PÔLE ACCÉLÉRATEURS ET SOURCES D'IONS
GROUPE PLASMAS

- Pôle accélérateurs et sources d'ions :
  - R&D, construction, exploitation et études fondamentales des
    - accélérateurs complets ou sous-systèmes
    - sources d'ions à la résonnance cyclotronique électronique (RCE)
  - Objectifs à la fois scientifiques et technologiques
  - Nombreux moyens expérimentaux
    - lignes de faisceaux, labo RF, salle propre, salle au LNCMI, sources d'ions, booster de charge, ..
  - Accélérateurs : 1 PR, 1 CR, 7 ITA permanents, 1 CDD
  - Sources : 5.4 ITA permanents
- Groupe plasmas :
  - R&D sur sources de plasma micro-ondes et applications pour les matériaux
  - Plateforme internationale de procédés plasmas avancés (IAP3)
  - 1 PR, 1 CR, 1.6 ITA permanents, 5 doctorants, 1 postdoc
  - Forte valorisation : contrats industriels, ANR

➡ Fort soutien des services techniques

➡ Collaboration nationales et internationales

THÈMES POUR LES JOURNÉES PERSPECTIVES

1. Irradiation par neutrons - plateforme PEREN: extension de flux, ouverture à d'autres particules

2. Sources de ions lourds multichargés intenses: extraction et transport de faisceau

3. Filière diamant: de la technologie grande surface à domaine de pression étendu aux applications, détecteurs et ions H^-

THÈMES POUR LES JOURNÉES PERSPECTIVES

1. **Irradiation par neutrons - plateforme PEREN: extension de flux, ouverture à d'autres particules**

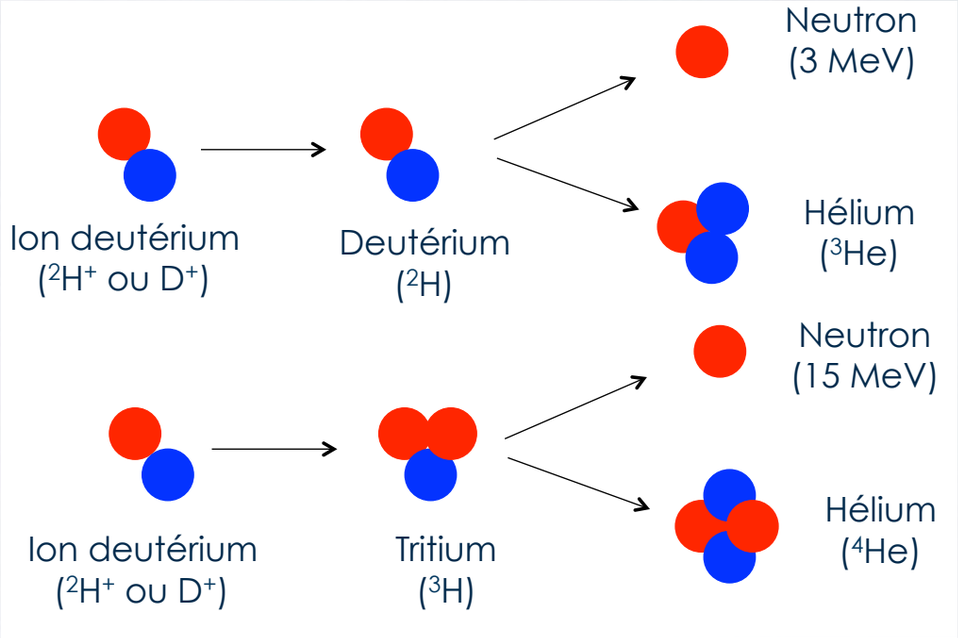
2. Sources de ions lourds multichargés intenses: extraction et transport de faisceau

3. Filière diamant: de la technologie grande surface à domaine de pression étendu aux applications, détecteurs et ions H^-

GÉNÉRATEUR DE NEUTRONS GENEPI ET PLATEFORME PEREN

Accélérateurs de deutons (d) pour la production de neutrons (n) sur une cible de Tritium (T) ou de Deuterium (D)

- $d + T \rightarrow n + {}^{4}He$ ($\langle E_n \rangle = 14.2$ MeV)
- $d + D \rightarrow n + {}^{3}He$ ($\langle E_n \rangle = 2.5$ MeV)



GENEPI1 :

- Physique des réacteurs : instrument pour étudier le pilotage d'un réacteur nucléaire par un accélérateur (ADS)
- Accélérateur électrostatique entièrement développé par le LPSC (1996-2000)
- Couplé au réacteur MASURCA du CEA-Cadarache (2001-2004) : première mondiale

GÉNÉRATEUR DE NEUTRONS GENEPI ET PLATEFORME PEREN

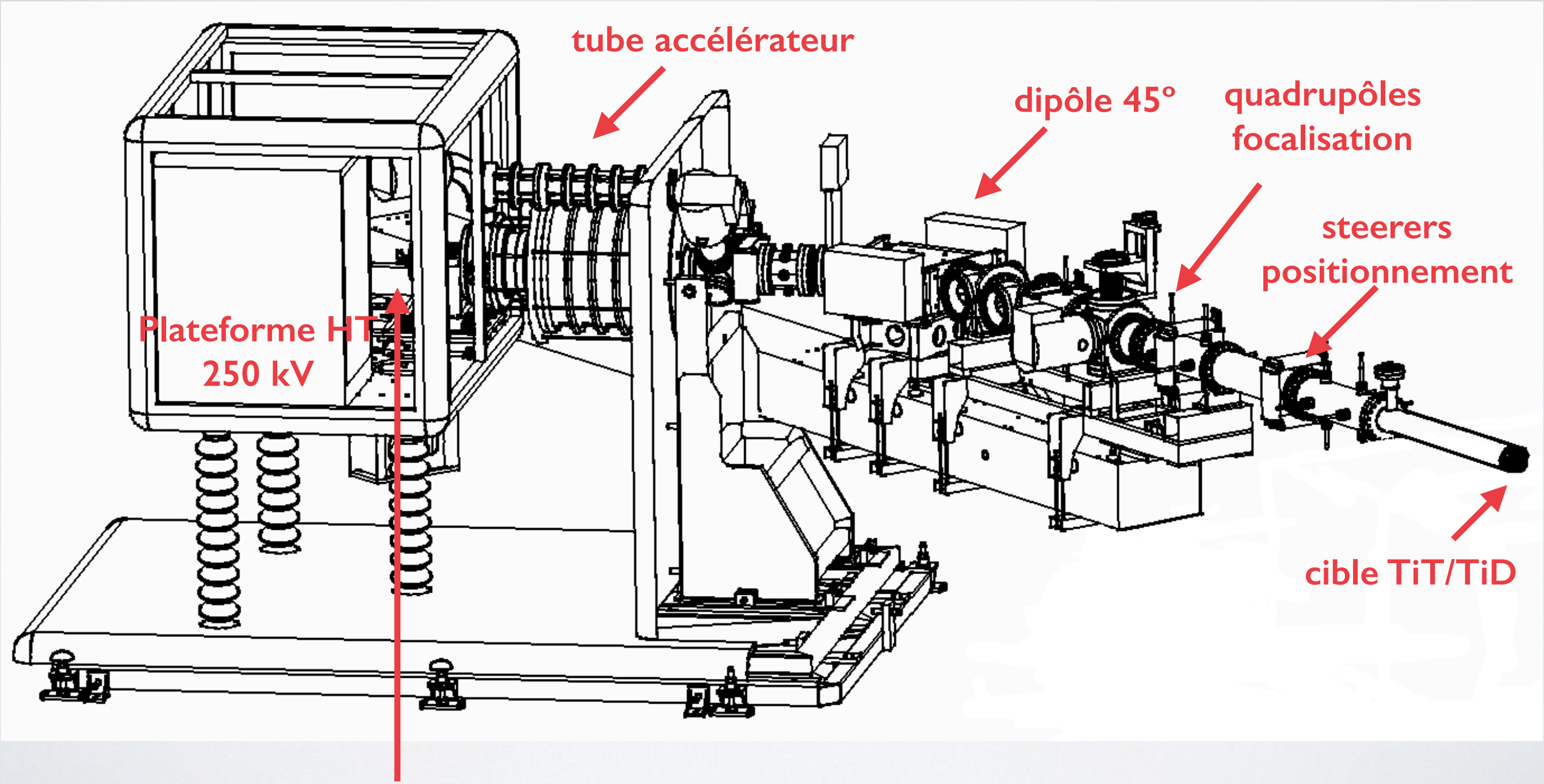
GENEPI2 :

- Machine (quasi) identique à GENEPI1, construite au LPSC , exploitée depuis 2004
- Plateforme d'Etudes et de Recherche sur les Réacteurs Nucléaires (PEREN)
  - ➡ Instrument pour des mesures de sections efficaces et caractérisation de détecteurs
- Depuis 2011, nouvelles applications

GENEPI-3C :

- Dédié aux études d'ADS, faisant suite au programme expérimental de GENEPI1
- Accélérateur électrostatique développé par le LPSC + IPNO, LPCCaen, IPHC (2006-10)
- Couplé au réacteur VENUS-F au SCK-CEN de Mol (Belgique) depuis 2011

GENEPI2: IMPLANTATION GÉNÉRALE

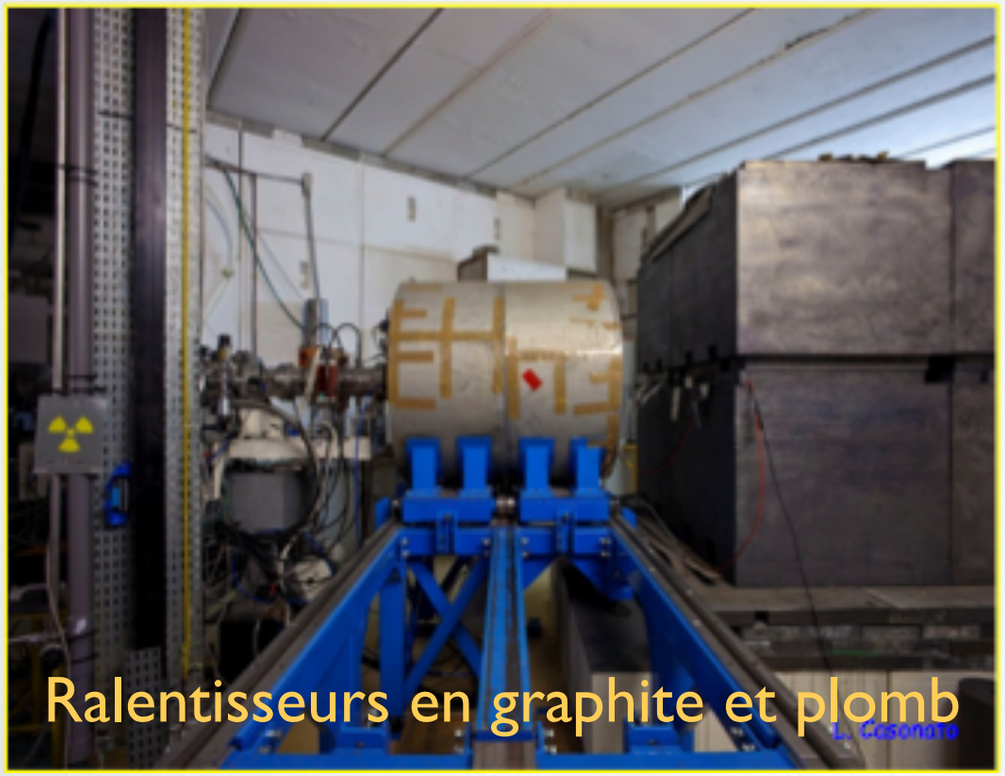


Source duoplasmation: paquets intenses (~ 65 mA crête) et courts (~ 700ns) de d^+

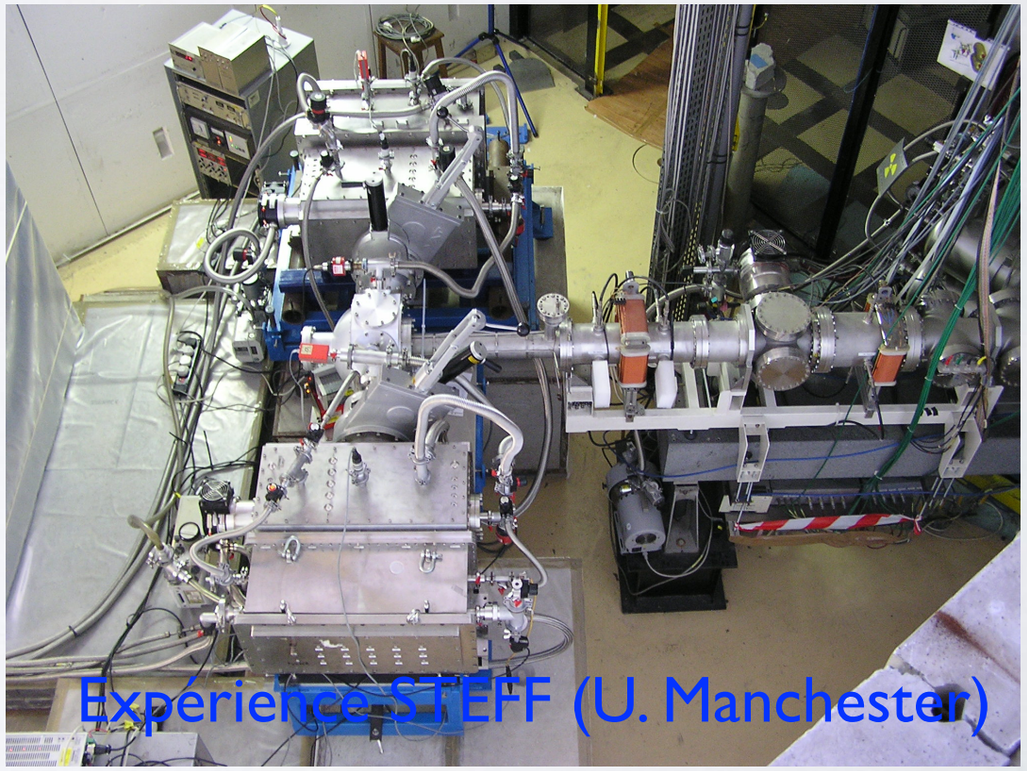
QUELQUES PHOTOS

Source d'ions dans plateforme HT

Section terminale du faisceau et cible



Ralentisseurs en graphite et plomb



Expérience STEFF (U. Manchester)

GENEPI2 AUJOURD'HUI

- Exploitation principalement avec cible Tritium (contraintes sécurité)
    - Flux de neutrons maximale avec cible Tritium neuve (janvier 2015) : 8 x10^9 n/s
    - Flux ajustable (cadence faisceau et distance)

- Travail en cours: dosimétrie de précision (mesure du flux de neutrons produits à mieux que 15%)

➡ Collaboration avec le groupe de physique des réacteurs
- Moniteur Si de suivi en ligne de la production de neutrons
- Irradiations régulières d'échantillons de référence, caractérisés au LBA
- Nouveau détecteur Si pour mesure de flux (déjà opérationnel pour GUINEVERE)
- Caractérisation du blindage actuel par BF_3
- Simulations MCNP (Monte Carlo N-Particle)

BILAN DES ACTIVITÉS DE PHYSIQUE 2004-2015

1. Mesures de sections efficaces
   - 2004-2007: 3 thèses (L. Perrot, N. Thiollière et M. A. Cognet)
   - Mesures de sections efficaces de diffusion élastique de ^{12}C, ^{19}F et ^{7}Li avec fabrication de la cible de LiF (~20 kg) via les boîtes à gant de l'installation PEREN (G. Kessedjian , V.Ghetta et al.)
2. Tests pour GUINEVERE : moniteurs neutrons et dosimétrie (2007-2010) (A. Billebaud et al.)
3. Tests de faisabilité pour mesures détecteurs Ge (T. Malkiewicz, G. Lhersonneau, G. Simpson et al.)
4. Expériences de faisabilité de blindage/collimation de neutrons (G. Kessedjian, C. Sage et al.)
5. Expériences pour des collaborateurs extérieurs
   - CIEMAT (Espagne) : scintillateur (EUROTRANS)
   - STEFF (université de Manchester) : 2011
6. Tests de détecteurs pour physique médicale : MONODIAM en environnement mixte neutron/proton (2015) (D. Dauvergne, A. Gorecki et al)

ACTIVITÉS FUTURES DE PHYSIQUE

1. A venir (2015-2016)

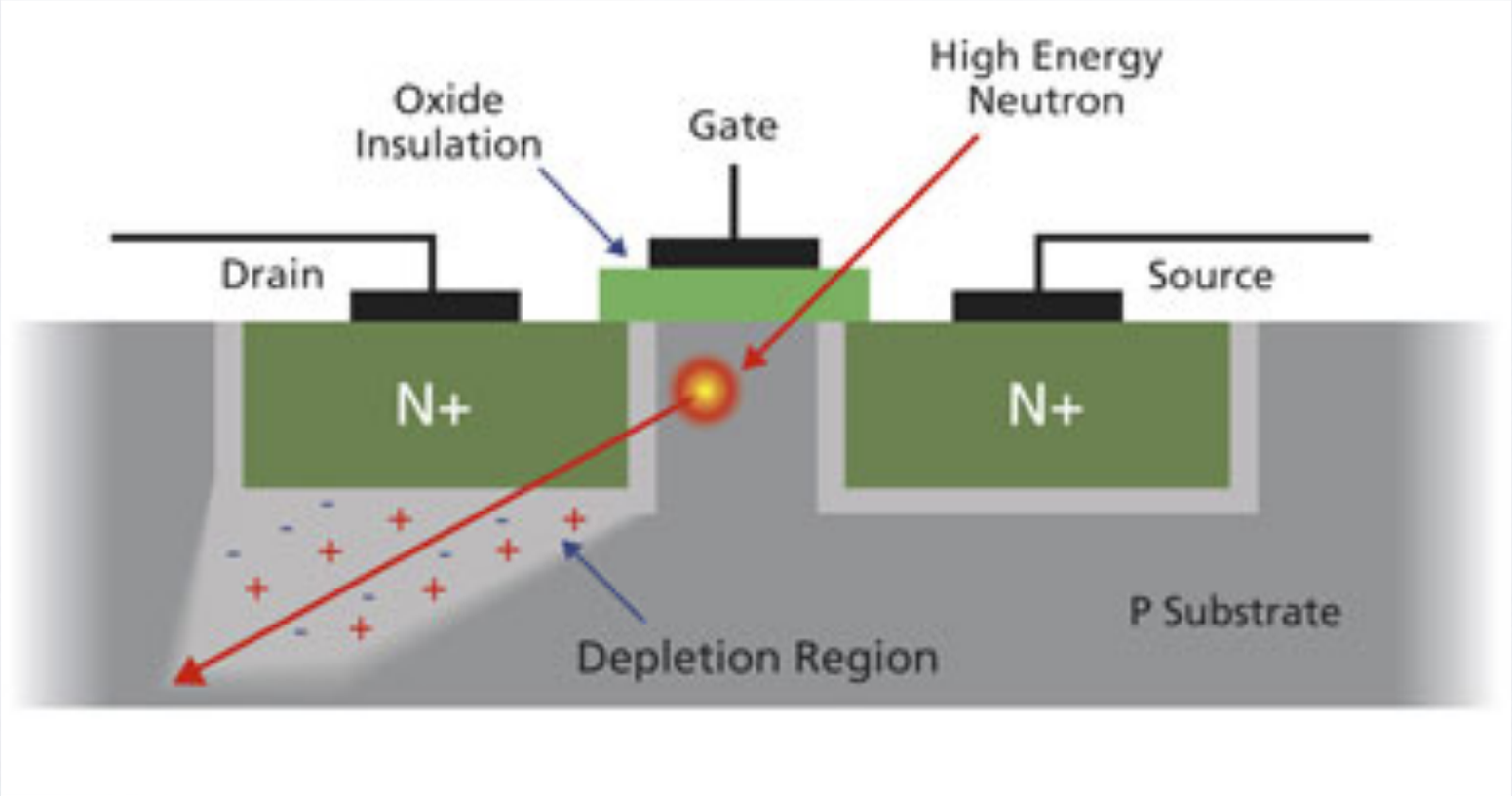
- Détecteur Si pour améliorer le monitoring des machines GENEPI
- Tests et calibration pour NFS (Neutron For Science) SPIRAL2 :
  - ➡ détecteur expérience O^{16}, scintillateur liquide, chambre à fission

2. Prospectives

- Etude magnétique et maîtrise d'œuvre du Tagger Fission du futur spectromètre gazeux de l'ILL (projet FIPPS - FIssion Product Prompt gamma-ray Spectrometer)
- Moniteurs de flux pour MYRRHA
- Détecteurs diamant ?

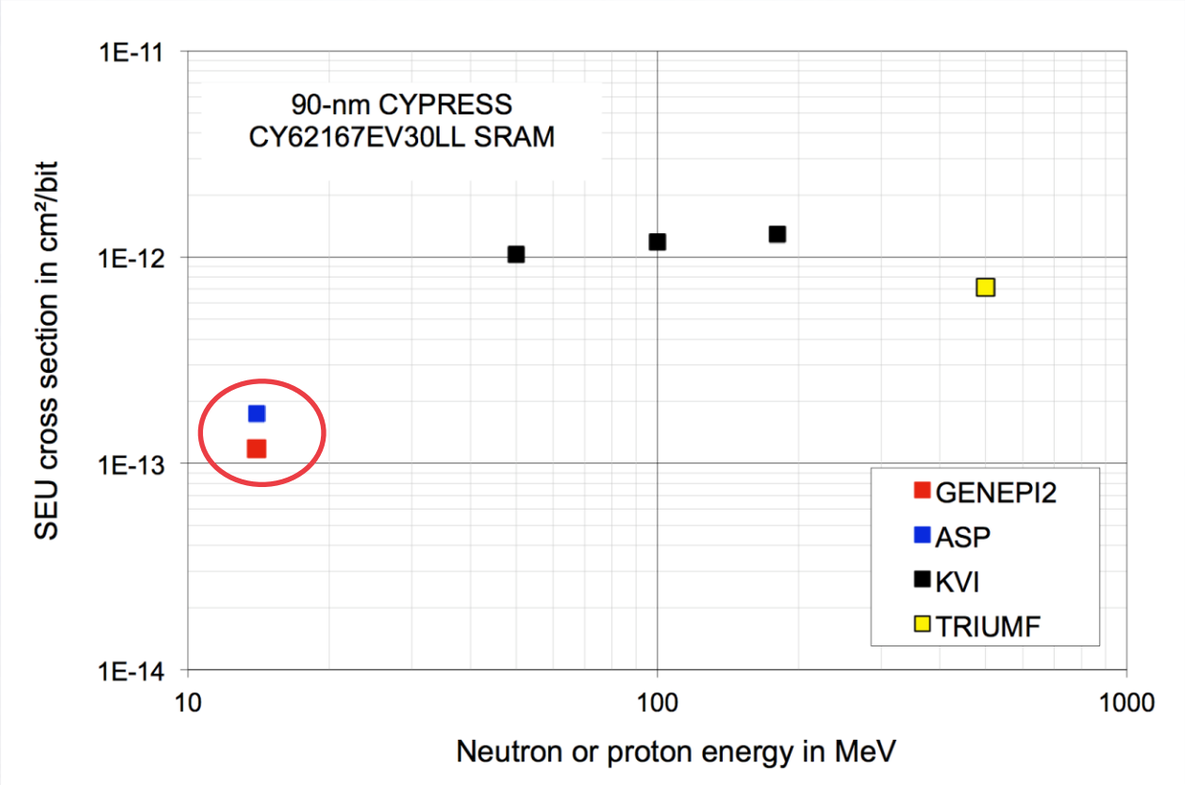
NOUVELLES APPLICATIONS : ACTIVITÉS DE VALORISATION

- Radiobiologie : discussions et participation à workshop Mi2B (Modélisation et Instrumentation pour l'Imagerie Biomédicale)
- Étude de défaillance de circuits électroniques sous radiation de neutrons
  - ➡ Depuis fin 2013, collaboration avec le laboratoire de microélectronique TIMA (Techniques de l'Informatique et de la Microélectronique pour l'Architecture des systèmes intégrés) de Grenoble
  - ➡ 2014: deux papier publiés suite à la conférence NSREC, 2015: abstracts soumis pour NSREC et RADECS



VALIDATION DE GENEPI2 POUR LES ETUDES DE MICROELECTRONIQUE

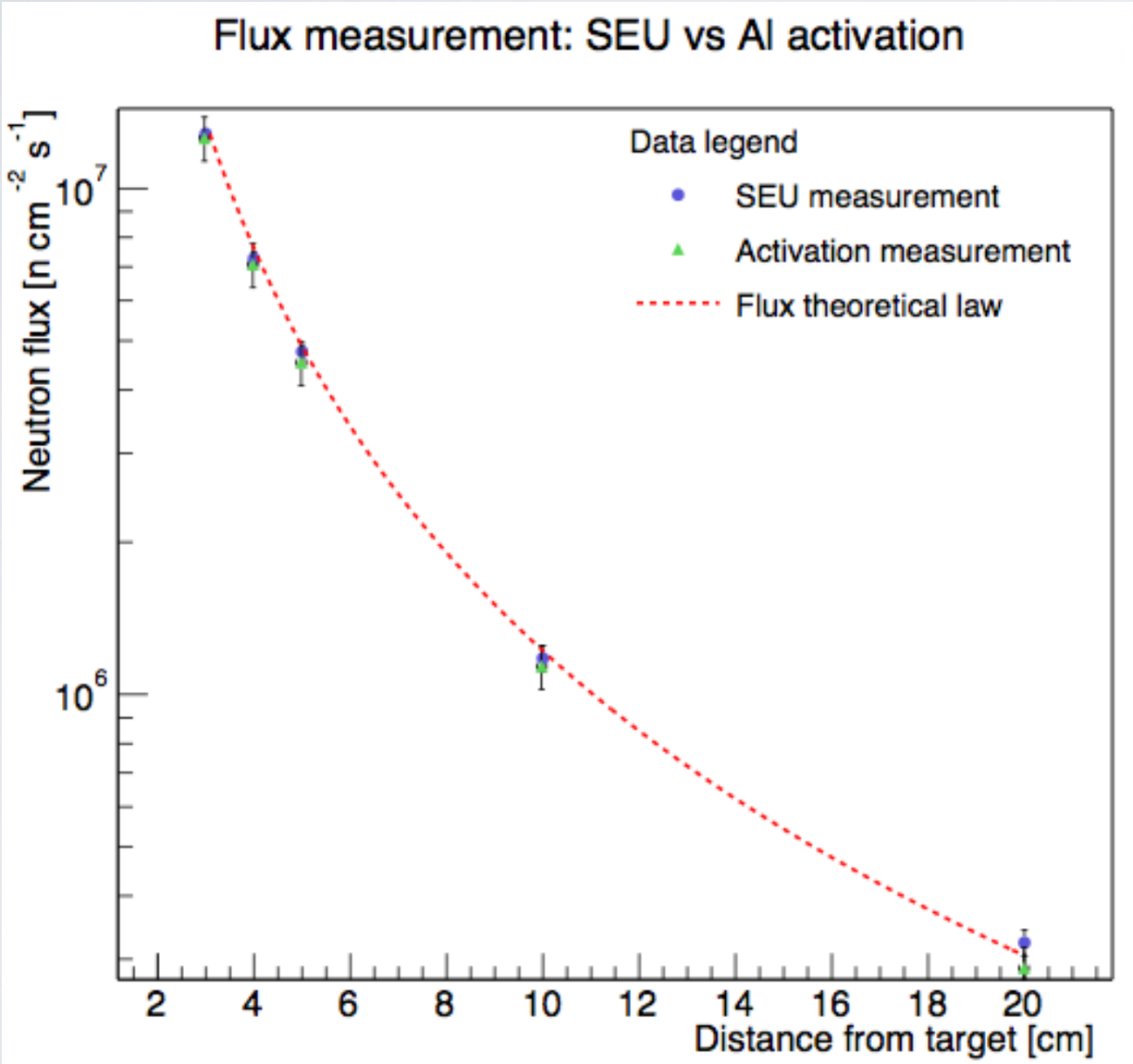
- En collaboration avec TIMA : mesure de section efficace d'erreur sur une mémoire déjà testée après d'autres plateformes d'irradiations
- Résultat préliminaire en accord avec la mesure effectuée à ASP (homologue de GENEPI2)



- 2015 : premières irradiations avec des industriels, mesures compatibles avec autres accélérateurs (TRIUMF, CEA-Valduc…)

"Accelerator-based neutron irradiation of integrated circuits at GENEPI2 (France)", F. Villa et al., 2014 IEEE Radiation Effects Data Workshop 14-18 July 2014, Paris, France, Workshop Record pp.53-57.

MESURE DE FLUX DE NEUTRONS

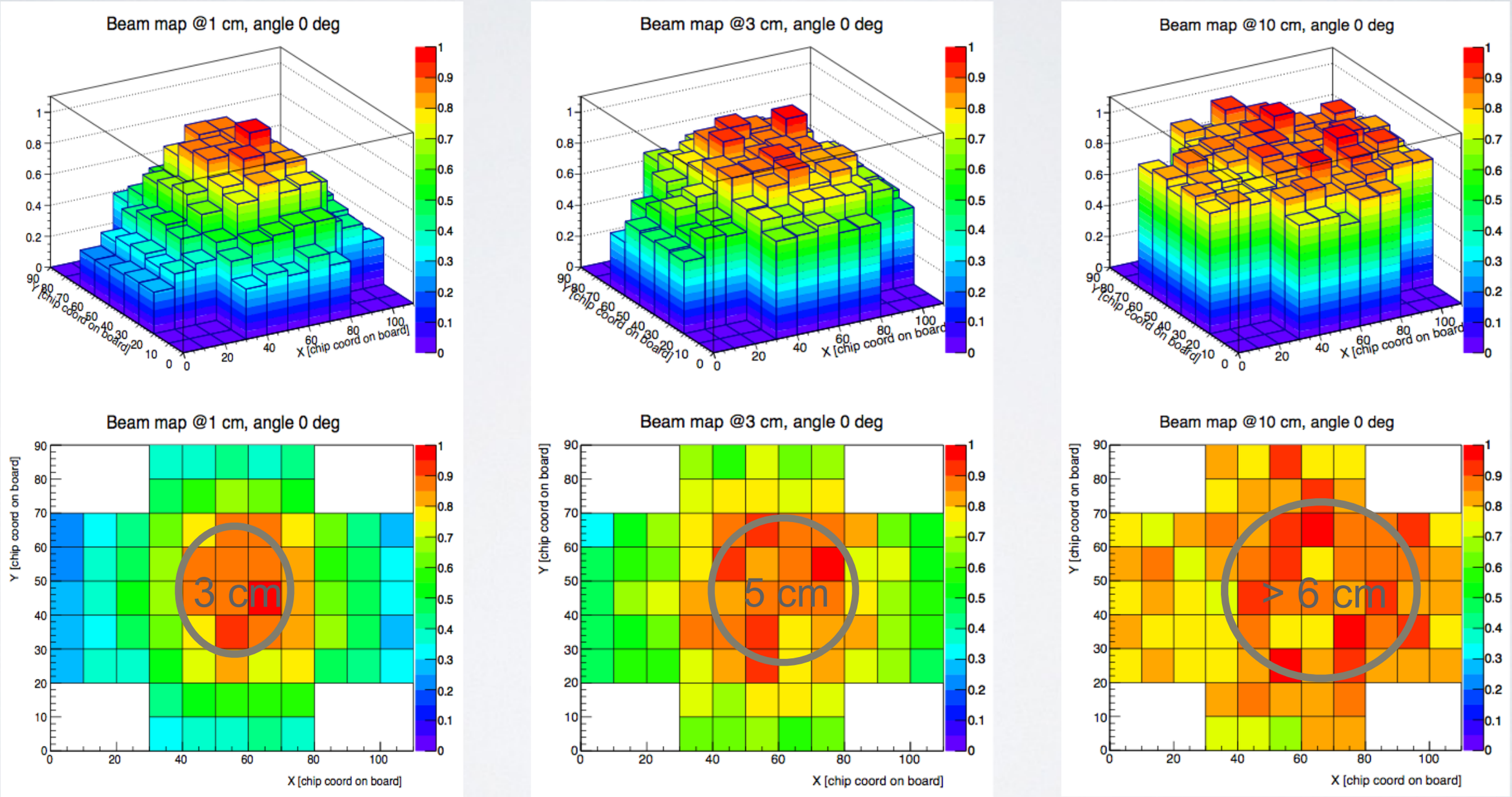


- Caractérisation du flux de neutrons via les mesures d'erreurs engendrées sur une SRAM
- Vieille SRAM utilisée depuis 1996 pour la calibration en flux sur générateurs de neutrons 14 MeV (CEA-Valduc SAMES et ALVAREZ, Frascati, SODERN)

ACCORD AVEC MESURES LBA
MEILLEUR QUE 4%

MESURE D'HOMOGÉNÉITÉ DU FLUX

Mesure d'homogénéité de la distribution spatiale du flux à l'aide d'une carte de 75 chips identiques.



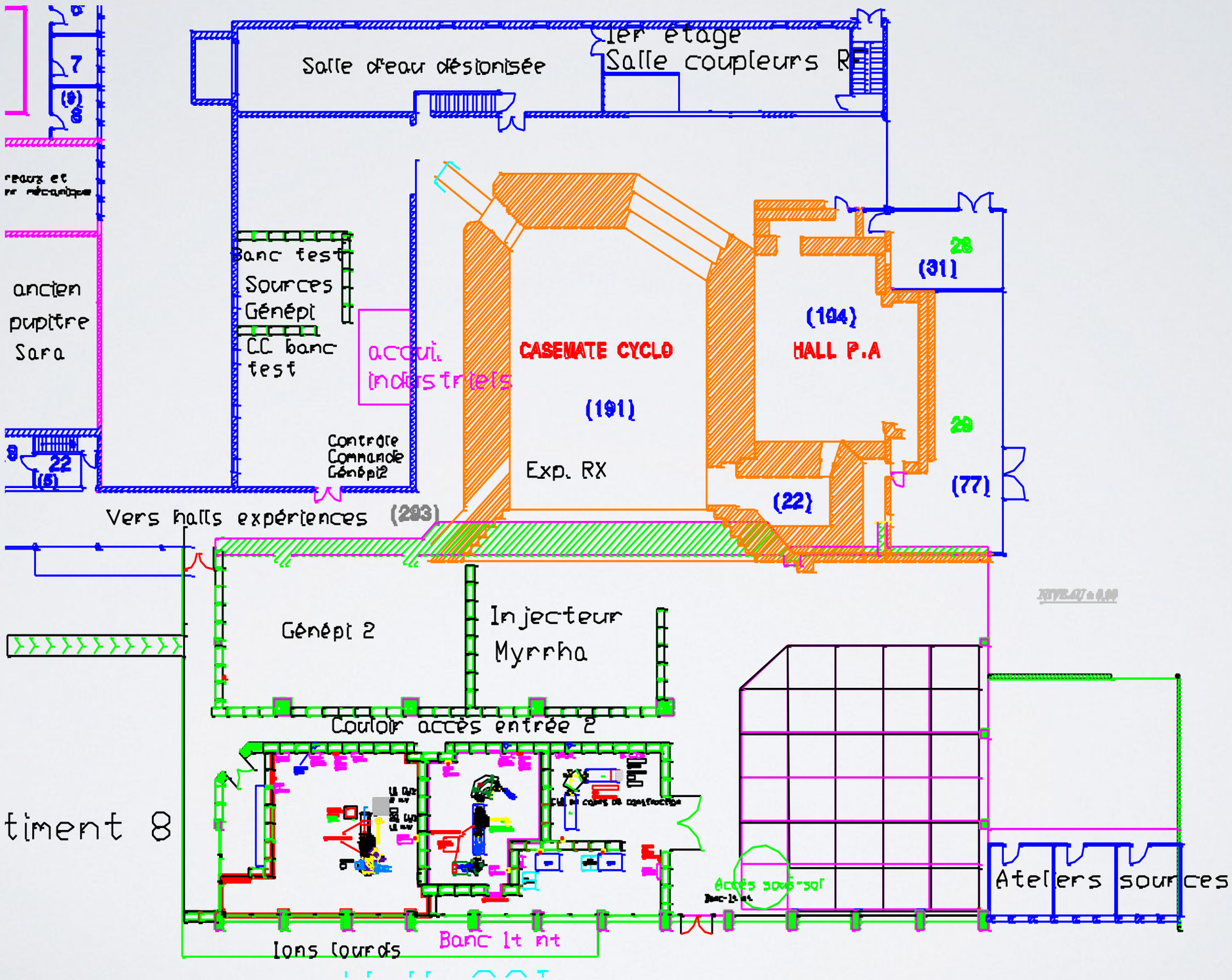
AMELIORATION DE L'INSTALLATION

- Printemps 2014 : jouvence de l'installation (nouveau contrôle-commande pour la machine)
- Juillet 2015: Installation d'un deuxième moniteur de neutrons (identique à celui installé sur GUINEVERE)
- Eté 2015: Caractérisation d'une nouvelle cible de Deutérium (Polygon Physics)
- Automne 2015-16: Augmentation du flux de neutrons
  - Installation d'une source ECR Super COMIC : intense (~1 mA) et continue
  - Installation du dipôle de GENEPI1 + nouvelle chambre à vide
- Reflexion pour une gestion différente des gaz tritiés
- **Question ouverte: BLINDAGE ?**
  - Blindage à reconfigurer pour augmentation du flux
  - Renforcement casemate actuelle? nouveaux accès SSI? Déplacement dans casemate cyclotron?

LE FUTUR

- GENEPI2 disponible pour
  - Expériences de physique des réacteurs
  - Autres besoins du LPSC (physique pour le médical, physique nucléaire, ...)
  - Autres collaborations de recherche
    - TIMA
    - Au sein de l'IN2P3: participation à la journée "Dispositifs et installations instrumentales orientés détecteur (fabrication, tests, calibration)"
  - Valorisation : Irradiations pour des industriels (défaillance, calibration chambre à fission?)

- Irradiations
  - Études de défaillances : nombreux clients
  - Négociations en cours pour intégrer l'IRT Nanoelec (Institut de Recherche Technologique)
  - Demande de PHOTONIS pour calibration de chambre à fission

- **Question ouverte: BESOIN DE NOUVELLES PARTICULES?**
  - Discussions récurrentes autour des électrons quelques MeV

PLAN DU BATIMENT 8