

Imagerie par Tomographie d'Emission de Positons en Hadronthérapie

D. Sappey-Marinier

CERMEP

Centre d'Hadronthérapie

Université Claude Bernard - Lyon1



Imagerie médicale : diagnostic

Radiologie



Scanner (TDM)

Médecine Nucléaire



IRM



TEP

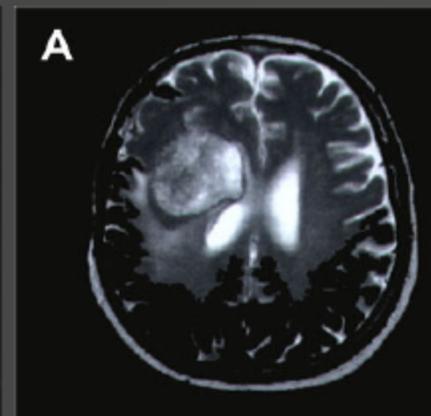
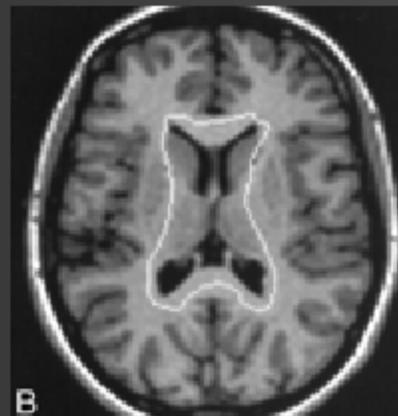


TEP-TDM

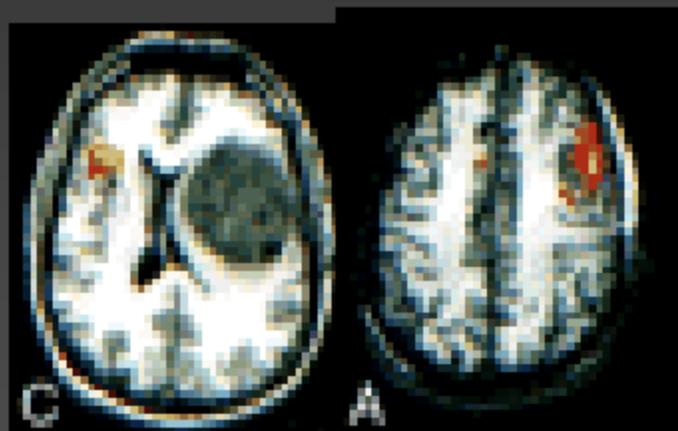


Imagerie par Résonance Magnétique

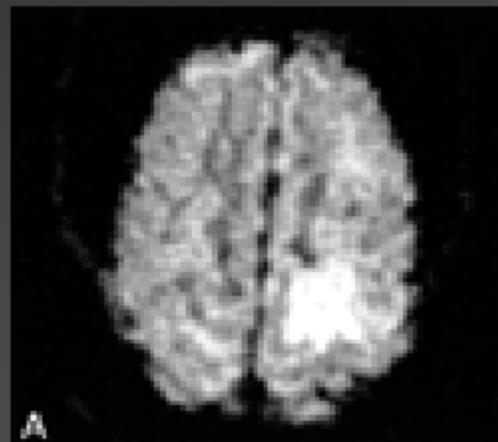
■ Structurelle



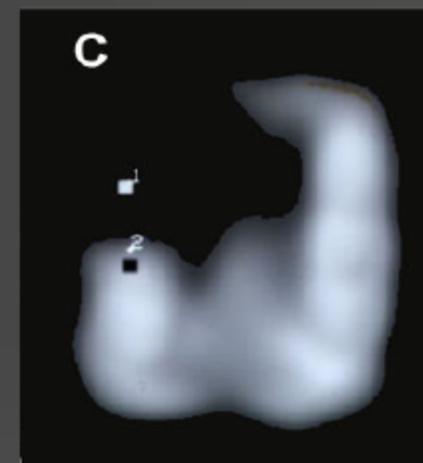
■ Fonctionnelle



Activation



Diffusion

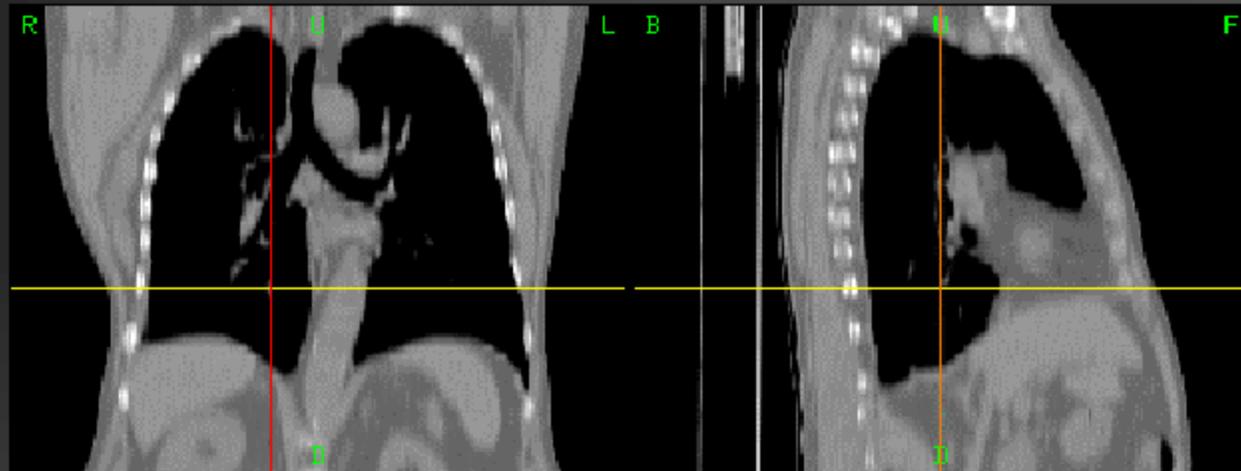


Métabolique

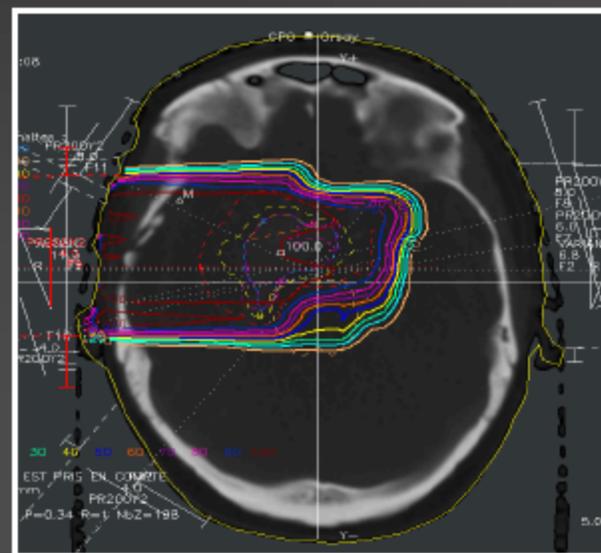
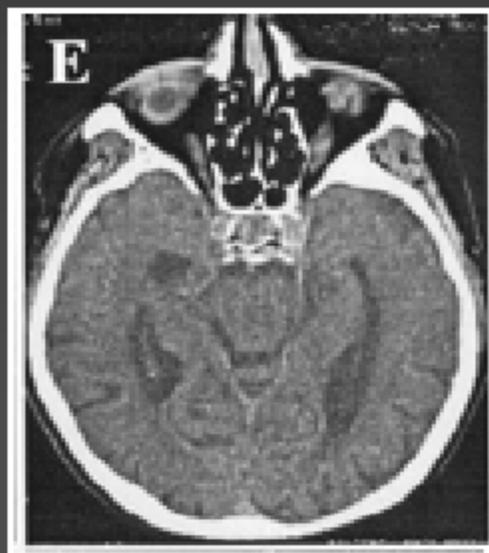


Tomodensitométrie

- Diagnostic



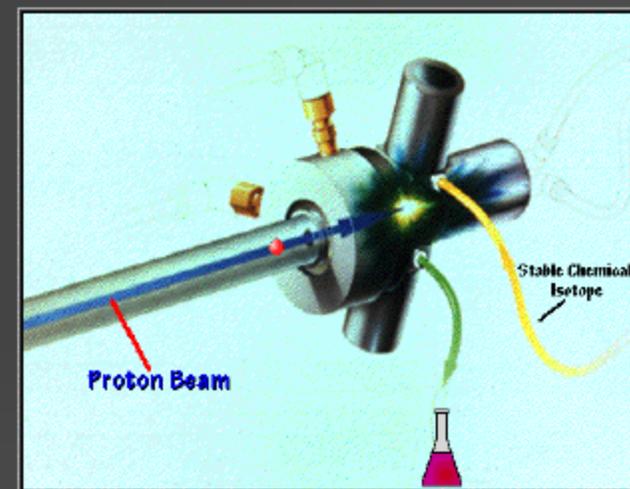
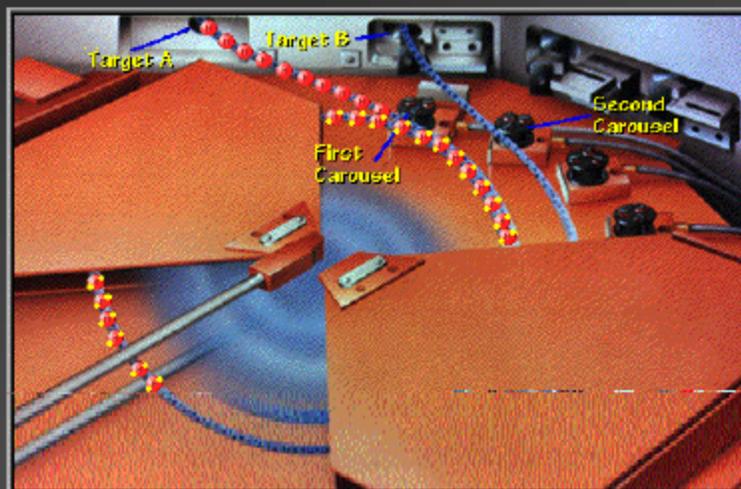
- Planimétrie en radiothérapie



Tomographie d'émission de positons

■ Principe

- Production d'un atome émetteur de positon
 - Accélération d'un proton (16 Mev) par un cyclotron



- Projection sur une cible: $^{18}\text{O}(p,n)^{18}\text{F}$



Technique de recherche clinique

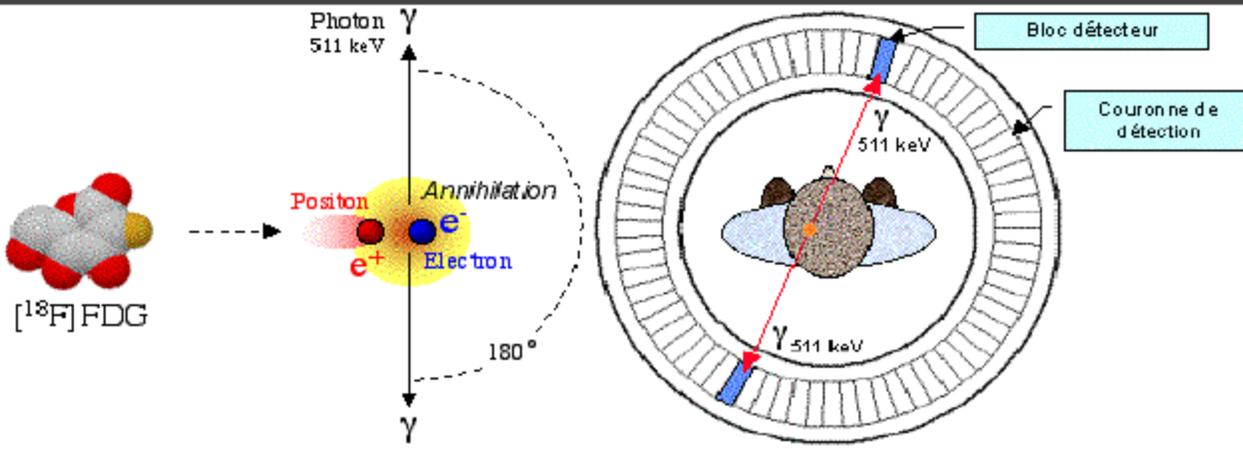
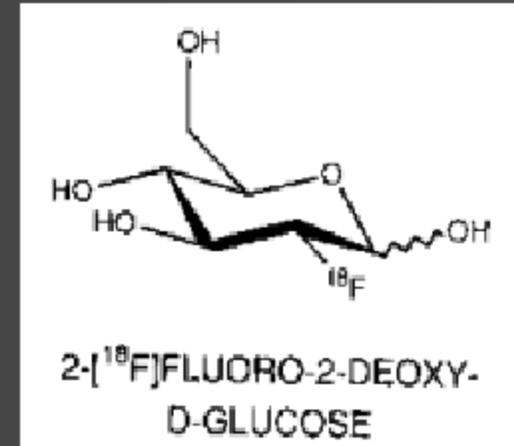


■ Radiopharmacie

- Préparation d'un traceur : ^{18}F FDG,
- ^{18}F -Dopa, ^{11}C -Méthionine, H_2^{15}O ...

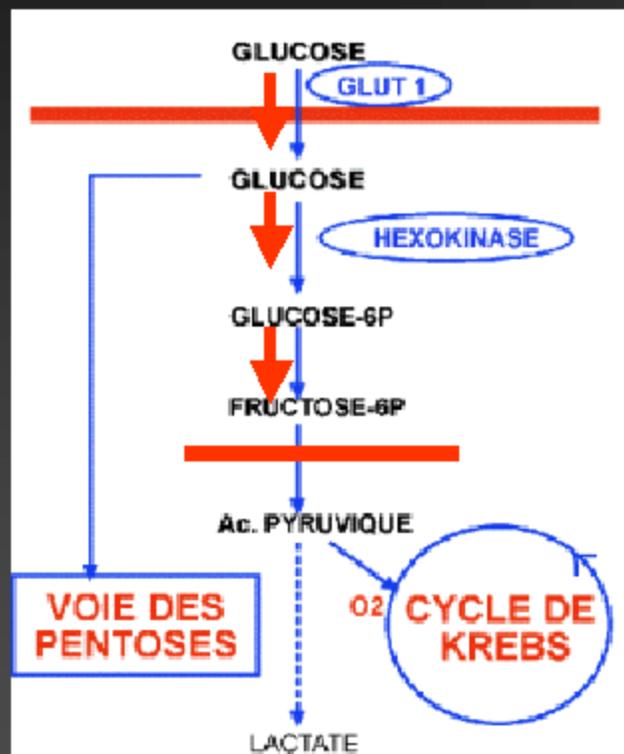
■ Examen

- Injection du traceur au patient
- Enregistrement des images



Technique d'imagerie métabolique

■ Exemple : le FDG



Métabolisme de la cellule
Tumeur



18-FDG TEP Corps-entier

■ Applications cliniques

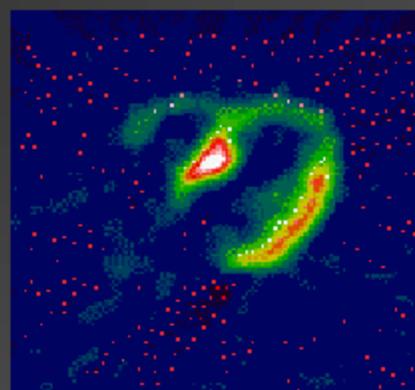
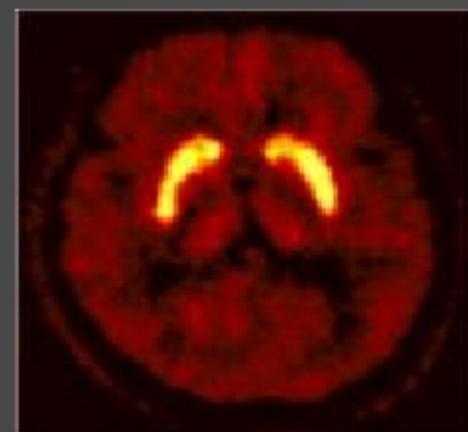
■ Oncologie

- Diagnostic corps-entier
- Tumeurs cérébrales

■ Neurologie

- Tumeurs
- Epilepsie
- Maladie de Parkinson
- Maladie d'Alzheimer
- Etudes de la cognition et du comportement

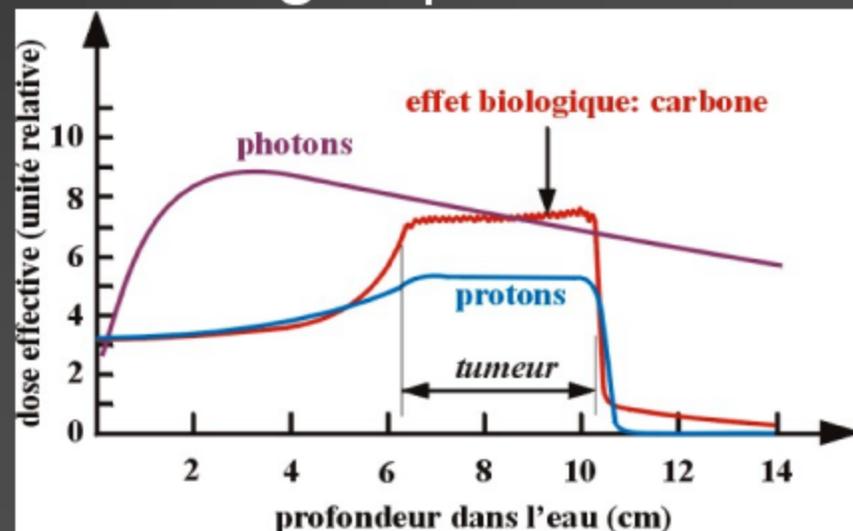
■ Cardiologie, pneumologie, néphrologie...



Hadronthérapie

■ Principe

- Accélération par un synchrotron d'un faisceau d'ions lourds : H, He, Li, C, O ...
- Irradiation très localisée et très énergétique
 - Tumeurs radio-résistantes
 - Tumeurs profondes et proche d'organes sensibles

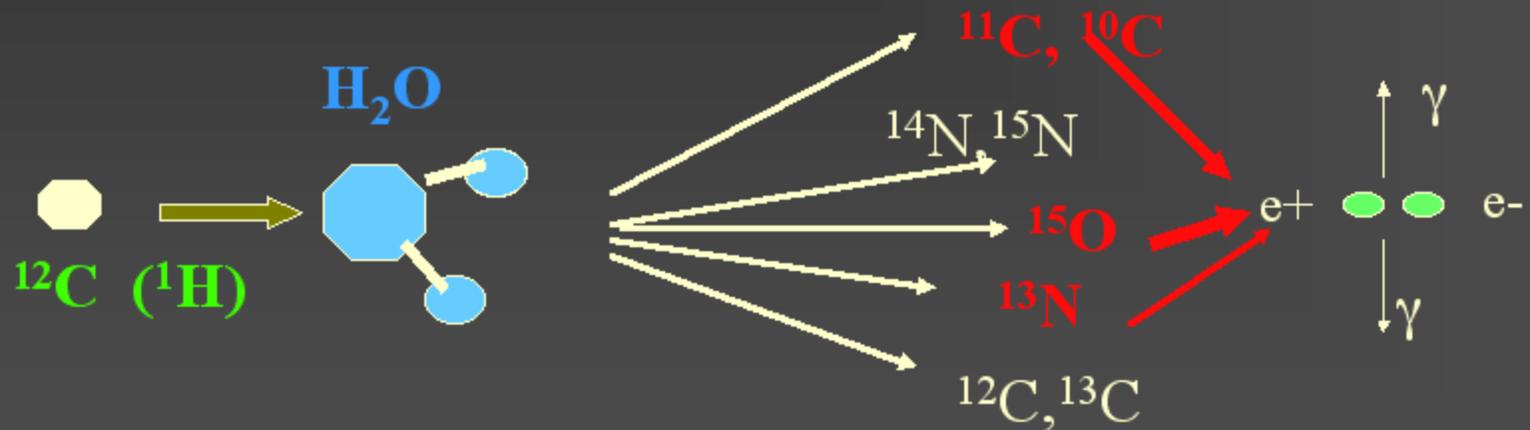


Imagerie TEP en Hadronthérapie

■ Principe physique

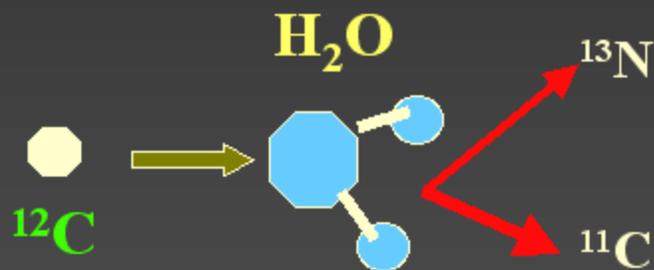
- Fragmentation des noyaux de la cible (tissu biologique composé principalement d'eau) :

^{16}O , ^{12}C , ^{14}N ...



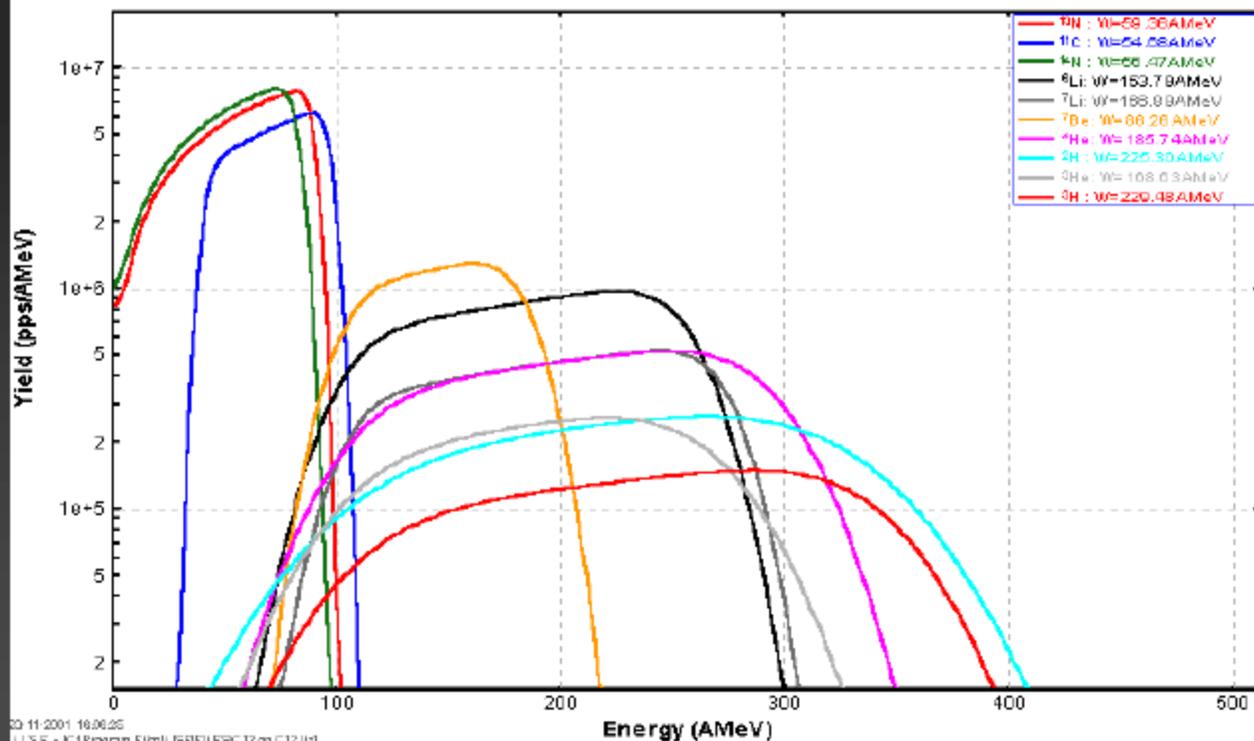
■ Fragmentation des noyaux du faisceau d'irradiation : ^{12}C

Simulation LISE



Energy plot after target with stripper

^{12}C 375.0 AMeV + H₂O (220000 μm), Settings on ^{11}C 9+
Stripper: Ywedge: Brho1=2.2000Tm Brho2=2.2000Tm

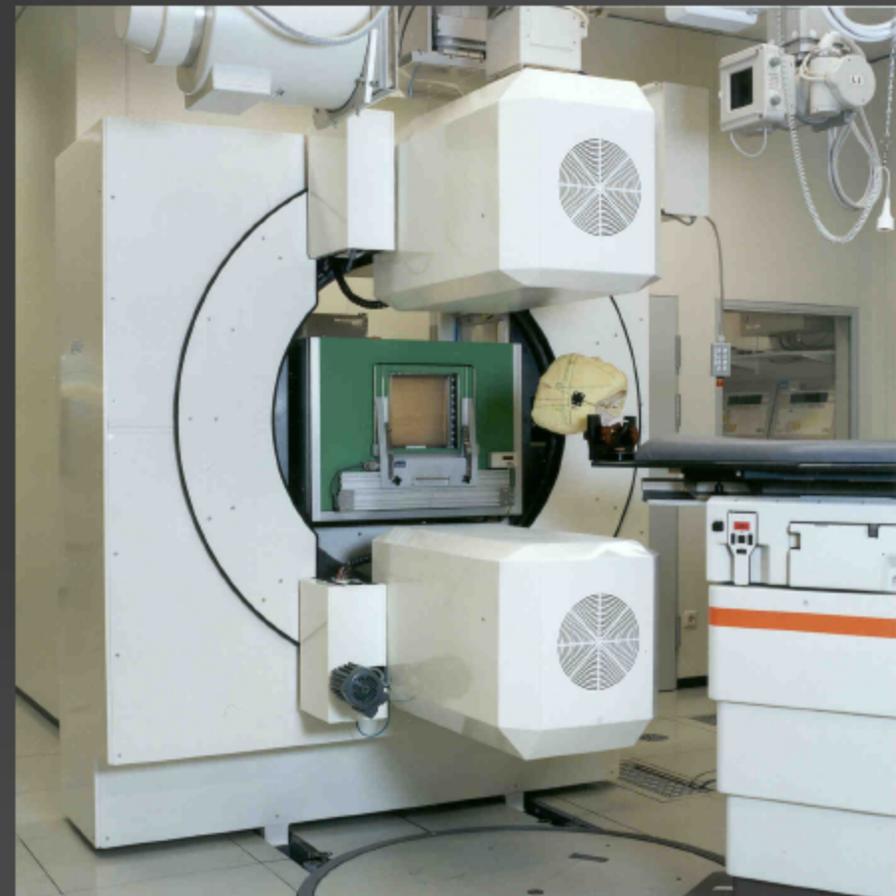
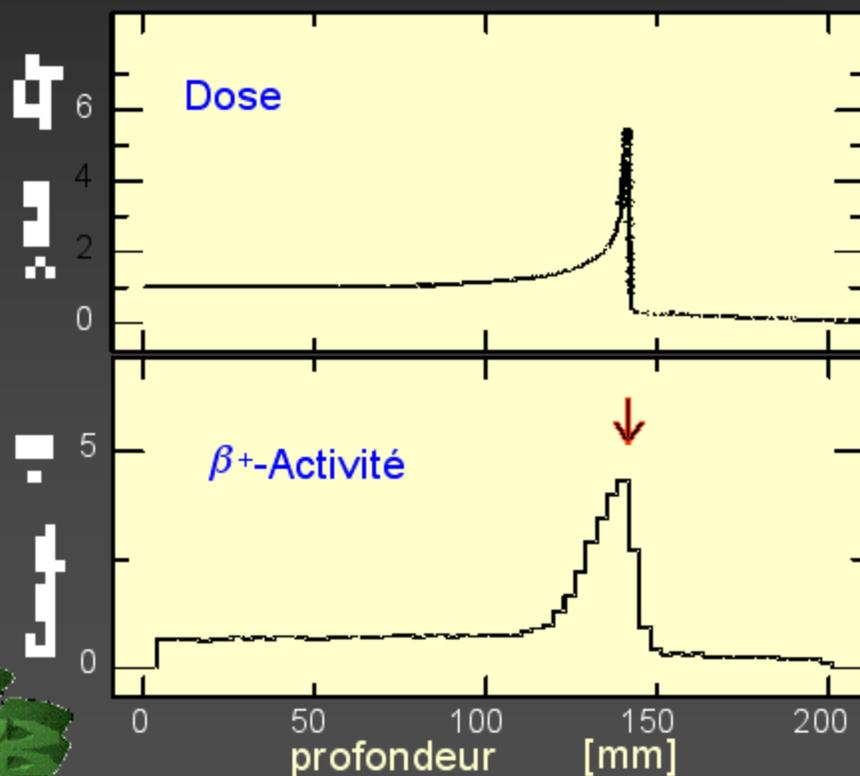


Taux de production des noyaux par fragmentation des ions de ^{12}C dans l'eau

Imagerie TEP en ligne

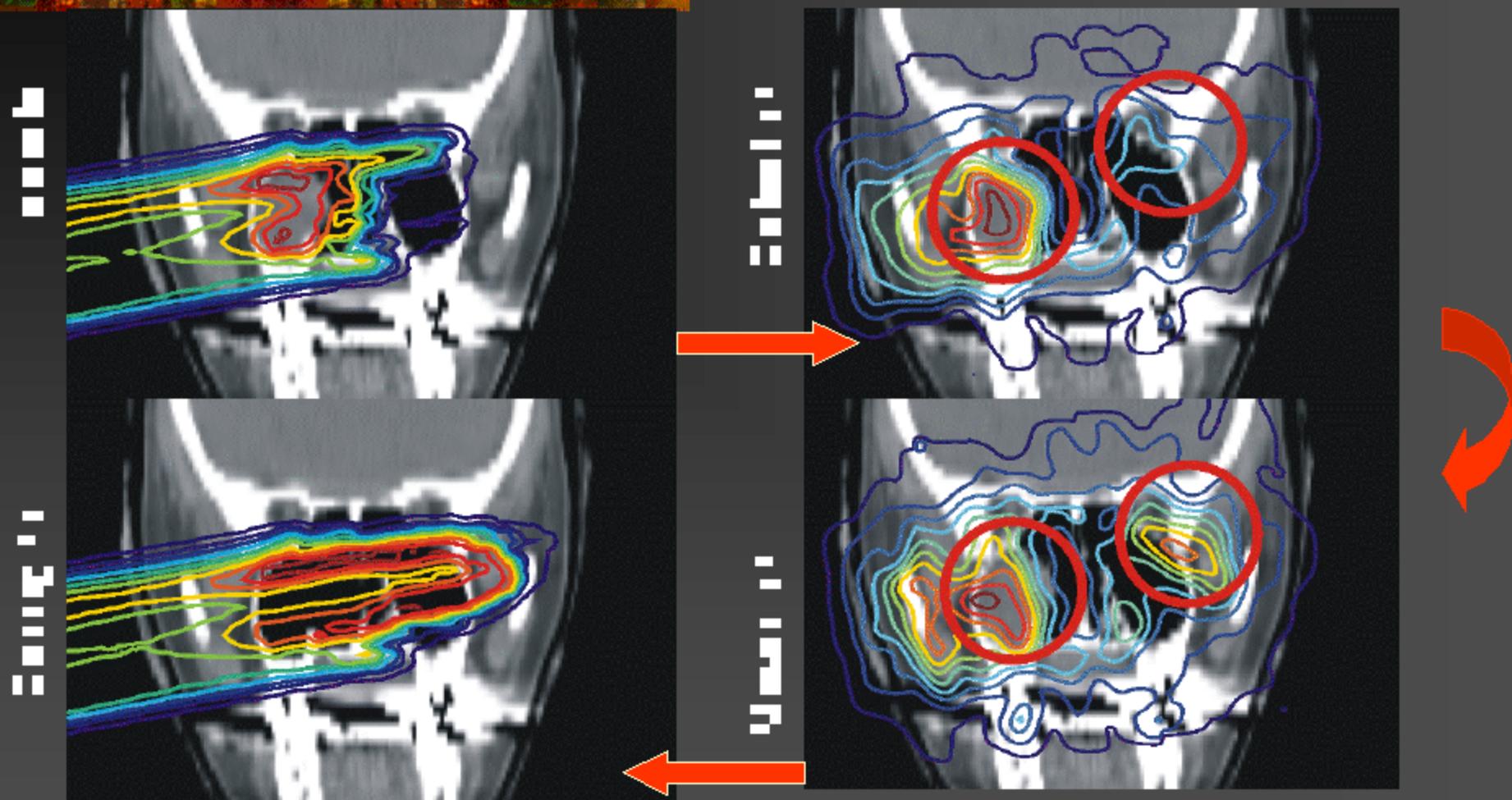
■ Intérêt

- Suivi du faisceau
- Mesure de la dose déposée



Salle de traitement avec TEP en ligne
GSI (Allemagne)

Technique de contrôle dosimétrique



Distribution de dose

Distribution d'activité β^+

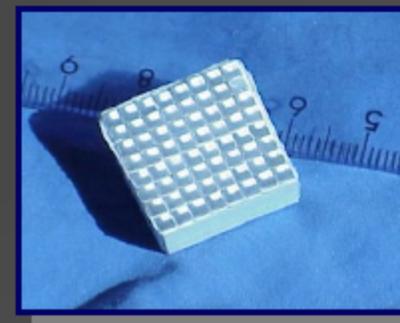
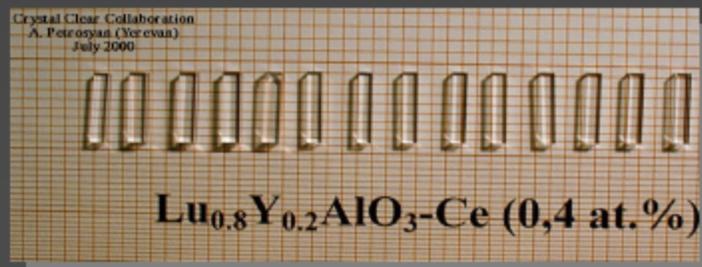


Développement d'un système TEP dédié

■ Haute sensibilité: nouveau cristal LSO/LuAP

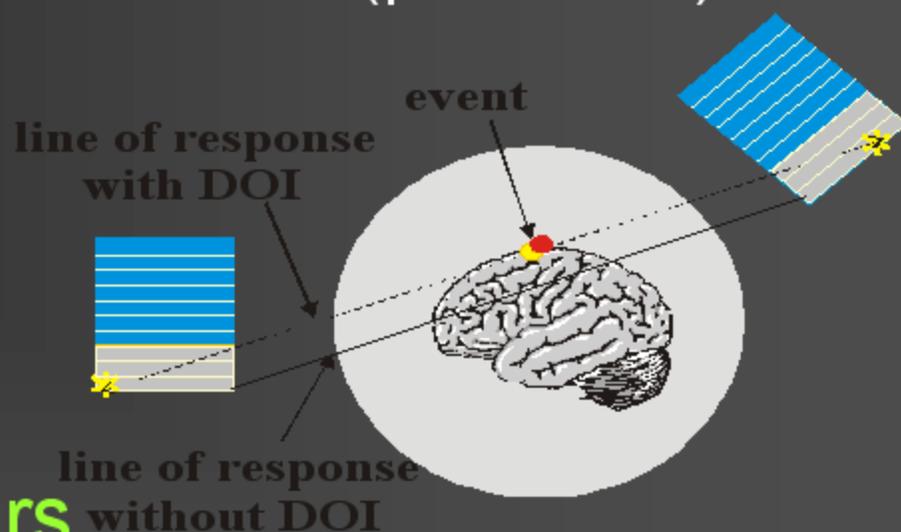
	Density [g/cm ³]	λ emission [nm]	Light yield [photons/MeV]	Scintillation decay time [ns]
(Lu-Y)AP	> 7.7	365	> 11400	17
LuAP	8.34	365	11400	17
LSO	7.4	420	27000	40

- Production (CERN & Crystal Clear)
- Découpage et assemblage en matrices



■ Haute résolution spatiale

- Cristaux de petites dimensions: 4 x 4 x 20 mm
- Double rangée de cristaux différents (phoswich)



- Grand champ de vue
- Nouveaux photodétecteurs
- Electronique de lecture rapide

Perspectives de la physique en santé

- Techniques d'imagerie: TEP & IRM
 - Méthodologie
 - Traitement du signal et d'image
 - Radioprotection (Méd. nucléaire et Radiologie)
- Radiothérapie
 - Radioprotection
 - Planning de traitement irradiants
- Enseignement de la biophysique

