1996-2013

- Méthode développée au LPSC pour multi-ionisation des ions 1+ radioactifs
 - Efficacité, temps de réponse, qualité optique des faisceaux
- Responsabilité Booster de charge SPIRAL2



Banc de test Booster

- Réalisations 2006-2009

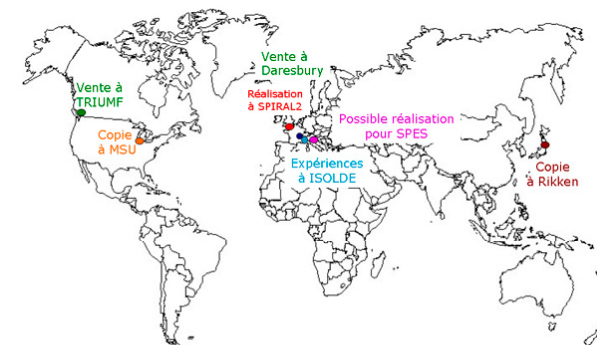
- Expériences en stables au LPSC
 - Etude de la capture des éléments légers, injection de molécules
 - Modifications pour injection de deux fréquences ECR (14+18 GHz)
 - Simulation des trajectoires ioniques à partir des mesures d'émittance
 - Etude d'une source 1+ (COMIC)
- Expériences en radioactifs CERN-ISOLDE IS397
 - Etudes en continu et en pulsé
 - Confirmation des résultats LPSC
 - Physique: purification des faisceaux (^{48}Ar decay measurement)
- Activités dédiées SPIRAL2
 - Etablissement de la méthode de réglage de l'accélérateur (gaz)
 - Étude des opérations de maintenance en zone jaune (accès limité)
 - Pré études des principes de nucléarisation



Expérience IS397

- Moyens

- 25 k€/an
- 1.5 FTE pôle/an, 2 FTE Service Techniques/an



7 publications

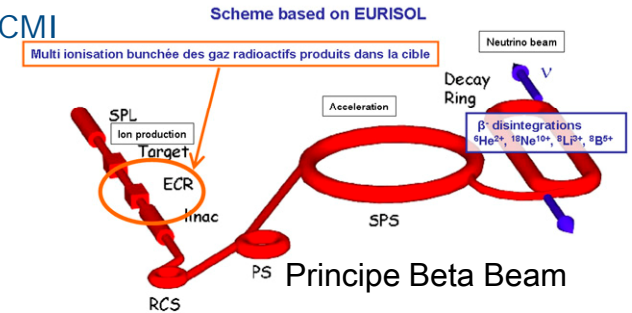
Conférences intl: 3 oraux invités + 3 oraux invités SPIRAL2 week

Expert invité revue de projet ANL

R&D et construction sources Faisceaux d'ions pulsés

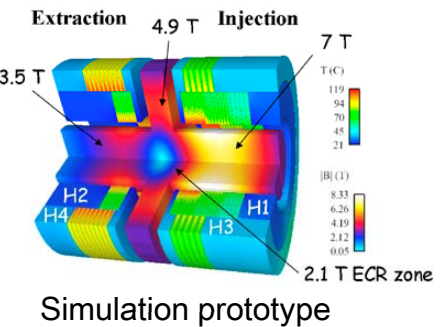
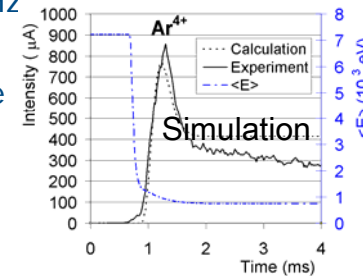
- Conception d'une source ECR pour Beta beams (ionisation efficace pulsée)

- Prototypé de source basé sur les techniques de champ intense du LNCMI
- Faisceaux pulsés (100 μs , 10 Hz) extraits de sources ECR à 18, 28 et 37.5 GHz puis 60 GHz (première mondiale)



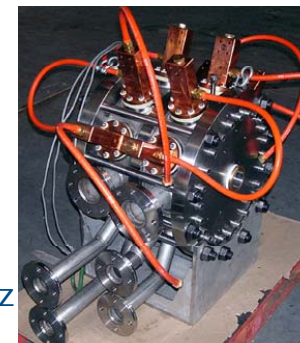
- Réalisations

- Participation à l'élaboration d'un modèle théorique décrivant la création d'un plasma ECR
- Design et réalisation d'un prototype de source ECR 60 GHz avec polyhélices (unique au monde)
- Adaptation d'un site du LNCMI pour accueillir le prototype
- Design et achat spectromètre
- Demande de champ à EUROMAGNETII (15 jours), contrat ISTC pour construction gyrotron 60 GHz et programme expérimental
- Collaborations
 - Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses (INP, CNRS, Grenoble)
 - Prog. Intl Collaboration Scientifique 2006-2008 Institute of Applied Physics, Nizhny Novgorod (Russie)



- Moyens 2006-2009

- 1.5 FTE/an dont 1 CDD IR (2007-2009) + Ser. Tech.
- 500 k€ sur 2006-2009 dont salaire CDD et coût gyrotron 60 GHz



Prototype 60 GHz



Site LNCMI M5 modifié

Développement et exploitation d'accélérateurs pour la physique

- GENEPI-2

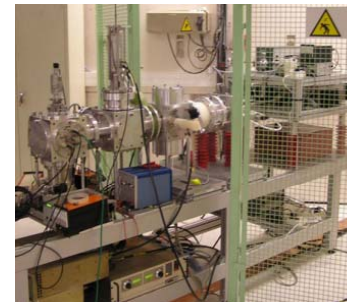
- Mesures de sections efficaces neutroniques (plateforme PEREN)
- Depuis 2004, pour les groupes du LPSC, de l'IN2P3 et d'Europe
- Cibles (D, T) et différents blocs ralentisseurs (plomb, graphite, téflon)



GENEPI-2



Channeltron



Version 1
Filtre Wien



Version 2
spectromètre

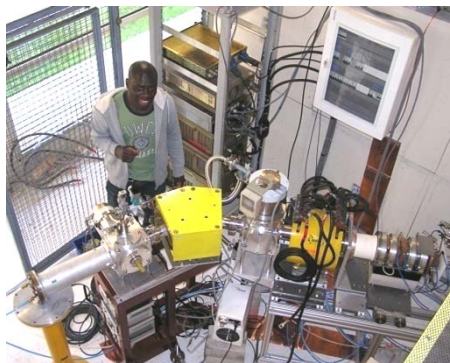
- MIMAC

- Développement d'une nouvelle technique de détection (groupe PLANCK-MIMAC)
- Conception – construction - tests source d'ions et ligne d'analyse (ions 1+ et 2+) de 100 eV à 100 keV
 - version 1: filtre de Wien, version: 2 spectromètre de masse (Pb. neutres)
- Principe de la mesure d'énergie par temps de vol

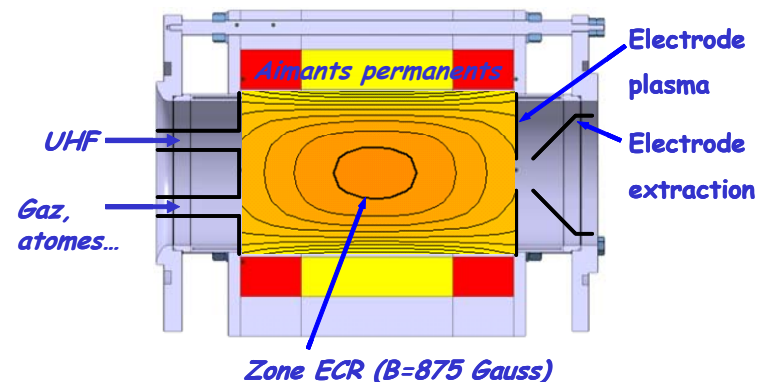
Valorisation

Sources ECR pour implantateurs d'ions

- Remplacement des sources à filament par sources ECR (zéro maintenance)
 - Développement de sources de protons intenses
 - 2008-2010
- Réalisations
 - Etude du marché (applicable aux implantateurs spécifiques)
 - Design & Test d'une Source d'ions à aimants **PER**manents et **EX**traction **D**ipolaire (SPEED) reproduisant les faisceaux pour implantateurs
 - Construction d'un banc de test dédié aux forts courants
 - Tests de MONO 1000 pour la production de faisceaux de protons (>10 mA)
- Moyens
 - Thèse BDI CNRS/Pantechnik (2008-2010)
 - 1.5 FTE dont 1 BDI, 20 k€



Banc d'étude forts courants



Design source SPEED

Valorisation sources d'ions radioactifs : COMIC

- Développement d'une mini source ECR de plasma et d'ions
 - Source de base COMIC sous vide & à très faible coût
 - 2008-2009
- Réalisations
 - Mini-décharge ECR 2.45 GHz (3 x 3 x 3 cm)
100 mW–10 W émetteur à transistor type téléphone portable ~
centaines d' Euros
 - Injecteur 1+ pour booster (SSI/LPSC)
 - Focused Ion Beams (FIB) / nanotechnologies (Orsay Physics)
 - Faisceaux de neutres (LCAM/PSUD)
- Moyens
 - 1 salle pour COMIC
 - ~ 1.7 FTE par an pour 2008-2009
 - Coût : 10 K€ (+ coût Brevet)
 - Collaboration LCAM, Orsay physics, SSI 1+/n+



Source COMIC



Banc de test

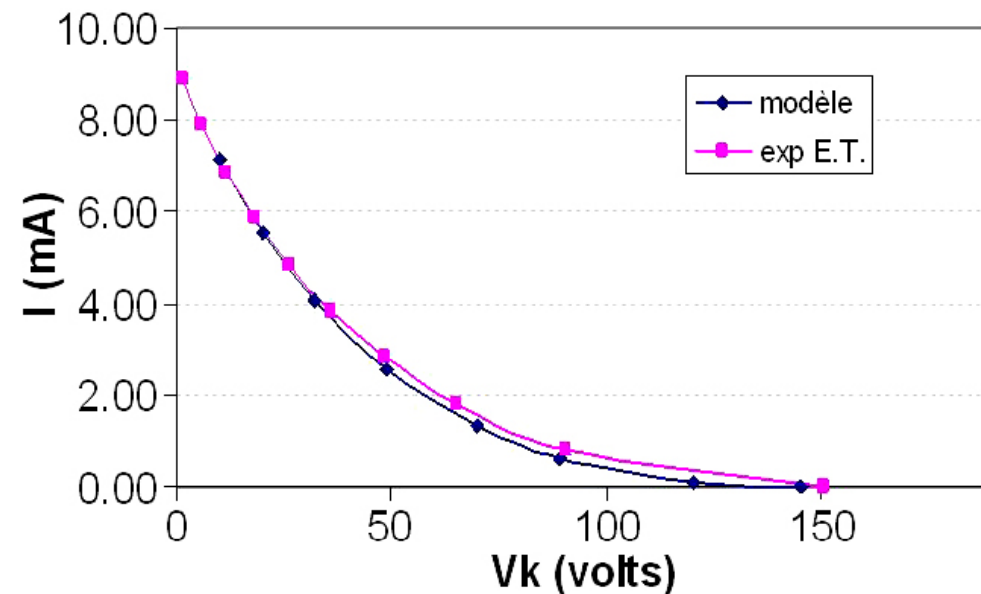
1 brevet, 1 cession de licence (Orsay Physics) pour les FIB

Valorisation

Canons à électrons pour tubes TV



- Faisceaux d'électrons pour tubes TV
 - Modélisation des faisceaux pour Thomson (Genlis)
- Résultats
 - mesure de l'émittance du faisceau par la méthode des trois gradients
 - développement d'un modèle semi-analytique pour reproduire les courbes caractéristiques courant/tension des canons
 - développement d'un modèle analytique de la formation du faisceau
- Moyens
 - Thèse CIFRE : 2005-07
 - LPSC : 1.3 FTE par an



1 publication
Workshop international: 1 oral

Bilan production scientifique (1/4)

Publications, enseignement & conférences



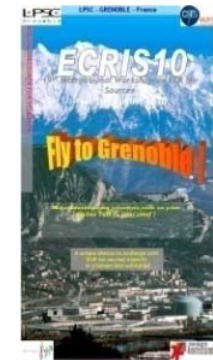
- Publications
 - Revues à comité de lecture 29
(dont 11 co-publications intl.)
 - Conférences invitées 6
 - Communications en conférence internationale 63

- Thèses (2 personnes avec HDR), encadrement et chercheurs étrangers
 - Thèses (2007-2012) 5
 - Post-doc 1
 - Jurys de thèse : président (x1), rapporteurs (x9), examinateurs (x2) 12
 - Encadrement de stagiaires (IUT, L2, M1, M2) 20
 - Chercheurs étrangers (en nb de mois au LPSC) 15

- Enseignements
 - Professeur (IUT I), responsable des stages depuis 2005
 - Direction de l'école internationale des accélérateurs JUAS depuis 2005
 - Enseignements à l'école du JUAS : accélérateurs et sources d'ions 3
 - Vacations en physique, IUT-GE2I (1999-2005), UJF-M1 (2006)
 - Ecole accélérateurs IN2P3 (tous les 2 ans), GDR Nucleon (2009)

- Conférences & workshops internationaux
 - Organisation de Workshops Internationaux (FFAG 2007, ECRIS10) 2
 - Advisory/organizing committee of International Workshops 6

- Fête de la Science : 8 classes/an (lycées) + grand public



Bilan production scientifique (2/4)

Responsabilités



- **Responsabilités institutionnelles**
 - Niveau du laboratoire
 - Coordinateur technique du LPSC (2003 -2008)
 - Membres nommés aux Conseil Scientifique, Conseil d'Unité **x2**
 - Correspondant pour la formation permanente
 - Pour les tutelles : CNRS et UJF
 - Jurys de concours CNRS **x12** (dont 2 présidents)
 - Membre de la commission 03 du CNRS
 - Commissions de recrutement UJF **x4**
 - Niveau national
 - Membre du Comite d'Experts Accélérateurs (COMEA)
 - Membre élue de la Société Française de Physique, interdivision Accélérateurs et Techno. Associées
 - Colloque ITA-IN2P3 des Métiers (2007) : coordinateur et membre
 - Co-organisatrice des "Journées coupleurs" de l'IN2P3
 - Membre du conseil scientifique du GIS "sources et accélérateurs" IN2P3 / Thales
- **Responsabilités fonctionnelles**
 - Projets scientifiques
 - SPIRAL2 : responsabilités de lots de tâches **x4**
 - GUINEVERE : membre du comité de pilotage
 - Programme national ANR : porteur du projet RACCAM
 - Programmes internationaux
 - Steering committee CARE/BENE (2004-09)
 - Membre du Governing Board de EUCARD depuis 2009
 - Coordination de work-packages dans CARE (x2) et EUCARD (x2)
 - Responsabilité scientifique PICS IAP/NN Russie – LPSC
 - Projets de valorisation
 - Responsabilité contrat GRAVIT
 - Porteur projet plateforme technologique SIRCE

Bilan production scientifique (3/4)

Contrats européens, ANR, collaborations



- Contrats Européens
 - FP6
 - CARE (2004-08)
 - BENE (Beam for European Neutrino Experiment), HIPPI (High Intensity Pulsed Proton Injector)
 - EURONS (2005-08)
 - JRA3 (charge breeding), JRA7 (ISIBHI - Ion Sources for Intense Beams of Heavy Ions)
 - EURISOL (2005-2009)
 - Task 9 (prototype 60 GHz pour Beta Beams)
 - IP-EUROTRANS (2005-09) Experiments for Coupling an Accelerator, a Target and a Subcritical core
→ groupe physique des réacteurs
 - FP7
 - EUCARD (2009-2012)
 - ACCelerator Network : dynamique faisceau et RF : 20 PM
 - Assessment Novel Accel. Concept : 5 PM
 - EURO-nu (sep 2008 – sep 2012)
 - WP3 'neutrino factory': 12 PM dont 6 mois de CDD
 - WP4 'Beta Beams' 58 PM dont 20 mois de CDD
- ANR
 - RACCAM (2006-2009) avec partenaire industriel et CHU-Grenoble
- **GR**enoble **AL**pes **V**alorisation **I**nnovation **T**echnologies
 - Construction Implanteur Multi Faisceaux (budget maximal 100 k€)
- Collaborations
 - Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses depuis 2007
 - Programme International de Collaboration Scientifique (faisceaux pulsés intenses) : Russie (2006-08)
 - International Science and Technology Center : IAP, LNCMI, CERN, Istituto di fisica del plasma (2010-13)

PM : personne.mois

Bilan production scientifique (4/4)

Valorisation



- Prix et distinctions
 - Prix de la valorisation au titre de la création d'entreprise IN2P3 (2006)
- Valorisation
 - Brevets
 - 1 création d'entreprise (2006) avec mise à disposition : RC-LUX (2005-07)
 - 1 brevet déposé (2008)
 - 1 licence d'exploitation (2009) (Orsay physics)
 - Demandes de brevet en préparation
 - ANR RACCAM
 - source d'ions
- Expertise, consulting, refereee
 - 2 membres experts auprès de l'Agence Nationale pour la Recherche
 - 2 membres experts auprès de la région Ile de France
 - Expertise pour les revues de projets internationaux **x5**
 - 1 Consultant pour la société Pantechnik
 - 1 Consultant pour G-SPACE/ORION Industrial Consortium (2008)
 - Publication referees (Phys. Rev., PRST-AB, RAST, Rev. Sc. Instr. Meth., European Physical Society Letter)

PERSPECTIVES 2010-2013

- R&D accélérateurs
- Construction d'accélérateurs
- R&D constructions sources
- Valorisation des sources d'ions

PROSPECTIVES

Perspectives R&D accélérateurs

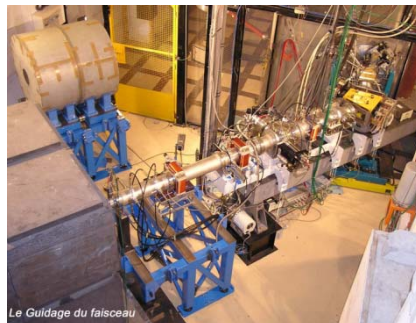


- Dynamique de faisceau
 - Participation au programme européen EUCARD dans le cadre de FP7 (2009-2012)
 - Activité de réseau, augmentation luminosité LHC
 - 10 PM au total
- Usines à neutrinos :
 - EUCARD
 - Commissioning et diagnostics de la machine EMMA (2 partenaires : STFC, LPSC)
 - Dotation : 385 k€ pour la ligne de diagnostics
 - LPSC : 6 PM au total
 - EURO-nu WP3 'neutrino factory' (2008-2012)
 - Accélération et stockage des muons
 - LPSC : 12 PM au total
- Radiofréquence
 - Participation au programme européen EUCARD/RFTech
 - Activité de réseau
 - 10 PM au total

Perspectives construction accélérateurs



- Coupleurs de puissance pour Spiral2
 - Réception, contrôle, préparation et conditionnement en salle propre des 19 coupleurs restants (2011)
 - Suivi, assistance et support au commissioning final à GANIL (2012)
- Accélérateur GENEPI-3C pour GUINEVERE
 - Mise en œuvre et commissioning de l'accélérateur au SCK•CEN (2010)
 - Validation du fonctionnement en stand-alone, puis couplé (2010)
 - Formation des personnels SCK•CEN au fonctionnement machine
 - Suivi et maintenance sur site pendant la réalisation du programme expérimental par les groupes de physique (2013)
- Contribution exceptionnelle pour le CERN
 - Fourniture de 120 nappes polaires pour les dipôles principaux du PS (2011)
 - Fourniture d'amplificateurs RF de puissance pour groupeur/dégroupeur de LINAC4 (2011)
- Exploitation des machines au LPSC : selon les programmes de physique
 - GENEPI2
 - MIMAC



Perspectives

R&D construction sources

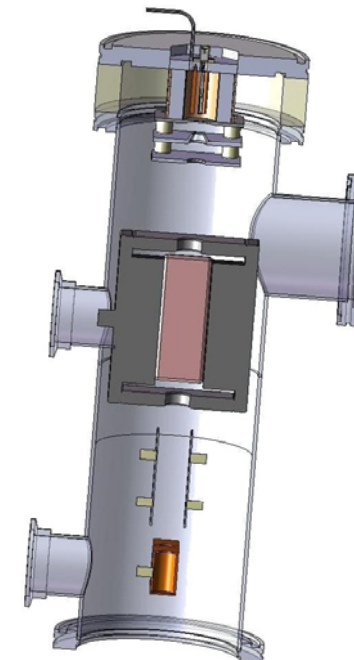
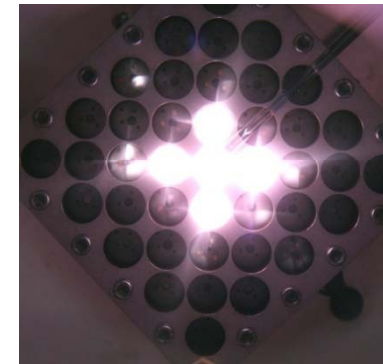


- Source d'ions stable $Q/A=1/3$ spiral2
 - Tests R&D A-PHOENIX 28 GHz pour Spiral2 (2010-2011)
 - Design et construction de la source d'ions lourds finale (28 GHz) Spiral2 (2010-2013)
- Ligne Basse Energie
 - Finalisation de la construction début 2010 (LPSC, GANIL, IRFU)
 - Validation de la production des faisceaux pour la physique (gaz et métalliques)
 - Validation dynamique faisceau (collaboration IPNO, GANIL IPNO, GANIL ,IPNL)
 - Installation de la ligne à Spiral2 en 2011
 - Formation et transfert de responsabilité à l'exploitant
- Booster de charge
 - Etudes mécaniques de nucléarisation puis construction tests du Booster SPIRAL2
 - Expériences d'augmentation d'efficacité
 - Collaboration INFN-SPES Legnaro / LPSC (3 mois de visiteurs étrangers)
- Prototype de source 60 GHz (SEISM)
 - Mesure du champ magnétique du prototype (février 2010)
 - Etude des faisceaux extraits en mode pulsé

Perspectives

Valorisation sources

- **Implanteur Multi Faisceaux/ Sources COMIC:**
 - Nouvelles applications des sources comic & mise en réseau d'un nombre arbitraire de sources pour la production d'un grand nombre de faisceaux en parallèle pour applications Multi-faisceaux, Faisceaux larges, ou Ribbon beam
 - 2010 (GRAVIT), puis 2010-2013 (SIRCE)
- **Moyen acquis:**
 - Faisceaux tests pour détecteurs (MIMAC/LPSC) (35 k€)
 - Source pour plate-forme THT (collab. INPL Lyon)
 - Source de molécules radioactives (ISOLDE CERN) (5 k€)
 - 1.9 FTE et 10 k€ GRAVIT sur 2010
- **Moyens en discussion**
 - GRAVIT II (collab. Indus.)
 - SIRCE prolongation CDD IR et env. 200 k€
 - Contrats industriels
- **Autres applications possibles**
 - Source de dépôt par sputtering
 - Implantations ioniques sur polymère
 - Source d'électrons
 - Accelerator Mass Spectroscopy
 - Propulsion ionique
 - Source de deutons
 - Source pour machine électrostatique



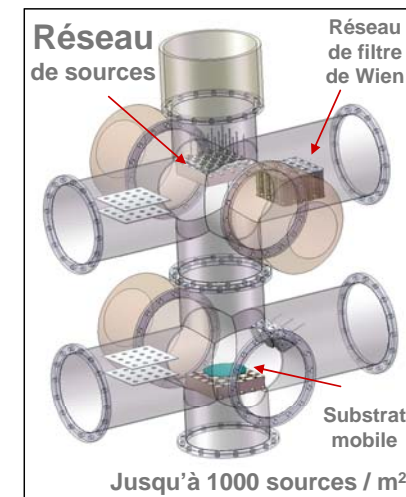
Perspectives valorisation industrielle Plateforme Technologique SIRCE



- Poursuivre le développement de la plateforme **Sources d'Ions et plasmas à la Résonance Cyclotronique Electronique**
 - Applications industrielles des plasmas et des faisceaux d'ions issus de sources ECR
 - Excellentes évaluations (CNRS, ministère, région) dans le cadre du CPER (2007-2013), projet fortement soutenu par le CNRS
 - Obtenir le financement de la région (2010)
 - Labellisation par les pôles de compétitivité, clusters de recherche...
 - Développer les relations et les applications avec les industriels
 - Actuellement Bodycote, Orsay Physics, Radiall
 - Garder (*au moins*) les ressources humaines pour le développement du projet
 - Explorer les applications industrielles des plasmas haute densité (60 GHz)

Process	Mono source COMIC	Traitements plasmas	Faisceaux larges basse Energie	Faisceaux intenses Haute énergie	Faisceaux très intenses pulsés et cw
Lieu	Ligne 1+ et ligne haute intensité	Enceinte plasma	Enceinte multi faisceaux	Banc de test Haute intensité	LNCMI (CNRS Grenoble)
Clients	FIB, SIMS Orsay Physics Implantation IPNL RIBs' LPSC/SPIRAL2 ISOLDE R&D Analyse LCAM LPSC-MIMAC	Traitements des surfaces	« Nituration » RADIALL Implantation Bodycote Ion Beam Sputtering LMA/IN2P3	Implantation PANTECHNIK	R&D amont Collaboration internationale IAP LPSC LNCMI CERN Instituto di fisica del plasma

Offre technologique SIRCE



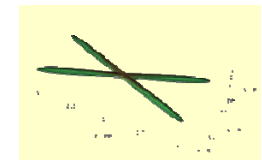
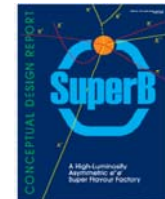
Implanteur IMF

Prospectives accélérateurs et sources Super B, ADS, LINAC, sources ECR



• Super B

- Accélérateur
 - Projet d'usine à B pour les études de physique au delà du modèle standard à Frascati
 - Collisionneur asymétrique e⁺/e⁻, 7 GeV x 4 GeV, luminosité = 10³⁶ cm⁻².s⁻¹
- Collaboration internationale autour de INFN/Frascati et équipe PEP-II B-factory (SLAC), actuellement en phase de Technical Design Report
- Pôle accélérateurs en discussion pour implication dans TDR sur
 - Transport de polarisation, design machine, avec une thèse
 - Etudes des interactions beam-beam
 - Production de la polarisation e⁻/e⁺, polarimétrie basse énergie
- Super B accepté au Conseil Scientifique IN2P3, soumis au CS du LPSC en avril



IP beam distrib.

• Accelerator Driven System

- Discussion en cours sur une participation pour le design de l'accélérateur pour le projet MYRRHA (FP7)

• Contribution aux LINACS protons/deutons intenses

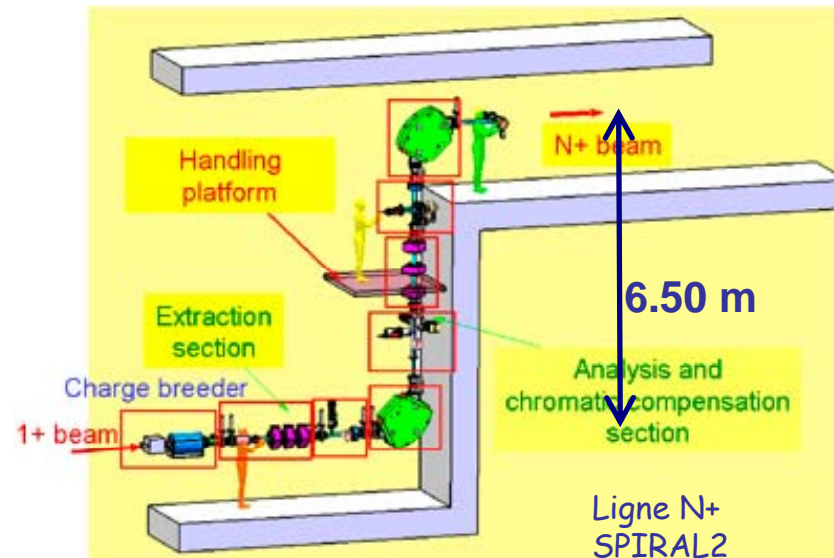
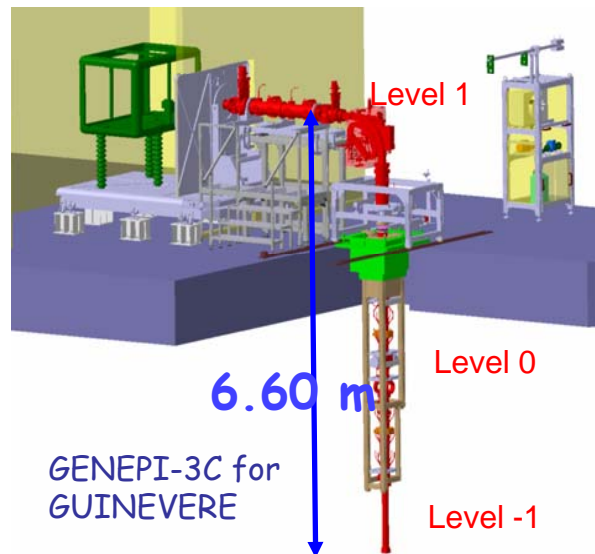
- RF : collaboration possible sur des développements de cavités, coupleurs
- dynamique de faisceau : collaboration envisageable

• Sources ECR

- Booster de charge
 - Possibilité de réaliser le booster de charge de SPES (INFN) selon les financements
- Sources du futur
 - Installation d'une salle d'expérience permanente au LNCMI pour les expériences faisceaux à 28 GHz et 60 GHz
 - Développement et étude de prototypes à haute fréquence (plasmas denses, faisceaux intenses)
 - Développement d'une source d'ions ECR en fonctionnement continu à 60 GHz (2015)

Prospectives Pôle Ligne N+ SPIRAL2

- Conception finale, construction, tests de la ligne N+ d'analyse des faisceaux extraits du Booster de charge (2010-2013)
 - Demande du projet SPIRAL2
 - Expérience de la ligne GENEPI 3C (construite, testée, livrée à Mol, et remontée sur le réacteur VENUS en 1 an et demi)
 - Ligne verticale: travaux d'infrastructure minimisés
 - Ensemble cohérent: booster + ligne d'analyse
 - Premier projet commun dans le cadre du pôle accélérateurs et sources d'ions et adéquation des compétences aux besoins du projet
 - Plusieurs niveaux possibles de prestation, en cours d'évaluation
 - Rédaction d'un plan de développement, passage en CRTP fin février 2010



Merci de votre attention