



# 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](mailto: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<sup>er</sup> stock d'uranium est déjà disponible !



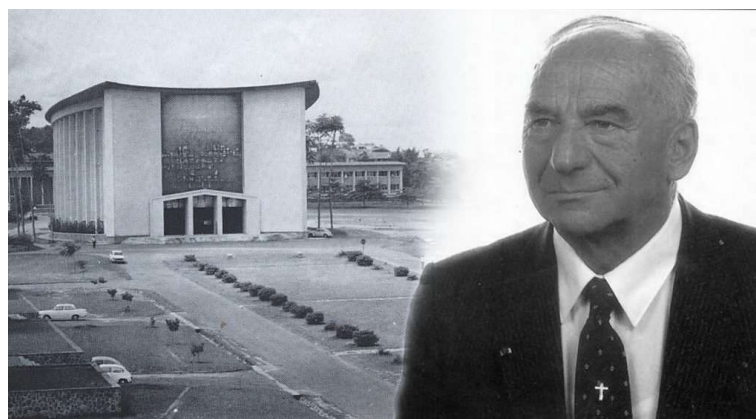
22/11/2023

Prof. Dr. Steve Muanza (CGEA)



## II. Historique

- Université de Lovanium:
  - Fondée en 1954 par Mgr Luc Gillon, physicien nucléaire de formation et son 1<sup>er</sup> 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

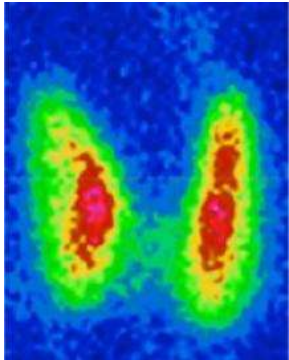
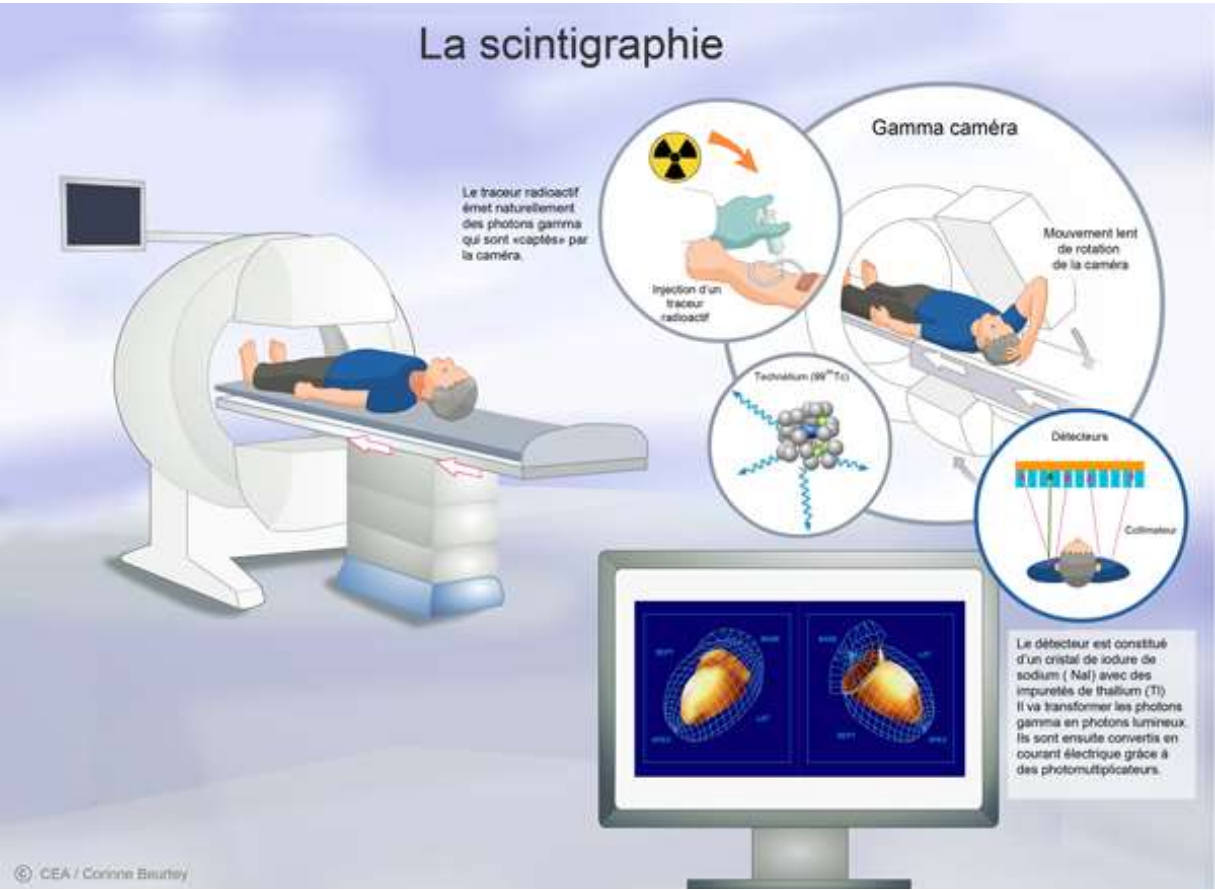
## Réacteur Nucléaire de Recherche: TRICO 2



22/11/2023

Prof. Dr. Steve Muanza (CGEA)

# III. Activités Actuelles « Gamma-caméra »

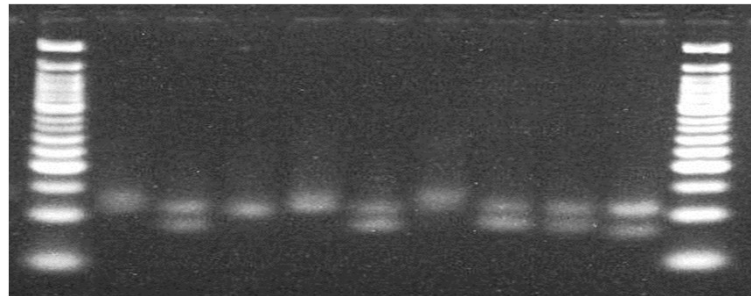






# III. Activités Actuelles

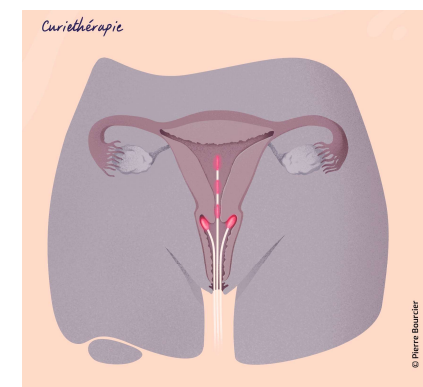
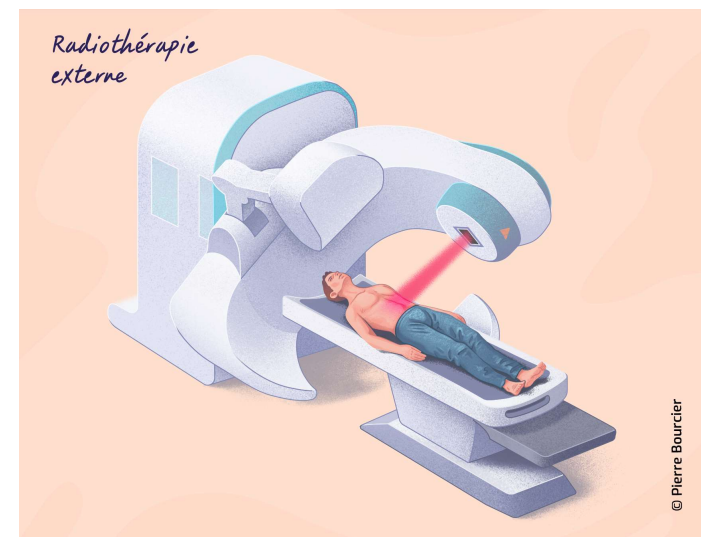
## Amélioration des semences





## 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  $^{60}\text{Co}$ ,...)
      - Business Plan: réalisé avec l'aide de l'AIEA
      - Terrain acquis: site de l'Unikin (20 000 m<sup>2</sup>)
      - 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



22/11/2023

Prof. Dr. Steve Muanza (CGEA)



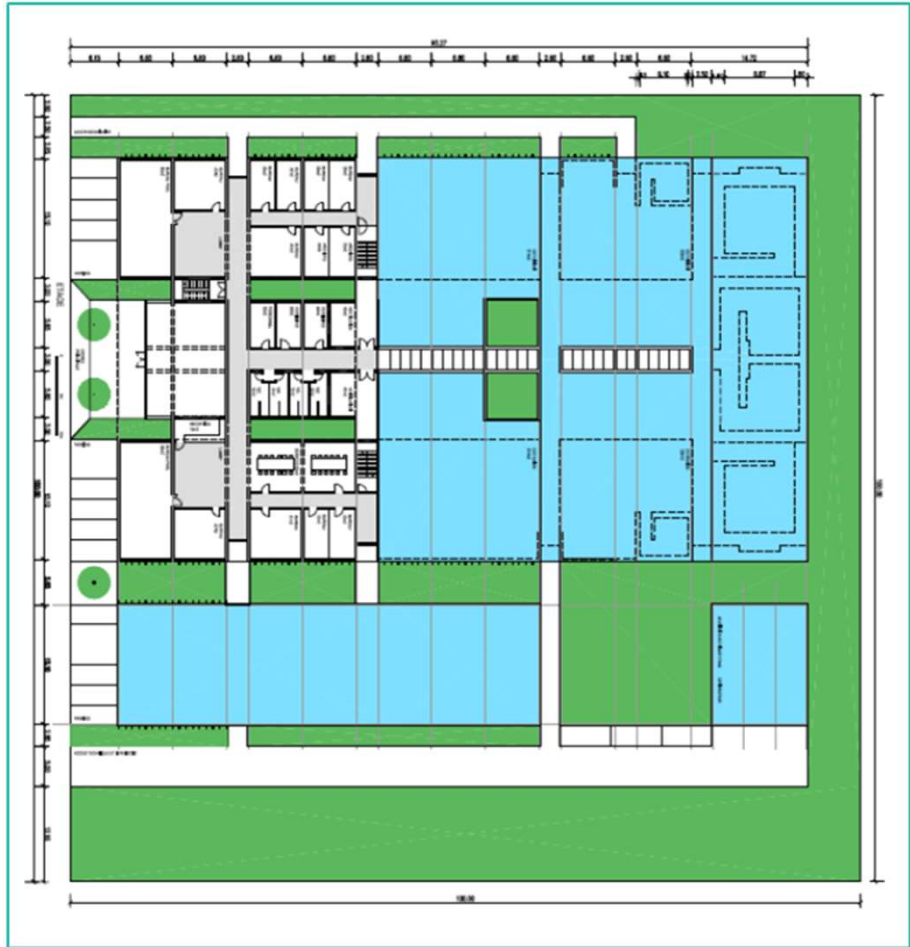
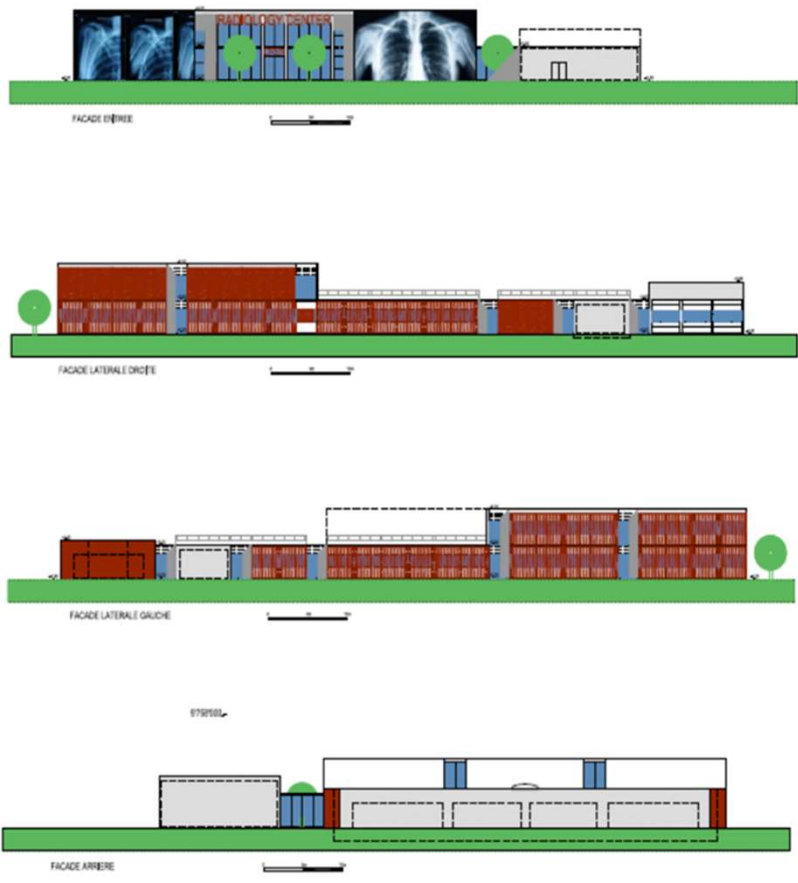
# IV. Futurs Projets Radiothérapie







# IV. Futurs Projets Radiothérapie



22/11/2023

Prof. Dr. Steve Muanza (CGEA)



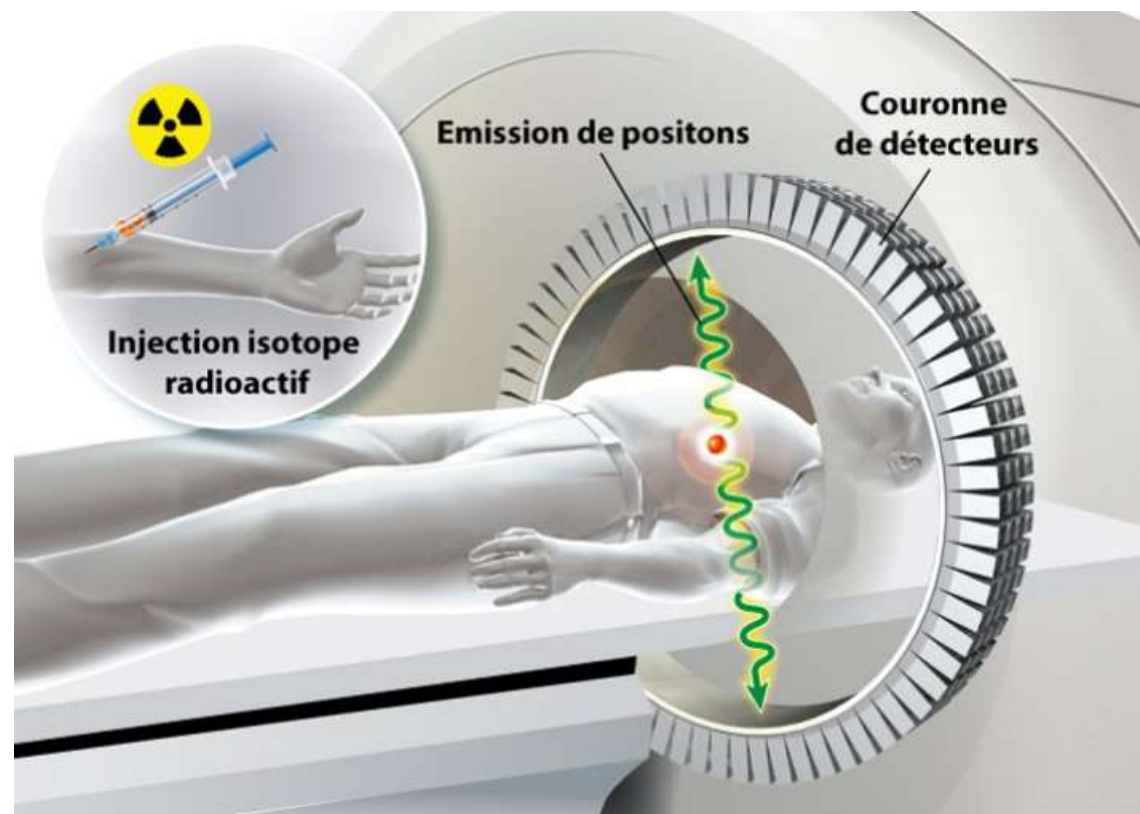
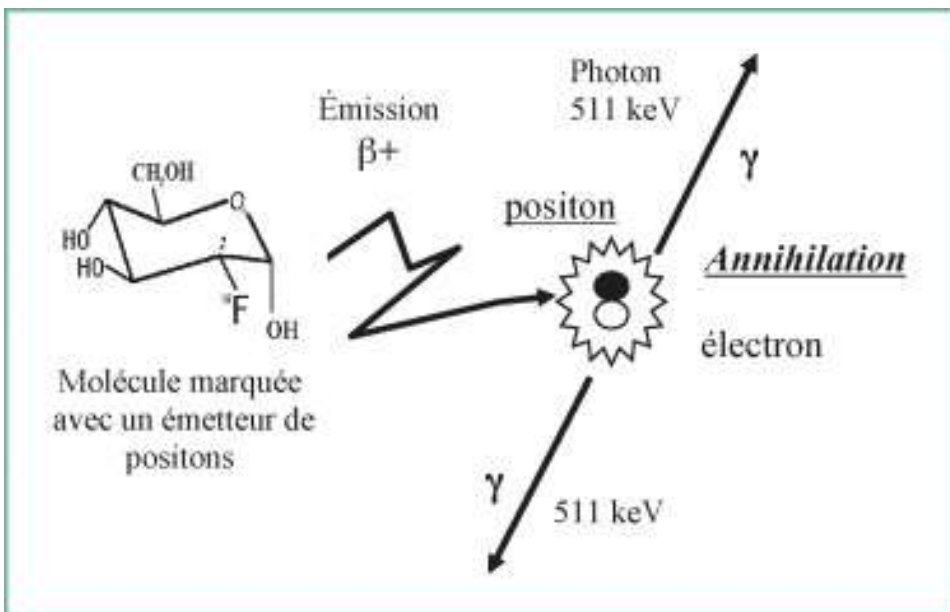


## IV. Futurs Projets « Caméra TEP »

- 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:
    - $^{18}\text{F}$  (TEP): imageries en oncologie, neurologie et cardiologie ( $\tau \sim 2\text{h}$ )
    - $^{68}\text{Ga}$  (TEP): imageries du cancer de la prostate et de tumeurs neuro-endocriniennes ( $\tau \sim 1\text{h}$ )
    - $^{64}\text{Cu}$  (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  $^{18}\text{F}$ , qui est un émetteur  $\beta^+$
    - Le FDG est devenu l'outil standard pour cette modalité d'Imagerie Médicale,
    - Cependant, le  $^{18}\text{F}$  a un temps de  $\frac{1}{2}$ -vie court
    - Cela impose de produire le  $^{18}\text{F}$  à proximité immédiate
    - **Projet de cyclotron (13 à 30 MeV)**
    - Extension naturelle de notre activité de Médecine Nucléaire (CUK)

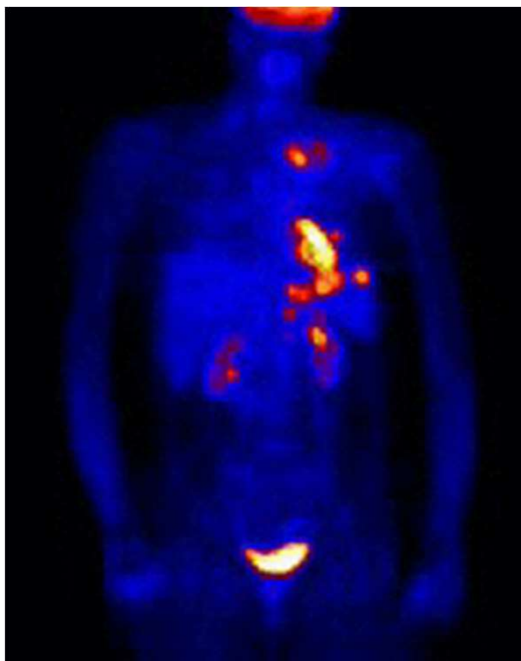


# IV. Futurs Projets « Caméra TEP »





## IV. Futurs Projets « Caméra TEP »



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



# IV. Futurs Projets

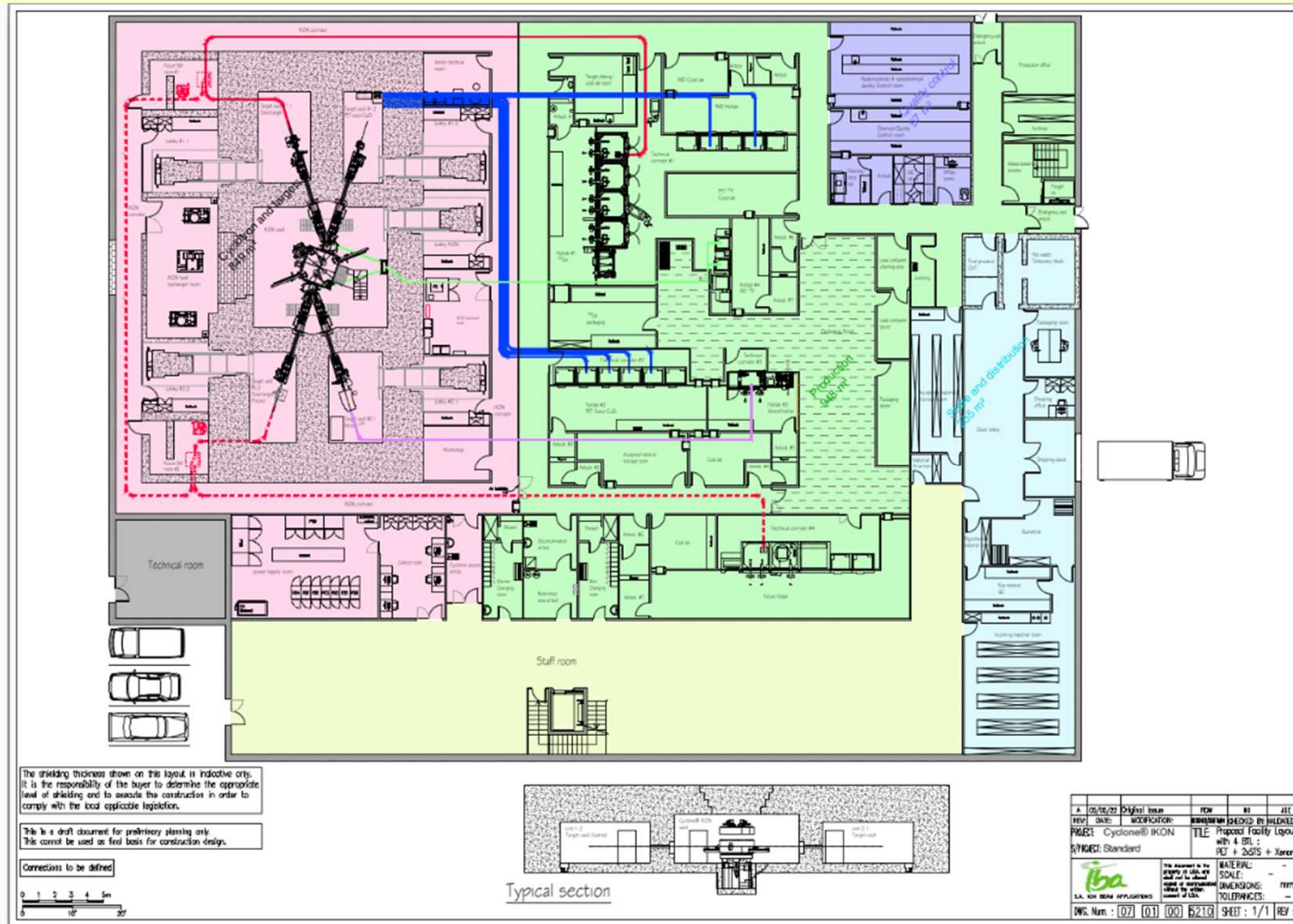
## Centre de Radiopharmacie

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





# IV. Futurs Projets Centre de Radiopharmacie

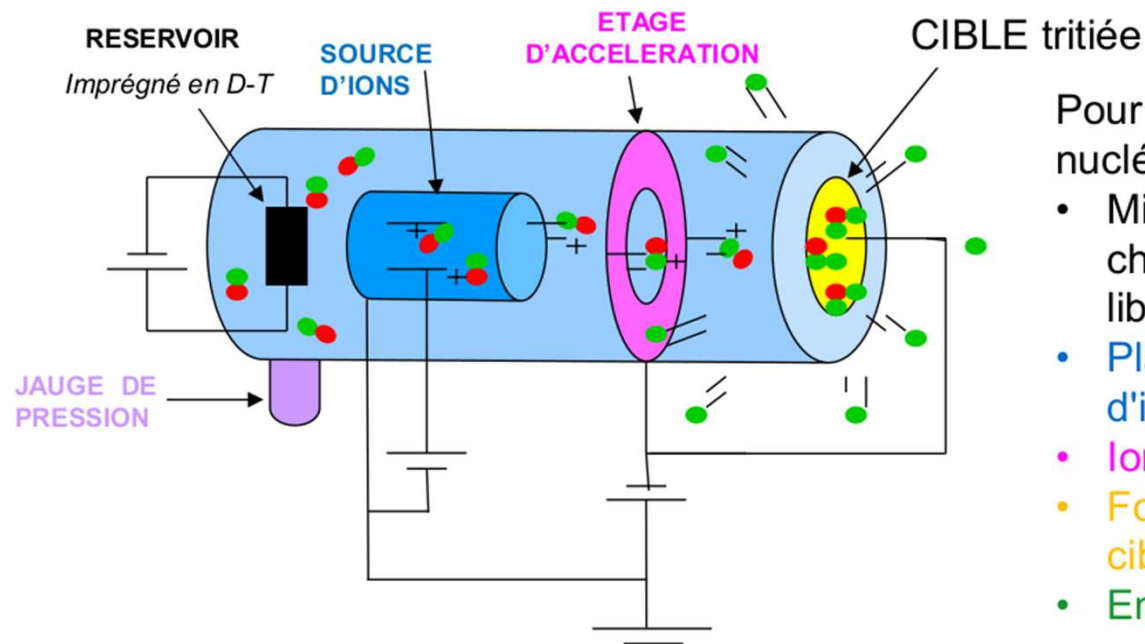


22/11/2023



## 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





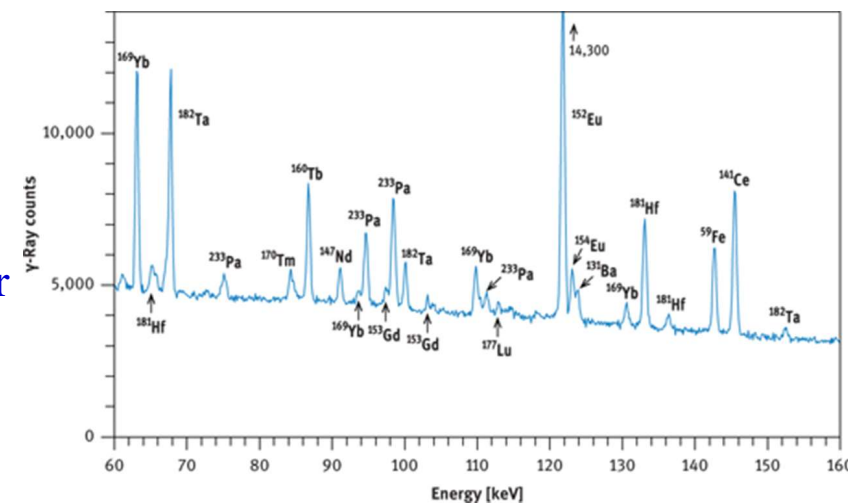
# IV. Futurs Projets Analyse et Industrie





## 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

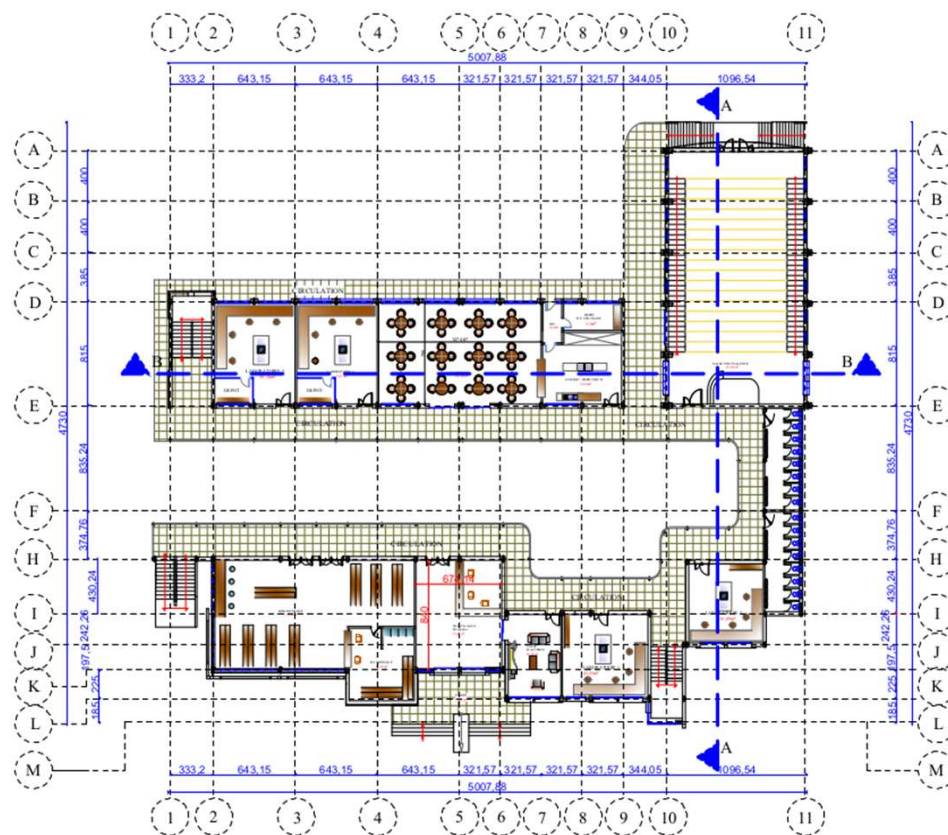


## IV. Futurs Projets Formation

- 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	
 <b>C.G.E.A/CREN-K</b> 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



22/11/2023

Prof. Dr. Steve Muanza (CGIA)

28



## IV. Futurs Projets Analyse et Industrie



22/11/2023

Prof. Dr. Steve Muanza (CGEA)

29



## IV. Futurs Projets Analyse et Industrie

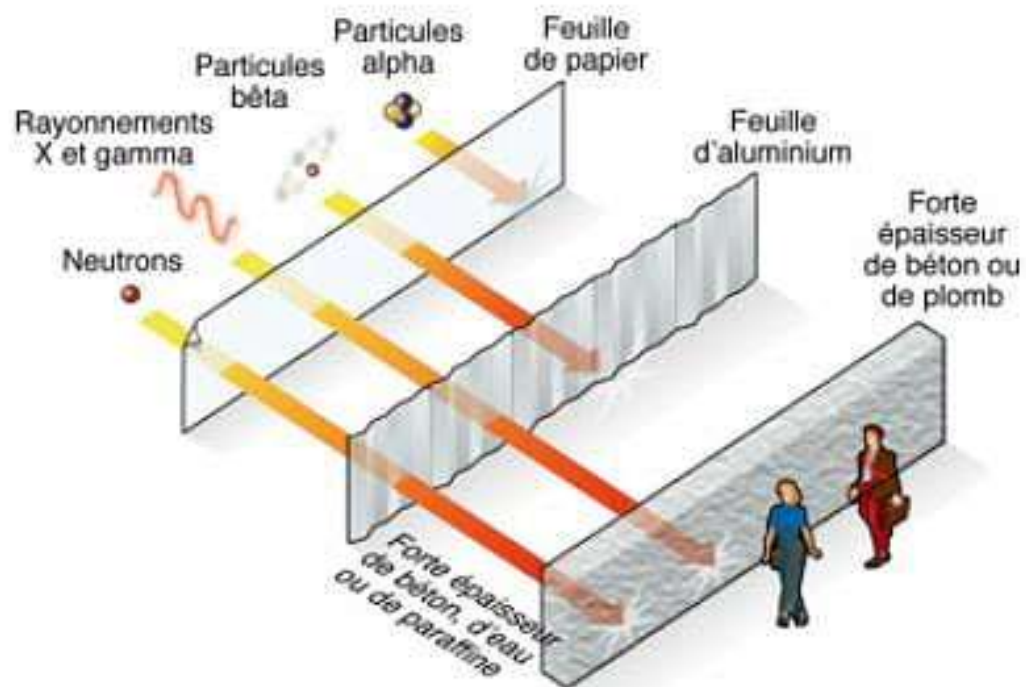
- IV. 2. Création d'un Master et d'un Doctorat en Physique Corpusculaire et Cosmologie
  - En phase avec le passage au système LMD à la Faculté des Sciences et Technologies de l'Unikin (fin du L3)
  - But:
    - renforcer la formation classique par et pour la recherche
    - qui garantit un niveau qualitatif 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

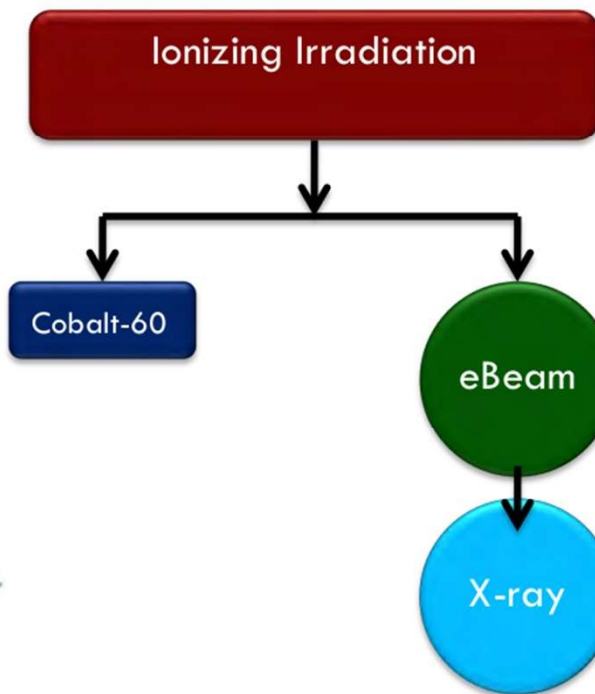
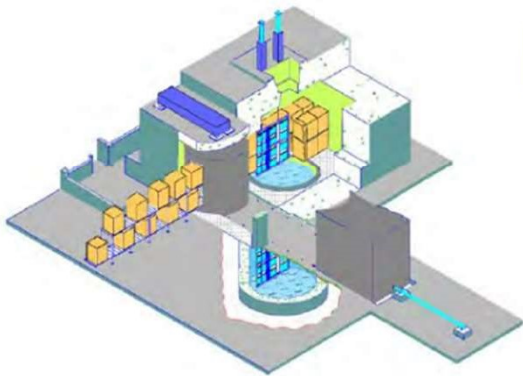




# III. Projets Innovants pour l'Alimentation

- **Isotope based radiation**

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



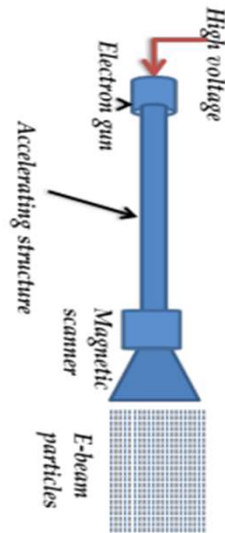
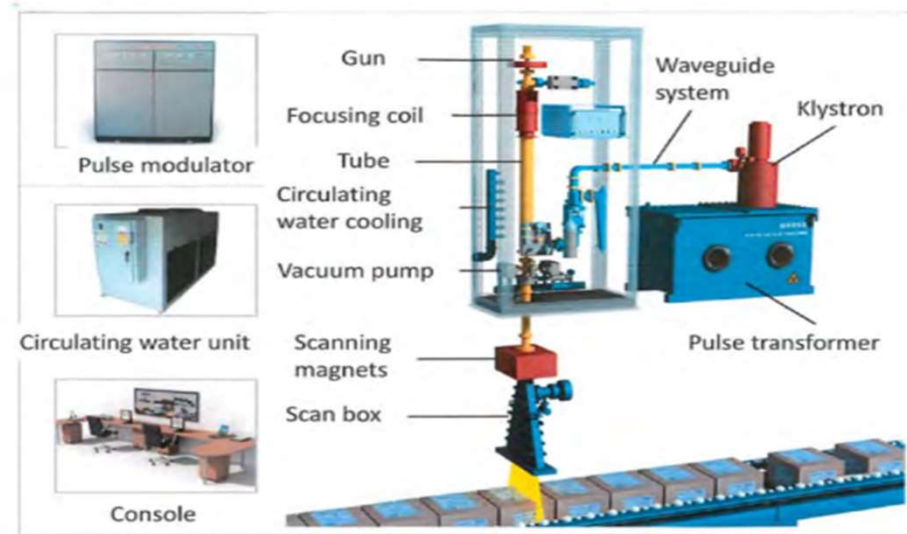
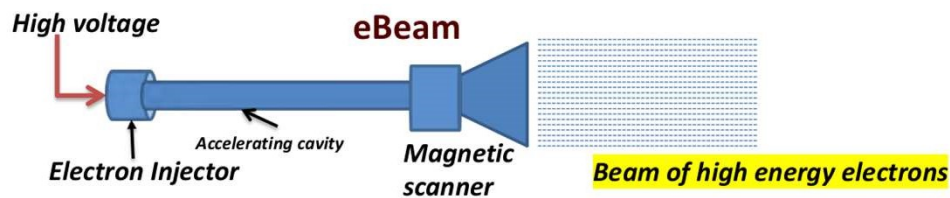
**Alternative Technologies  
(machine generated)**

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



# III. Projets Innovants pour l'Alimentation

## Linear Accelerator (Linac)



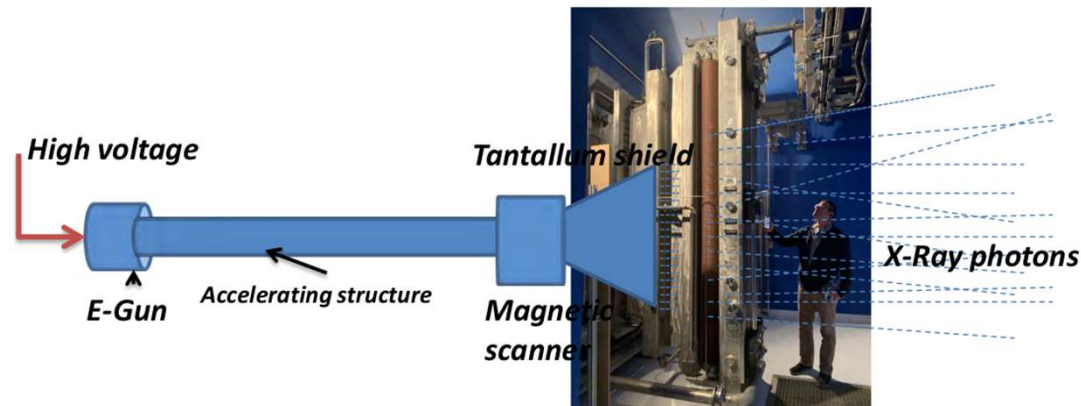
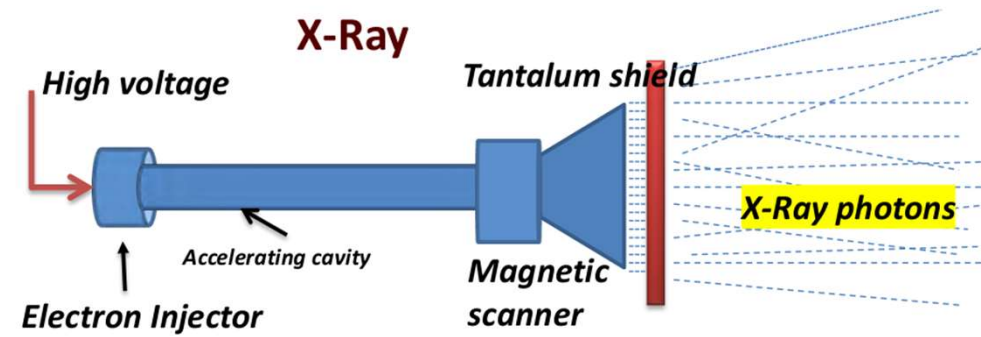
Production d'un faisceau d'électrons

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\$

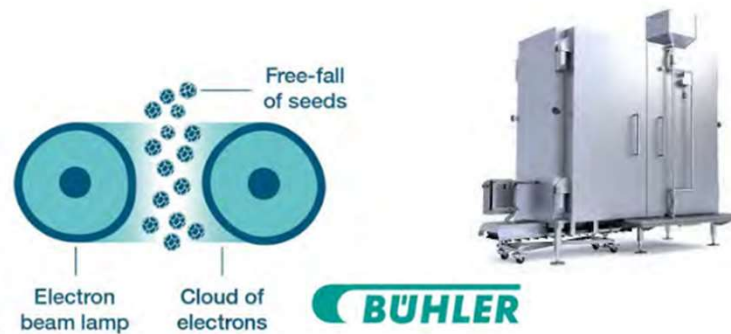
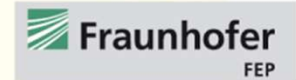




# III. Projets Innovants pour l'Alimentation



**HOW THE ELECTRON TREATMENT WORKS**



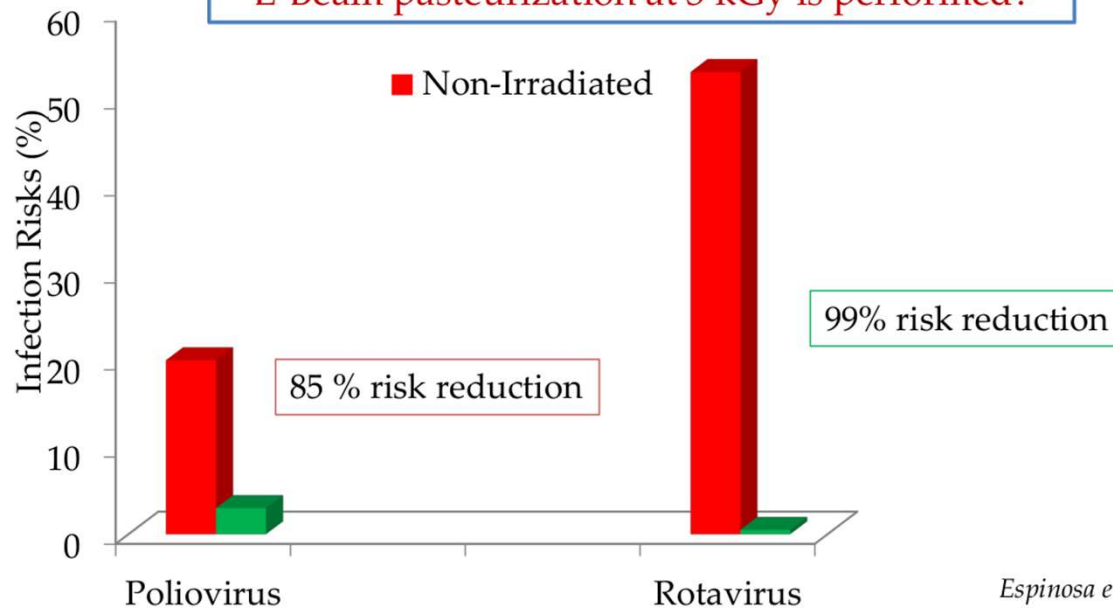


# III. Projets Innovants pour l'Alimentation

## 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 <sup>1</sup> )	Infection risks without eBeam pasteurization	Pathogen Concentration in eBeam pasteurized milk <sup>2,3</sup> (CFU/serving)	Infection risks after eBeam pasteurization	Mean Risk reduction
<i>C. jejuni</i>	Mean: $3.16 \times 10^8$ Median: $2.98 \times 10^5$	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: $1.13 \times 10^8$ Median: $2.98 \times 10^5$	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: $1.15 \times 10^7$ Median: $1.13 \times 10^4$	Mean: 7.94 / 10 persons Median: 8.01 / 10 persons	< 1	Mean: $1.52E-07$ Median: $1.50E-10$	>99.99%

**Assumptions:**

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

<sup>2</sup>Pasteurization dose: 2.0kGy

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