

Ligne de micro-irradiation du CENBG

Philippe Barberet*, Hervé Seznec
Interface Physique-Chimie pour le Vivant (IPCV)
Centre d'Etudes Nucléaires de Bordeaux-Gradignan



Plateforme AIFIRA



Accélérateur électrostatique (Singletron™ HVEE)

- Faisceaux d'ions légers : **protons**, deutons ou **particules α** (**max. 3.5 MeV**)
- **LETs** : $12 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ (p 3MeV) & $140 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ (α 3 MeV)
- Faisceaux brillants et stables en énergie ($\Delta E/E = 2,5 \times 10^{-5}$)

5 lignes de faisceaux pour différentes applications : analyse de matériaux, irradiation, neutronique...

→ Microfaisceau dédié à l'irradiation cellulaire



Accélérateur



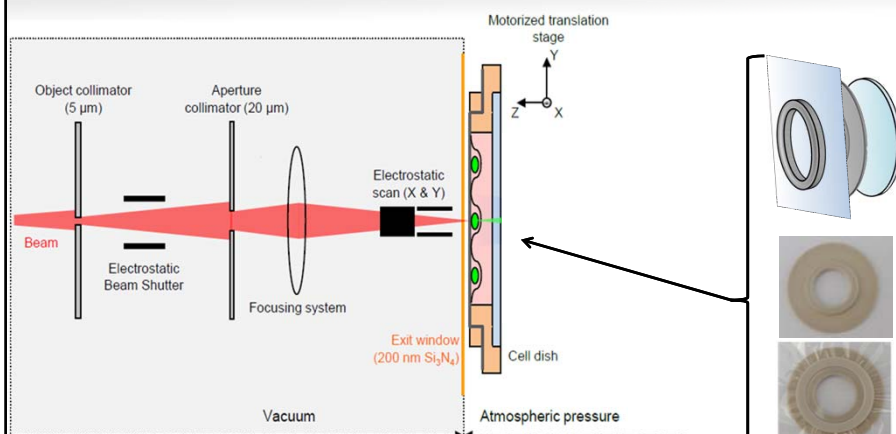
Laboratoire L2 à proximité
(équipe IPCV)
+ salle annexe



Salle d'expérience



Le microfaisceau



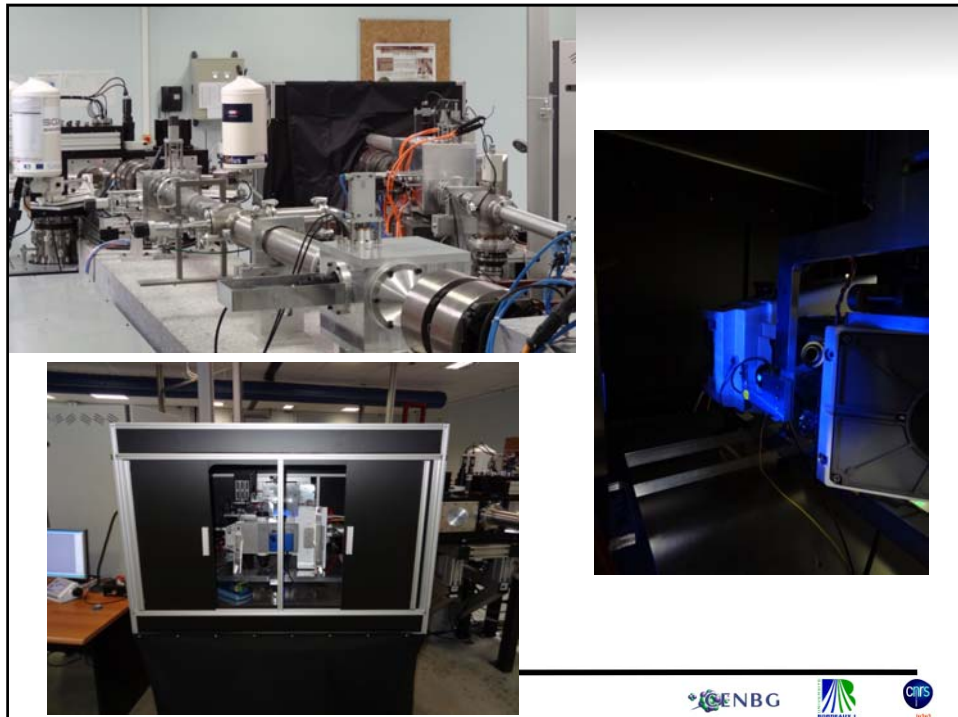
- ✓ Focalisation magnétique $\leq 2 \mu\text{m}$ sur cible
- ✓ Scanner électrostatique : déplacement rapide du faisceau
- ✓ Puits de culture : cellules maintenues dans leur milieu



Le microfaisceau

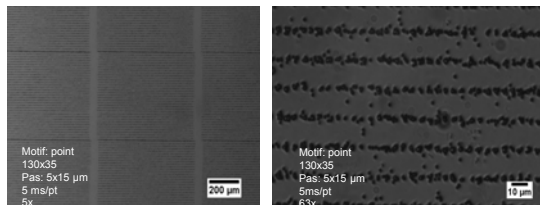
- ✓ Microscope de fluorescence : Zeiss™ AxioObserver Z1 + Colibri2
- ✓ Motorisé et contrôlé à distance
- ✓ Vidéo-microscopie en ligne
- ✓ Régulation à 37°C

(Développement d'une ligne similaire: plateforme AMANDE – IRSN Cadarche)

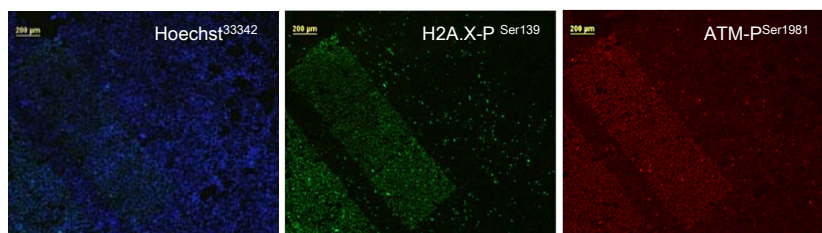


Irradiation homogène de champs millimétriques

DETECTEURS DE TRACES (CR39, particules α 3 MeV)



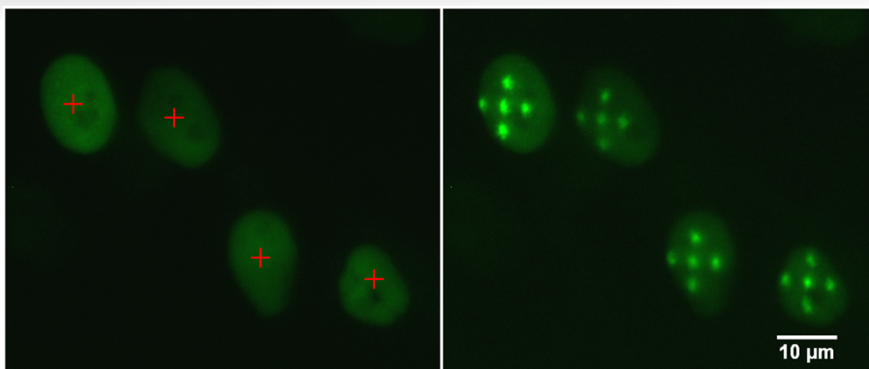
IMMUNODETECTION DOMMAGES ADN
(ATM-p^{Ser1981}, H2A.X-p^{Ser139})



HeLa CCL2 ATCC
1h post irradiation



Irradiation ciblée



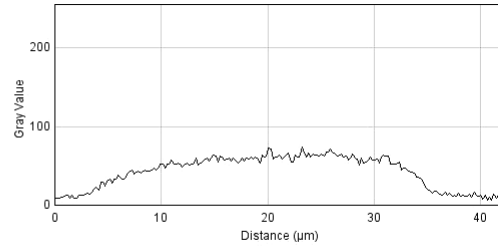
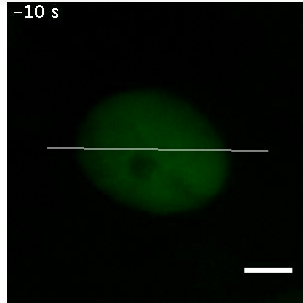
HeLa XRCC1-GFP
Cellules visualisées et ciblées en
ligne

HeLa XRCC1-GFP
1min30s après irradiation
Irradiation = motif en croix, 500 protons / pt

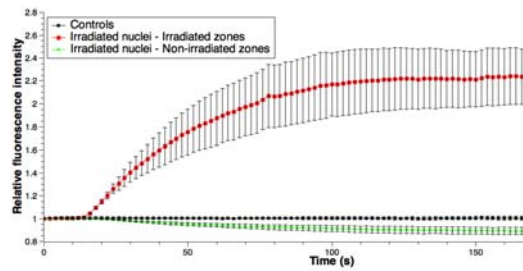
Précision de tir = $2.0 \pm 0.7 \mu\text{m}$



Vidéo-microscopie

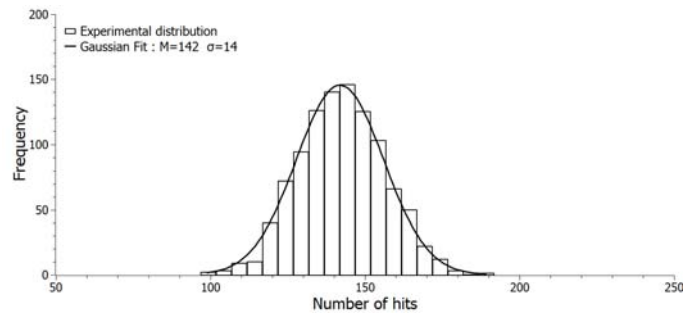


HeLa XRCC1-GFP - 1084 ± 34 protons / pt



Dosimétrie

1- Contrôle du temps d'ouverture faisceau :



2- Détection des particules au point de sortie

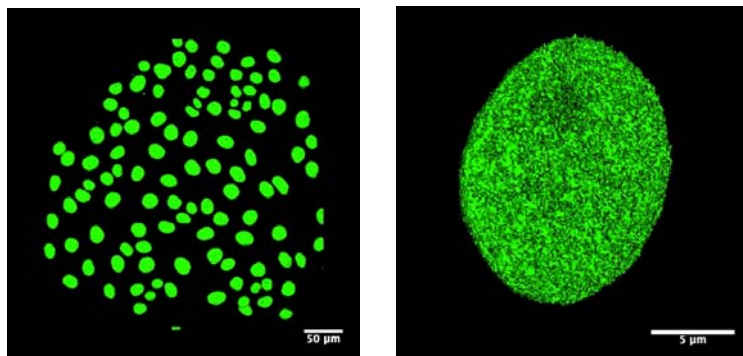
En cours de développement

- Electrons secondaires pour particules α
→ efficacité $\sim 60\%$ à ce jour
- Scintillateurs minces + PM pour protons
→ efficacité 98%, à tester sur cellules



Dosimétrie

Modélisation des dépôts d'énergies dans des volumes cellulaires réalistes



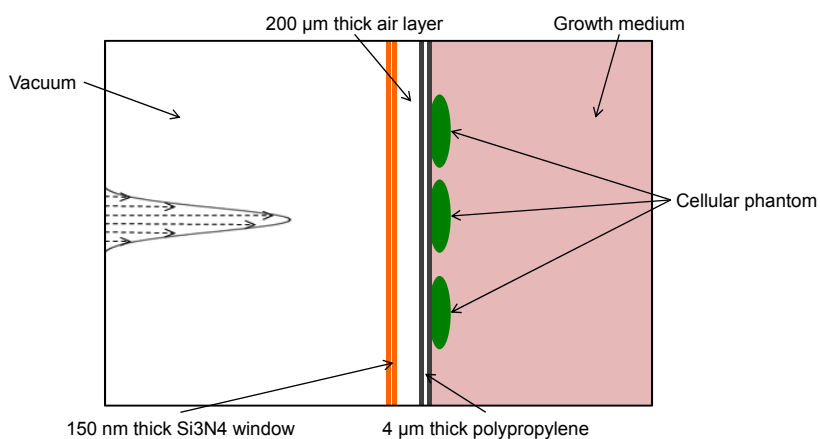
Microscopie confocale : Volumes nucléaires (H2B-GFP)
 Importation dans Geant4 : géométrie voxelisée
 Fantômes cellulaires

P. Barberet *et al.*, Phys. Med. Biol. (2012)

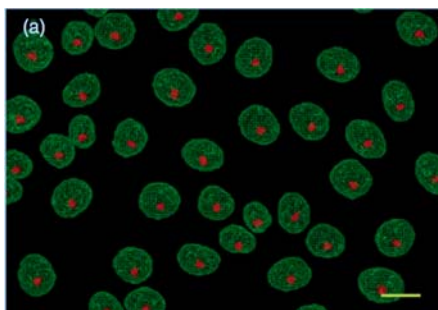


Dosimétrie

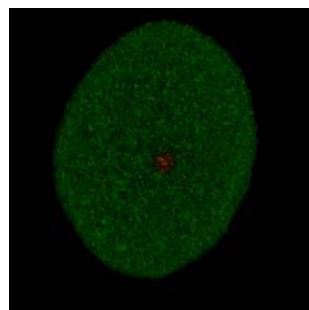
Modélisation du microfaisceau



Dosimétrie



Irradiation ciblée : 50 particules alpha (3 MeV)



Irradiation ciblée : 1000 protons

Dépôts d'énergie : rouge Volume nucléaire : vert

P. Barberet *et al.*, Phys. Med. Biol. (2012)



Perspectives:

- Irradiation d'organismes multi-cellulaires
- Systèmes d'irradiation complémentaires :
Source α – Irradiateur X – Cyclotron (projet; cf. P. Moretto)
- Haut débit / génomique
- Collaboration Institut Bergonié Bordeaux (Lignées de patients caractérisée)



The CENBG (Bordeaux-Gradignan Center for Nuclear Sciences) is pleased to welcome you for the

MICROBEAMWORKSHOP2013

in BORDEAUX, FRANCE
OCTOBER 3RD & 4TH 2013

**MICROBEAM PROBES
OF CELLULAR RADIATION
RESPONSE**

ABSTRACT DEADLINE: JUNE 30TH, 2013
REGISTRATION DEADLINE: MAY 15TH, 2013

FOCUS

The International Workshop on Microbeam Probes of Cellular Radiation Response has been held regularly since 1993. These workshops bring together people interested in developing and using targeted micro-irradiation in order to study the response of cells and tissues to the damages inflicted by ionizing radiations. The 11th edition of the Microbeam Workshop will give us an opportunity to discuss the latest advances in the developments and uses of microbeams. A special focus will be made on the emerging field of radiobiology using laser accelerated particles.

TOPICS

RADIATION QUANTIFICATION AND TARGETING
TECHNIQUES TO FOCUS IONISING RADIATION
IMAGING AND STAGE-MOVING TECHNIQUES
RECENT BIOLOGICAL APPLICATIONS AND FINDINGS
RADIOBIOLOGY WITH LASER ACCELERATED PARTICLES

SCIENTIFIC PROGRAM COMMITTEE

Philippe Barbieret (Université de Bordeaux, France), David Bleener (Columbia University, New York, USA), Günther Dullinger (Universität der Bundeswehr München, Germany), Marco Durante (IGS Darmstadt, Germany), Werner Friedland (Heinrich Heine Universität, München, Germany), Julien Fuchs (Ecole Polytechnique, Palaiseau, France), Karen Kirkby (University of Surrey, UK), Yasuhiko Kobayashi (JAERI-Tokasaki, Japan), Hideki Matsumoto (IBRC, University of Fukui, Japan), Jörg Pawelke (OncoRay National Center for Radiation Research in Oncology / TU Dresden, Germany), Kevin Prior (Queen's University Belfast, UK), Markus Roth (Technische Universität Darmstadt, Germany), Lijun Wu (WIPAC-CAS Hebei, China).

For more information and contact please visit our website:
www.cenbg.in2p3.fr/microbeam2013

CENBG - Centre d'Etudes Nucleaires de Bordeaux Gradignan
BP120 - 33175 Gradignan cedex - FRANCE
Contact: microbeam2013@cenbg.in2p3.fr