



Séminaires du CGEA

1. Les Activités du CGEA

Plan

- I. Introduction
- II. Historique
- III. Activités Actuelles
- IV. Futurs Projets



I. Introduction

- Le Commissariat Général à l'Energie Atomique (CGEA) a été fondé en 1978
 - mais historiquement, il est dans la continuité de la *Commission Consultative des Sciences Nucléaires* fondée en 1958 et, à ce titre, **vient de fêter ses 64 ans !**
 - il est chargé de promouvoir toutes les **Applications Pacifiques des Sciences et Techniques Nucléaires**
 - il agit comme l'**opérateur de l'Etat** dans ce secteur
 - suite à la création d'une Autorité de Régulation en 2002, le CGEA ne s'occupe plus des aspects législatifs, réglementaires, ni des inspections, qui sont l'apanage du *Comité National de Protection contre les Rayonnements Ionisants* (CNPRI)
- Son siège est sur le campus de l'Unikin, mais il dispose également d'une antenne provinciale (Lubumbashi) et de postes en province (Kolwezi, Likasi, Goma, Bukavu, Kalemie, Sakania, Pweto)
- Partenaires:
 - International: Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), Department of Energy USA,...
 - Local: Université de Kinshasa, Cliniques Universitaires de Kinshasa (CUK), INERA,...



I. Introduction

- Personnel:
 - Comité de Gestion:
 - Prof. Dr. Steve Muanza Kamunga (Commissaire Général)
 - Prof. Dr. Jérémie Muswema Lunguya (Directeur Scientifique)
 - M. Tony Ngoma Phambu (Directeur Administratif et Financier)
 - 326 Unités
 - Scientifique: 80 (dont 21 Ph.D.)
 - Technique: 73
 - Administratif et Financier: 170
- Contact:
 - Nouveau site web: <https://www.cgea-rdc.org>
 - Mon adresse e-mail: steve.muanza.kamunga@cgea-rdc.org
- Modèle Global pour les Projets:
 - Les instruments sont acquis pour le compte du CGEA, ils sont installés et entretenus par le CGEA
 - Ils sont mis à la disposition de l'utilisateur final, sous couvert d'un protocole d'accord
 - L'exploitation est directement assurée par l'utilisateur ou, au besoin, par le CGEA
 - Les autorisations et inspections sont l'apanage du CNPRI



II. Historique

- Union Minière du Haut-Katanga:
 - Exploitation de minerai uranifère pour extraire le radium dès 1921
 - Découverte de la fission nucléaire en 1938 en Allemagne
 - O. Hahn, F. Strassmann, L. Meitner
 - Applications militaires envisagées d'emblée!
 - Début de l'exploitation de l'uranium (pour le secteur nucléaire) en 1939
 - Edgar Sengier, directeur de l'UMHK, est alerté par le chimiste anglais Henry Tizard en 1939 du danger que représenterait la récupération de l'uranium de Shinkolobwe par les Nazis
 - En 1940, il envoie 1200 tonnes de minerais dans un entrepôt de Staten Island, à N-Y
 - En 1942, le Colonel Kenneth Nichols, adjoint du Général Leslie Groves, rend visite à Sengier pour lui demander s'il serait possible de le fournir en uranium. Sengier lui répond qu'il attendait sa visite et que le 1^{er} stock d'uranium est déjà disponible !



22/11/2023

Prof. Dr. Steve Muanza (CGEA)



II. Historique

- Université de Lovanium:
 - Fondée en 1954 par Mgr Luc Gillon, physicien nucléaire de formation et son 1^{er} recteur de 1954 à 1967
 - Mgr Gillon fonde également le « Conseil Consultatif des Sciences Nucléaires » en 1958
 - Il plaide auprès du gouvernement colonial belge de l'époque pour qu'en reconnaissance de la contribution de la RDC à la victoire des Alliés en 1945, cette dernière puisse accéder aux applications nucléaires pacifiques
 - C'est ainsi que le gouvernement colonial achète, avec l'accord du gouvernement américain, le premier réacteur nucléaire de recherche qui fonctionnera sur le continent africain: c'est un TRIGA Mark I, acheté à la firme General Atomics; il est nommé « TRICO 1 »...





III. Activités Actuelles

- Le CGEA travaille principalement sur des applications sociétales des Sciences et Techniques Nucléaires, les secteurs d'applications concernent :
 - la Santé,
 - l'Alimentation,
 - l'Analyse et l'Industrie,
 - la Formation



III. Activités Actuelles

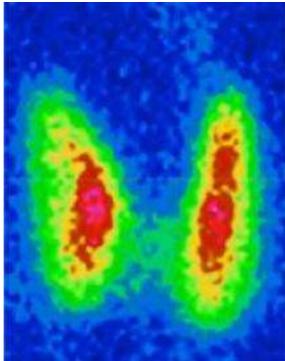
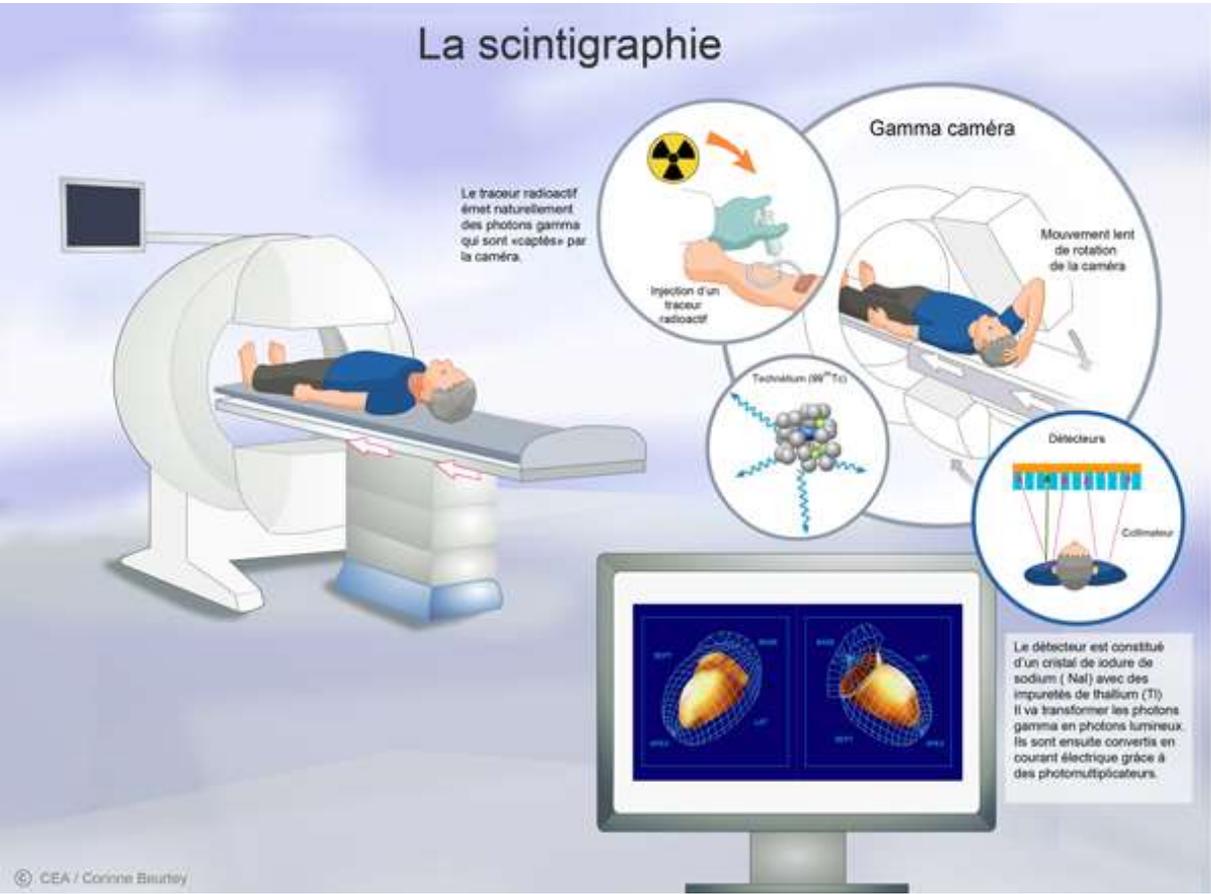
Réacteur Nucléaire de Recherche: TRICO 2



22/11/2023

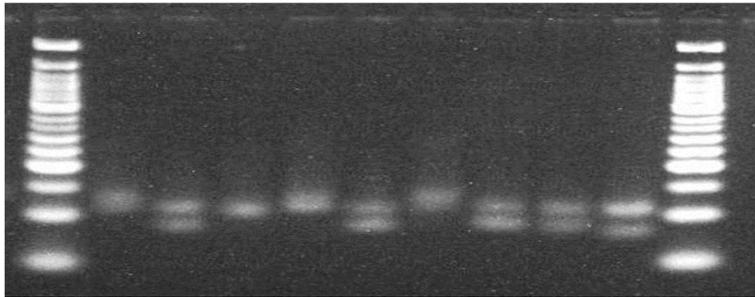
Prof. Dr. Steve Muanza (CGEA)

III. Activités Actuelles « Gamma-caméra »





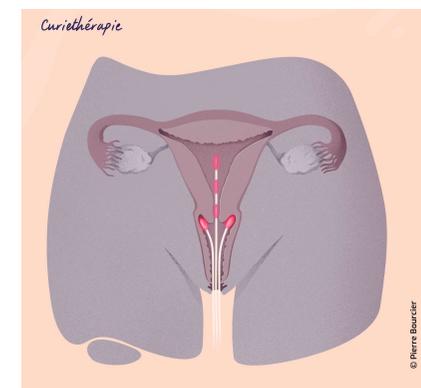
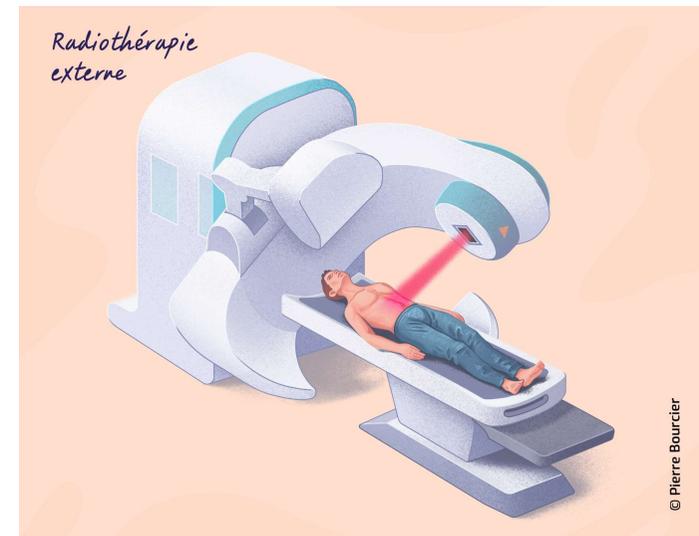
III. Activités Actuelles Amélioration des semences





IV. Futurs Projets Radiothérapie

- Création d'un Centre de Diagnostic Multidisciplinaire et de Radiothérapie
 - Il y a une forte augmentation des cancers en RDC (comme partout ailleurs)
 - En dehors de la chirurgie qui est limitée, les techniques les plus efficaces sont:
 - la Radiothérapie Ext.: **accélérateurs d'électrons** produisant des **rayons X**
 - la Curithérapie: **sources scellées** appliquées en interne
 - **Premier Centre Public de Radiothérapie en RDC**
 - Partenaires:
 - Principal:
 - AIEA (COD6016)
 - Ressources supplémentaires: « Rayons de l'Espoir »
 - Locaux: Ministère de la Santé Publique H.P., CNLC, Unikin, CUK, Cliniques Privées,...
 - Budget Radiothérapie:
 - **35 M\$**





IV. Futurs Projets Radiothérapie

- Création d'un Centre de Diagnostic Multidisciplinaire et de Radiothérapie
 - Etat d'avancement:
 - Phase 1: Planification, Conception, Etudes de Faisabilité, Estimation des Coûts (2023-2024)
 - Matériel choisi (LINAC électrons, pas d'orthovoltage, pas de source gamma ^{60}Co ,...)
 - Business Plan: réalisé avec l'aide de l'AIEA
 - Terrain acquis: site de l'Unikin (20 000 m²)
 - Plans architecturaux (faits) et études de faisabilité en finalisation (payés sur fonds propres du CGEA)
 - Experts internationaux associés au CGEA (2 Radio-oncologues, 1 Physicien Médical)
 - Colloque CGEA: « Le CGEA fer de lance de la lutte contre le cancer en RDC ? »
(Médecine Nucléaire, Radiopharmacie, Radiothérapie), 2-4 Octobre 2023, Kinshasa
 - Phase 2: commande, livraison, installation du matériel, finalisation de la formations des personnels, démarrage des activités de radiothérapie (2024-2025)
 - Phase 3: développement du module de diagnostic, scan CT, caméras TEP,..., démarrage des activités de diagnostic (2025-2028)



IV. Futurs Projets Radiothérapie



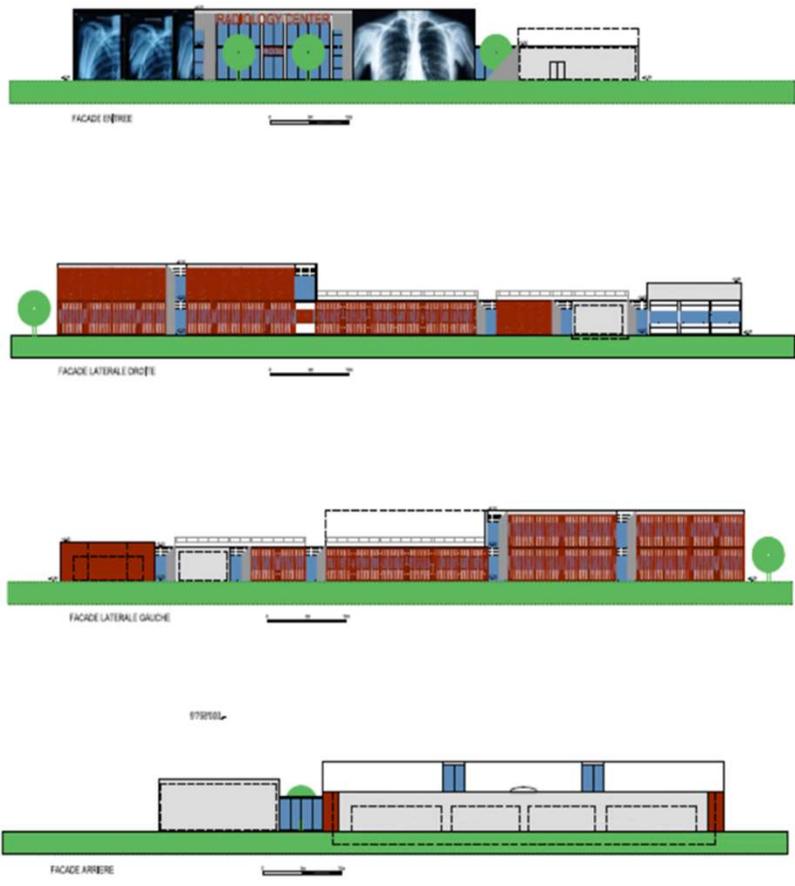


IV. Futurs Projets Radiothérapie





IV. Futurs Projets Radiothérapie



22/11/2023

Prof. Dr. Steve Muanza (CGEA)

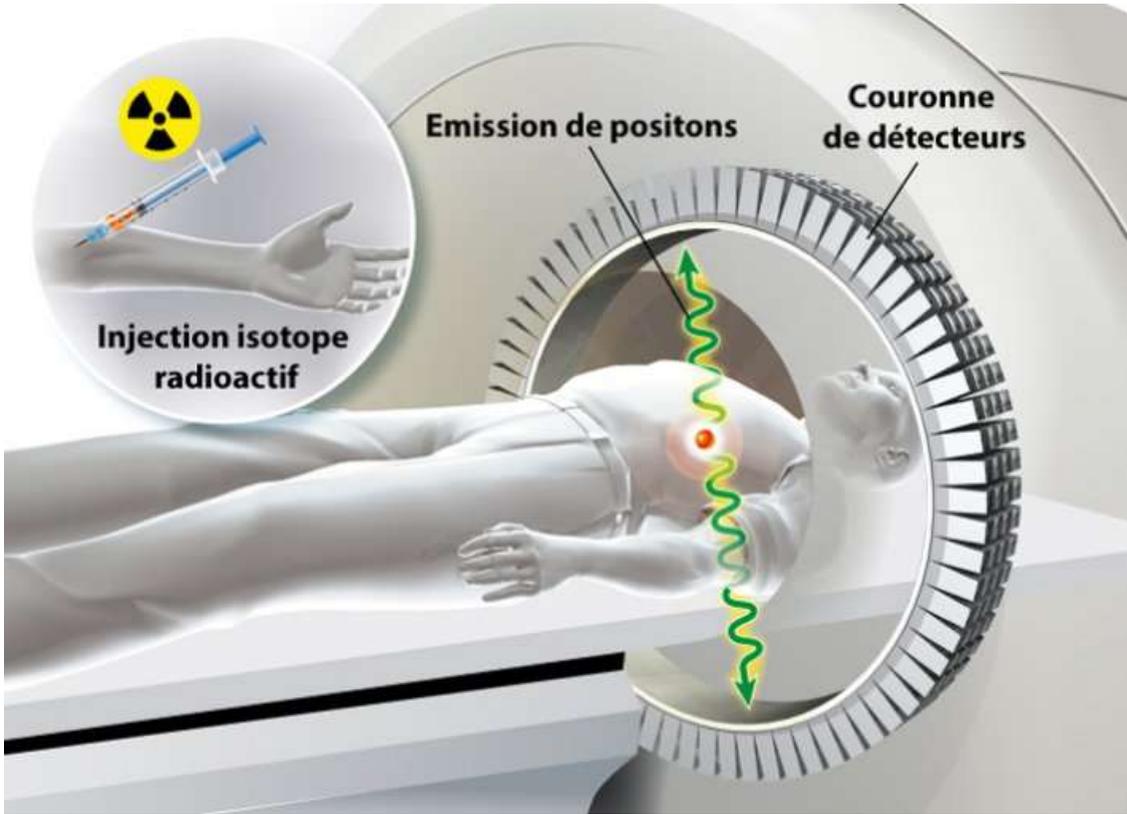
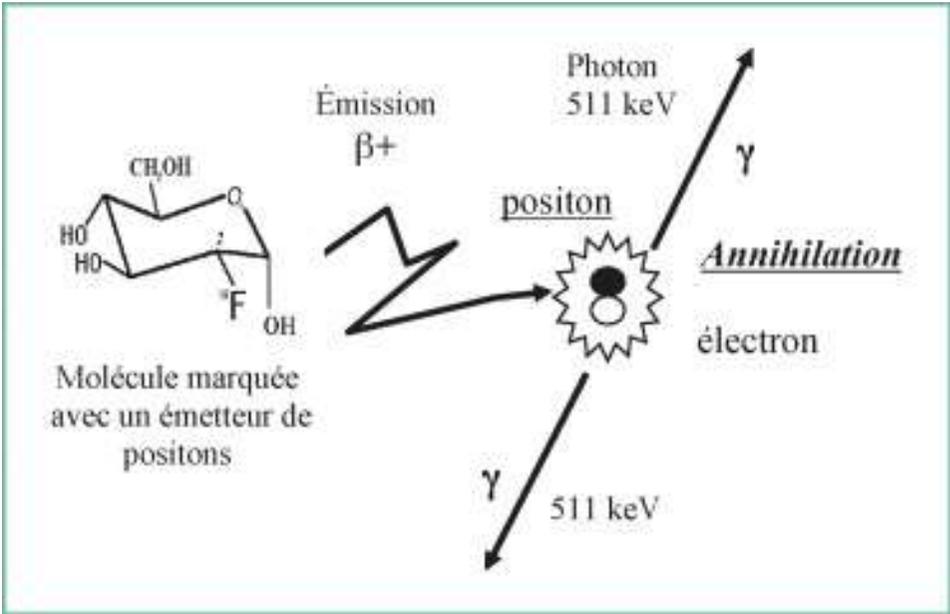


IV. Futurs Projets « Caméra TEP »

- Création d'un Centre de Diagnostic Multidisciplinaire et de Radiothérapie
 - Ce sera le premier centre de ce type en RDC
 - Radioisotopes pour la production initiale:
 - ^{18}F (TEP): imageries en oncologie, neurologie et cardiologie ($\tau \sim 2\text{h}$)
 - ^{68}Ga (TEP): imageries du cancer de la prostate et de tumeurs neuro-endocriniennes ($\tau \sim 1\text{h}$)
 - ^{64}Cu (TEP): imagerie d'hypoxie et théragnostic ($\tau \sim 13\text{h}$)
 - D'une part différentes modalités diagnostiques, notamment des **caméras de Tomographie à Emission de Positrons**
 - **Instrument capital pour les diagnostics de cancer**
 - Utilisant le Fluoro-Deoxy-Glucose (FDG: $\text{C}_6\text{-H}_{11}\text{-}^{18}\text{F}\text{-O}_5$) où la molécule est marquée au ^{18}F , qui est un émetteur β^+
 - Le FDG est devenu l'outil standard pour cette modalité d'Imagerie Médicale,
 - Cependant, le ^{18}F a un temps de $\frac{1}{2}$ -vie court
 - Cela impose de produire le ^{18}F à proximité immédiate
 - **Projet de cyclotron (13 à 30 MeV)**
 - Extension naturelle de notre activité de Médecine Nucléaire (CUK)

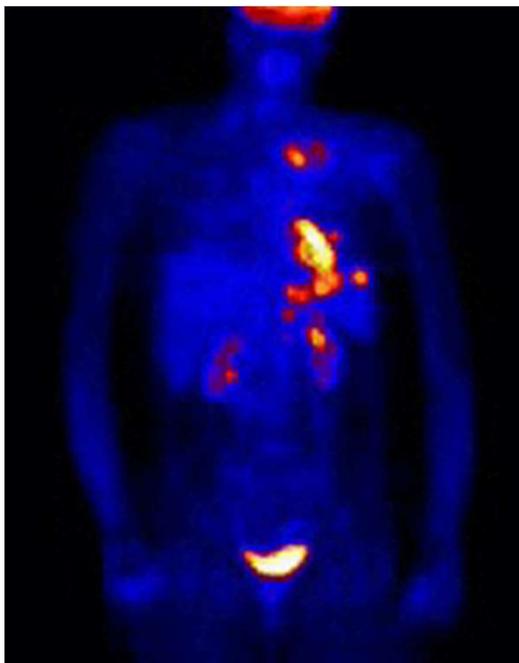


IV. Futurs Projets « Caméra TEP »





IV. Futurs Projets « Caméra TEP »



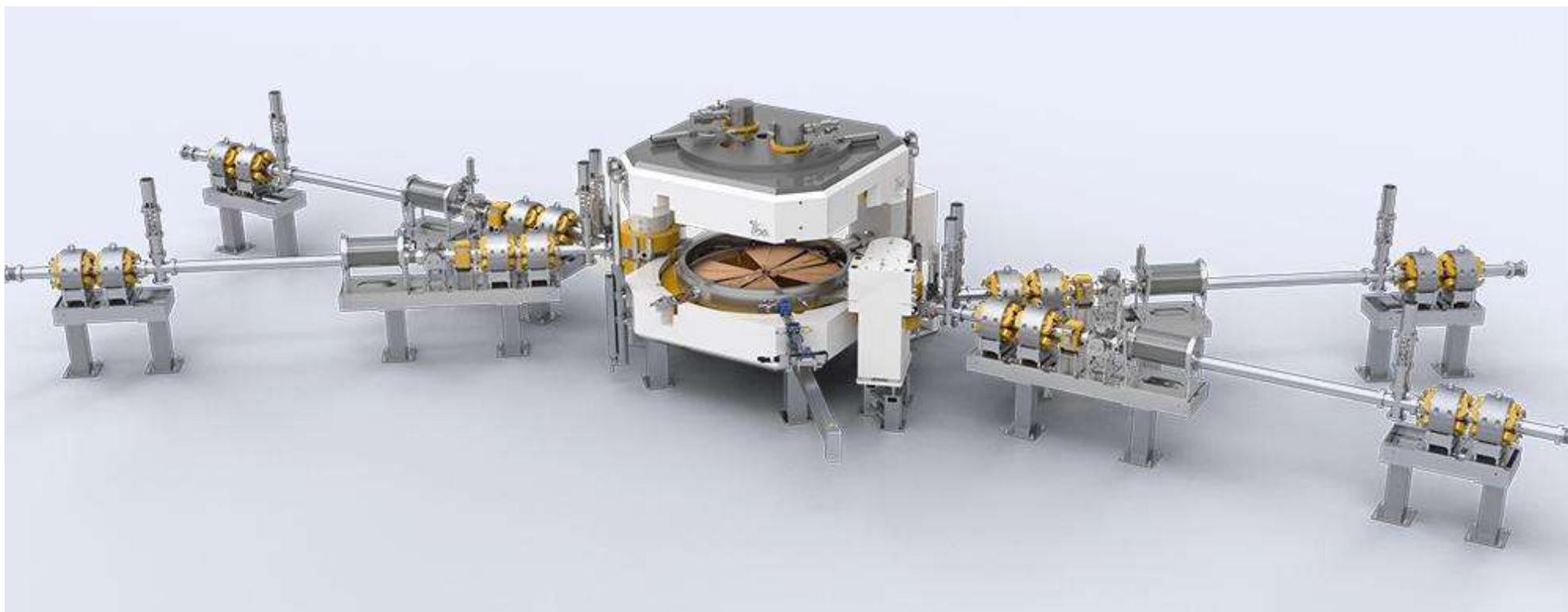
Patient atteint d'un carcinome du poumon gauche, persistant après chirurgie



IV. Futurs Projets

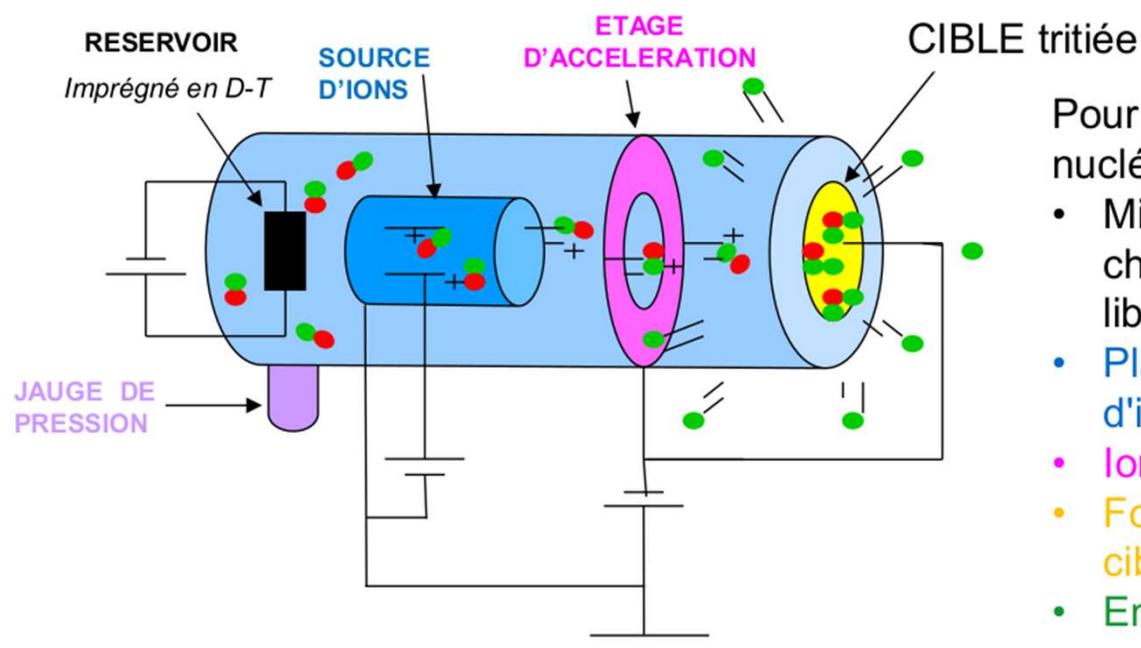
Centre de Radiopharmacie

- Création d'un Centre de Radiopharmacie
 - Budget Radiopharmacie:
 - 15 M\$



IV. Futurs Projets Analyse et Industrie

- Acquisition d'une source portable de neutrons



Pour obtenir la réaction nucléaire

- Mise en pression du tube : chauffe du réservoir pour libérer gaz D+T
- Plasma généré par la source d'ions VSI
- Ions accélérés par la THT,
- Focalisation des ions sur la cible
- Emission de neutrons



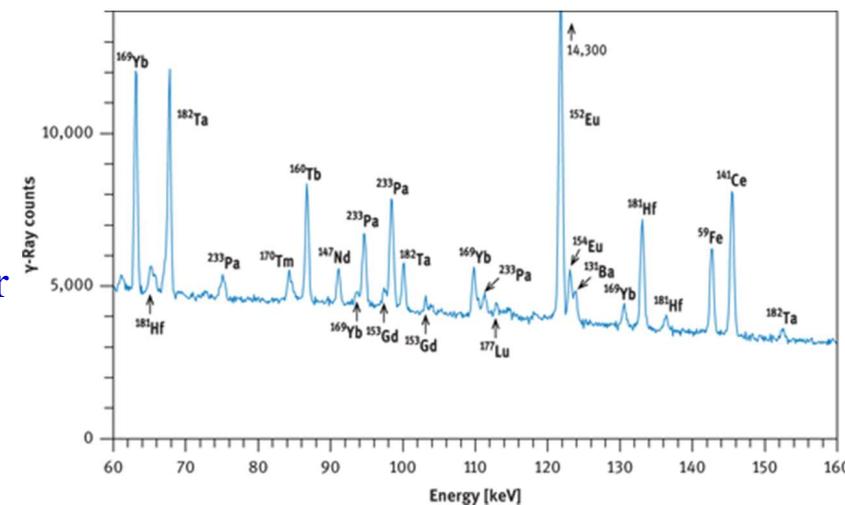
IV. Futurs Projets Analyse et Industrie





IV. Futurs Projets Analyse et Industrie

- Acquisition d'une source portative de neutrons
 - a) Analyse par Activation Neutronique (AAN)
 - C'est une des techniques les plus fiables d'analyse d'échantillons de composition inconnue, ayant un intérêt biologique, environnemental, de médecine légale, industriel, minier,...
 - Capable de détecter des éléments même à l'état de trace
 - On bombarde l'échantillon par un flux de neutrons
 - Ces neutrons induisent des réactions nucléaires qui rendent les noyaux de l'échantillon radioactifs (activation)
 - On analyse la radioactivité gamma émise par l'échantillon activé
 - Par spectrométrie gamma pour identifier les éléments et déterminer leur proportions dans l'échantillon





IV. Futurs Projets Analyse et Industrie

- Acquisition d'une source portative de neutrons
 - b) Applications Industrielles
 - Analyse d'éléments par des Techniques Non-Destructives (NDT)
 - Mesure de la composition isotopique d'un matériau
 - Simulation accélérée (en laboratoire) du vieillissement de bétons
 - Ex: distinction entre l'eau (élément léger) et le pétrole (éléments lourds) dans la prospection pétrolière
- Budget:
 - Equipements: 385 000\$
 - Blindage neutrons: conception, fabrication, installation (à chiffrer)
- Délai de mise en œuvre: quelques jours après l'installation des équipements et la mise en place du blindage

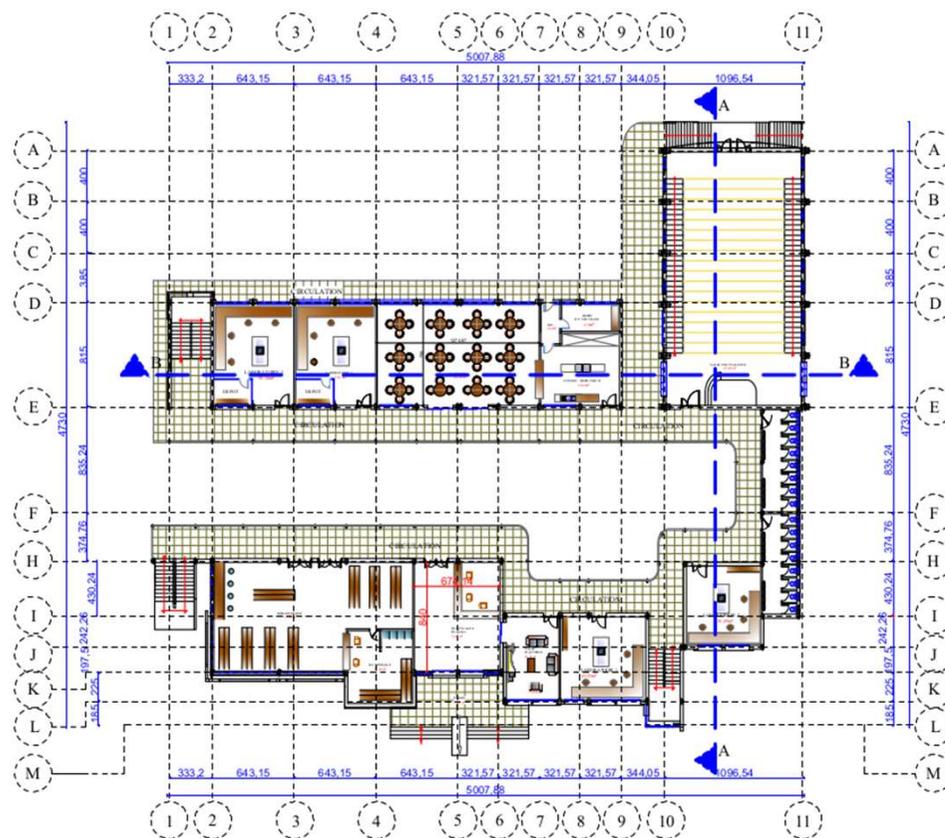


IV. Futurs Projets Formation

- IV. 1. Création d'une Ecole Nationale Supérieure de Sciences et Techniques Nucléaires à Kinshasa
 - But:
 - Former en 3 ans (L3) des techniciens en Sciences et Techniques Nucléaires, directement employables
 - Former en 2 ans supplémentaires (M2) des ingénieurs en Sciences et Techniques Nucléaires, directement employables
 - Nécessité de construire un bâtiment dédié (L2, L3, M1, M2)
 - Plans architecturaux et études de faisabilité en cours...
 - Partenaires:
 - AIEA: COD6016
 - Unikin
 - CNESTEN, CEA/INSTN (en discussion)
 - Pas encore de ligne budgétaire officielle



IV. Futurs Projets Analyse et Industrie



VUE EN PLAN RDC

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO KINSHASA	
 C.G.E.A./C.R.E.N.-K Commissariat Général à l'Énergie Atomique Centre Régional d'Étude Nucléaire	
<u>TITRE</u> ESQUISSE D'UNE ECOLE NATIONAL NUCLEAIRE.	
CELLULE DE GENIE CIVIL	
<u>VERIFICATION</u> IR.kabeya mukosayi (CHEF DE DEPARTEMENT TECHNIQUE)	
<u>APPROBATION</u> COMMISSAIRE GENERAL A L'ENERGIE ATOMIQUE	
kin, le 31/07/2023	
ECH: 1/40	PL: 03

22/11/2023



IV. Futurs Projets Analyse et Industrie





IV. Futurs Projets Analyse et Industrie



22/11/2023

Prof. Dr. Steve Muanza (CGEA)

27



IV. Futurs Projets Analyse et Industrie





IV. Futurs Projets Analyse et Industrie



22/11/2023

Prof. Dr. Steve Muanza (CGEA)

29



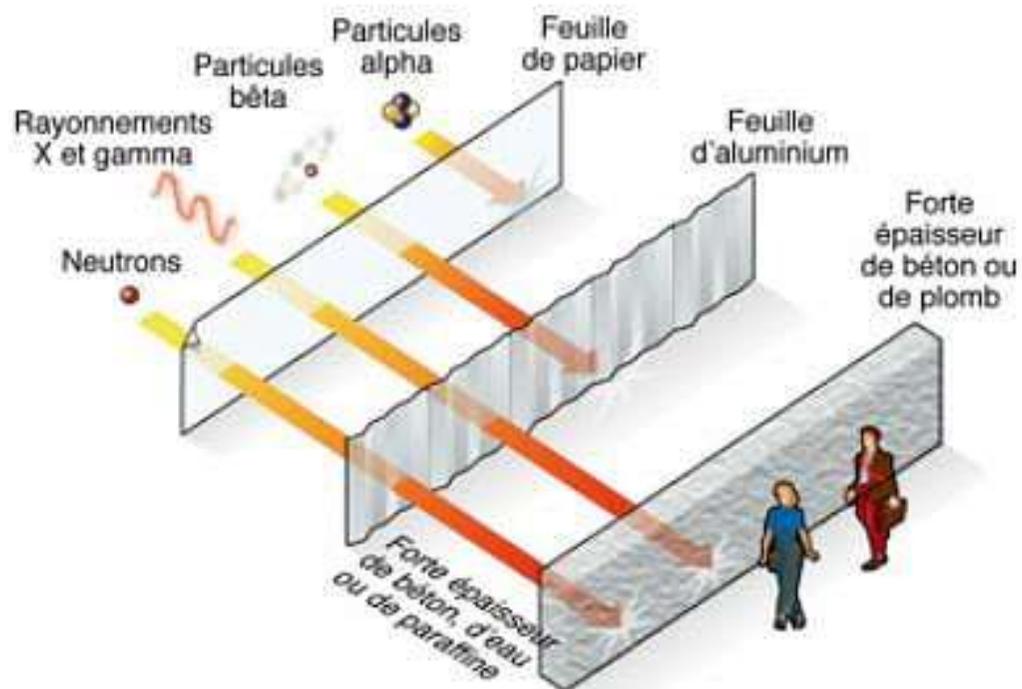
IV. Futurs Projets Analyse et Industrie

- IV. 2. Création d'un Master et d'un Doctorat en Physique Corpusculaire et Cosmologie
 - En phase avec le passage au système LMD à la Faculté des Sciences et Technologies de l'Unikin (fin du L3)
 - But:
 - renforcer la formation classique par et pour la recherche
 - qui garantit un niveau qualitatif élevé aux étudiants de la Mention Physique
 - dont un certain nombre passera ensuite par le CREN-K (stages académiques et professionnels, chercheur associé, agent du CGEA)
 - Partenaires:
 - Unikin
 - Sorbonne Université, Paris
 - Aix-Marseille Université
 - Budget de préparation:
 - FSPI: 39 k€

BACK-UP



Radioactivité





III. Projets Innovants pour l'Alimentation

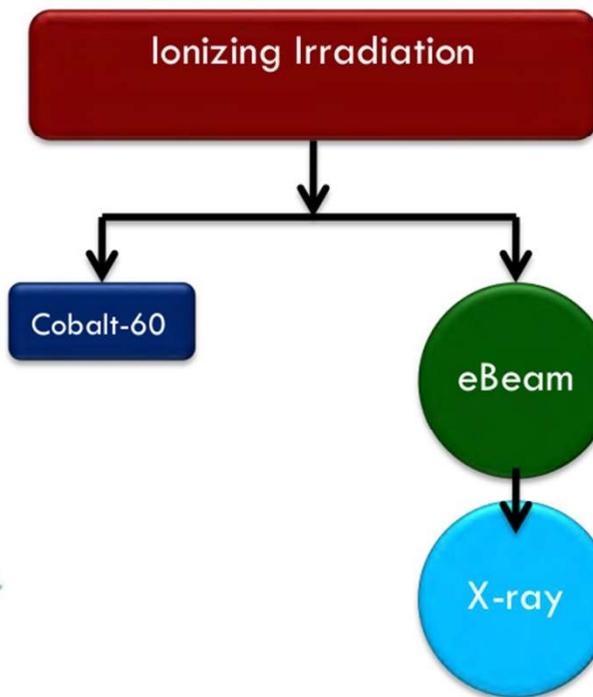
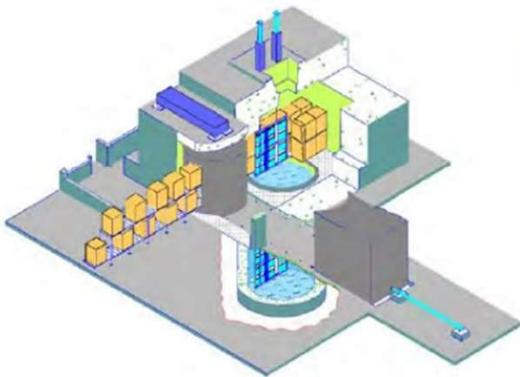
- Cobalt-60 has major environmental and security issues
- Cobalt-60 is expensive (~ \$7/Curie)
 - Small facility : 300,000 Curies ~ \$2.1million (just to order the material, does not include shipping, safeguarding or disposal)
- Cobalt-60 is not available easily
- Cannot be switched off
- 12% continuous loss due to natural radioactive decay
- Cobalt-60 cannot be transported easily
- Today, it is more expensive to build, maintain and replenish a cobalt-60 facility compared to a commercial scale eBeam facility





III. Projets Innovants pour l'Alimentation

- Isotope based radiation
 - Gamma radiation (cobalt-60 and cesium-137)



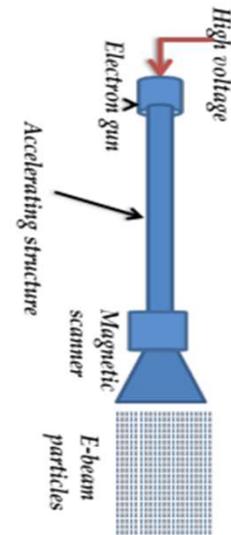
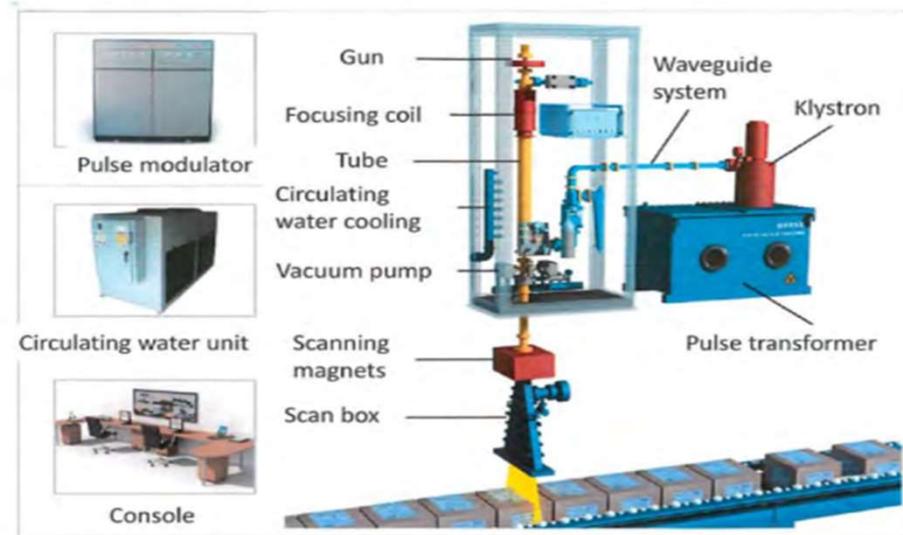
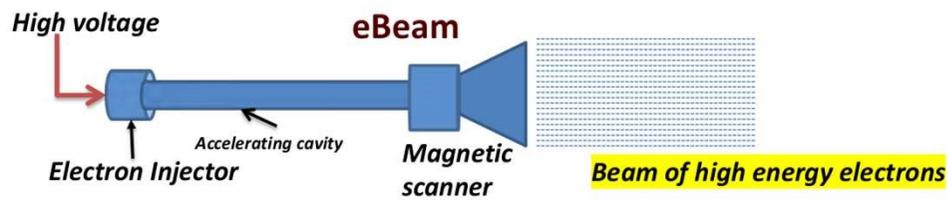
**Alternative Technologies
(machine generated)**

**Electron beam (eBeam)
X-ray technology (X-ray)**



III. Projets Innovants pour l'Alimentation

Linear Accelerator (Linac)



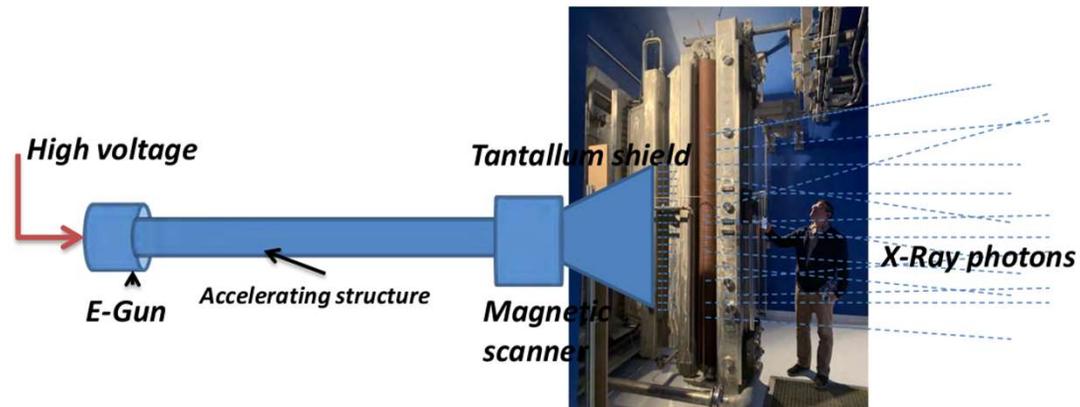
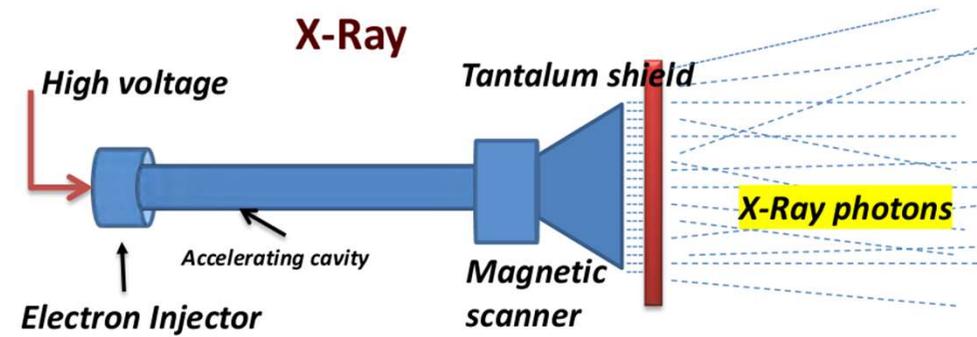
Production d'un faisceau d'électrons

Food pasteurization, medical supplies sterilization, spice sterilization, gem-stone coloring, polymer modification,

Irradiateur électron industriel



III. Projets Innovants pour l'Alimentation





III. Projets Innovants pour l'Alimentation

- Low Energy Electron Beam (LEEB): < 1 MeV electrons
- Low Energy X-ray (LEEX): < 1 MeV photons

- Medium Energy Electron Beam (MEEB): 1 MeV – 5 MeV electrons
- Medium Energy X-ray (MEEX): 1 MeV – 5 MeV photons

- High Energy Electron Beam (HEEB): 5 MeV – 10 MeV electrons
- High Energy X-rays (HEEX) : 5 MeV – 7.5 MeV X-ray photons

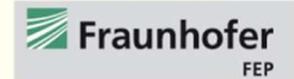
Coût: ~15M\$



III. Projets Innovants pour l'Alimentation



HOW THE ELECTRON TREATMENT WORKS



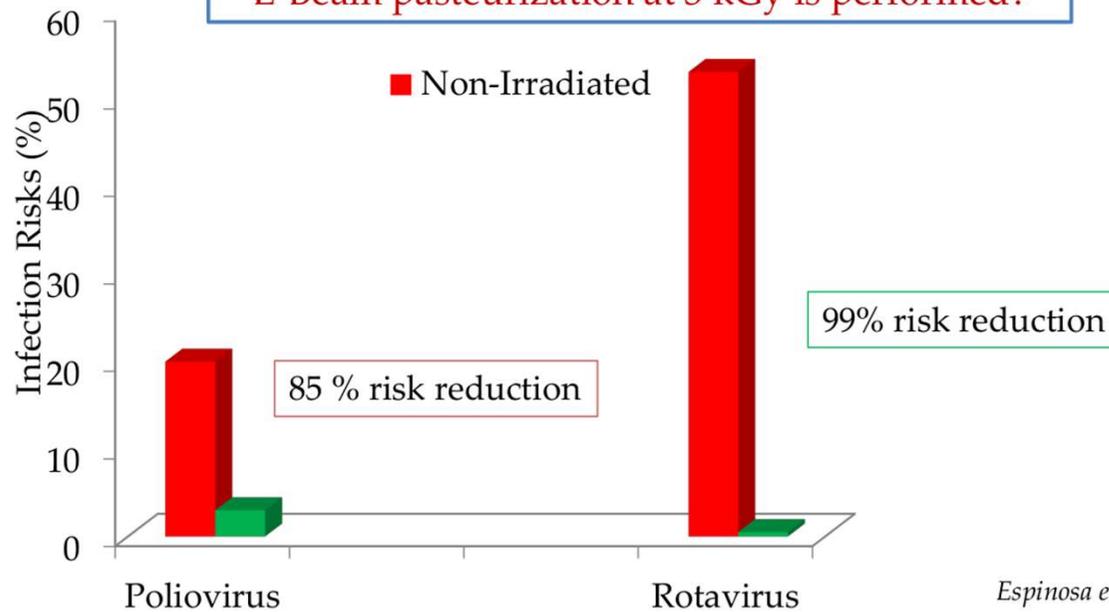


III. Projets Innovants pour l'Alimentation

eBeam Reduces Infection Risks from Rotavirus and Poliovirus on Lettuce

Assuming Serving size of lettuce (14 g) contaminated ~ 10 viruses

What would be the reduction in Infection Risks if E-Beam pasteurization at 3 kGy is performed?



Espinosa et al., AEM, Feb 2012



III. Projets Innovants pour l'Alimentation

Significant Reduction in Infection Risks from Raw Milk is eBeam pasteurized at 2.0kGy

Pathogen	Pathogen Concentration in raw milk (CFU/serving ¹)	Infection risks without eBeam pasteurization	Pathogen Concentration in eBeam pasteurized milk ^{2,3} (CFU/serving)	Infection risks after eBeam pasteurization	Mean Risk reduction
<i>C. jejuni</i>	Mean: 3.16×10^8 Median: 2.98×10^5	Mean: 7.80 / 10 persons Median: 7.83 / 10 persons	< 1	Mean: $4.34E-21$ Median: $4.09E-21$	>99.99%
<i>E. coli</i> O157:H7	Mean: 1.13×10^8 Median: 2.98×10^5	Mean: 9.90 / 10 persons Median: 9.90 / 10 persons	< 1	Mean: $2.46E-28$ Median: $6.49E-31$	>99.99%
<i>L. monocytogenes</i>	Mean: 1.15×10^7 Median: 1.13×10^4	Mean: 7.94 / 10 persons Median: 8.01 / 10 persons	< 1	Mean: $1.52E-07$ Median: $1.50E-10$	>99.99%

Assumptions:

¹Serving size: triangular distribution between 0mL – 711mL, with 237mL the most likely

²Pasteurization dose: 2.0kGy

³*C. jejuni* 28-log reduction; *E. coli* O157:H7 32-log reduction; *L. monocytogenes* 12-log reduction