

L'exposition interne à l'IN2P3 du CNRS

Quelques rappels historiques sur 40 années des méthodes d'évaluation, des incidents et accidents, et de la méthodologie de délimitation des zones réglementées au titre de l'exposition interne

Missions

- Créé en 1971, l'IN2P3 a pour mission de promouvoir et fédérer les activités de recherche dans les domaines de la physique nucléaire et des hautes énergies.
- Il coordonne les programmes dans ces domaines pour le compte du CNRS et des universités, en partenariat avec le CEA.
- Ces recherches ont pour but d'explorer la physique des particules élémentaires, leurs interactions fondamentales ainsi que leurs assemblages en noyaux atomiques, d'étudier les propriétés de ces noyaux et l'origine du monde et de la matière cachée.

Missions

- l'IN2P3 a aussi vocation à apporter la résolution de certains problèmes posés à la société, (déchets radioactifs, réacteurs du futur...)
- participer à la formation des jeunes aux côtés de l'Université.
- faire bénéficier le monde de l'entreprise de son expertise en diffusant vers l'industrie les ressources technologiques qu'il a su développer dans le cadre de ses activités de recherche.

Thématiques

- Physique des particules
- Physique nucléaire et hadronique
- Astroparticules et neutrinos
- Aval du cycle électronucléaire
- Recherches interdisciplinaires
- Recherche et développement en accélérateurs
- Grille de calcul

Les risques radioactifs

- La multiplicité de ces métiers induit des risques très variés pour les personnels.
- Au titre uniquement de la radioactivité, si le risque prédominant est sans conteste celui de l'exposition externe, il ne faut cependant pas négliger celui lié à l'exposition interne .

Risques exposition interne

- . La chimie chaude (contamination surfacique et volumiques) avec des radionucléides exotiques, corrosifs, toxiques ...
- . le marquage de molécules
- . Le travail autour des accélérateurs de particules : cibles fondues, défournement produisant des aérosols, production de tritium (SAMÉS), travaux de nettoyage des «dee» en cuivre du synchrocyclotron (^{65}Zn).

Méthodes d'évaluation

- Lors d'incidents ou d'accidents mettant en jeu des radionucléides en sources non scellées émetteurs β , l'évaluation de l'exposition interne repose sur la radiotoxicologie urinaire.
- Seul le SCPRI à l'époque assurait pour nos laboratoires cette prestation de manière officielle.
- La lourdeur de la démarche a amené l'IPN de Lyon à pratiquer cette technique afin de n'envoyer au SCPRI que les cas significatifs dépassant le seuil de détection)

Radiotoxicologie urinaire β à l'IPN Lyon

- L'installation utilisait un dispositif à scintillation liquide tricarb Packard, avec fenêtres réglables. Les radionucléides principaux mesurés étaient ceux utilisés dans notre laboratoire ou sur le campus à l'université : ^3H , ^{14}C , ^{32}P , ^{35}S , ^{36}Cl , ^{45}Ca
- 1 à 2 cc urine plus 10 cc instagel. Flacons en quartz
- efficacités: 25 à 30% sur ^3H , 45 à 60% sur ^{14}C

Radiotoxicologie urinaire α

- En cas de suspicion de contamination par des émetteurs α les échantillons étaient systématiquement envoyés au SCPRI et selon les cas des analyses des fécès étaient demandés.
- En plus l'IPNL pratiquait une évaporation des urines sur coupelle avec mesure sur compteur BMP à circulation de gaz Ar/ isométhane.

Anthropogammamétrie

- Dans le cas particulier des opérateurs du synchrocyclotron une grande opération de maintenance de la machine avait lieu dans les années 70, consistant à nettoyer au trichlo et à la toile émeri les «Dee» en cuivre des cavités internes.
- En plus de l'exposition externe, parfois très élevée vers les canaux d'extraction du faisceau, existaient les risques liés à la contamination en poussières de ^{65}Zn .

Anthropogammamétrie

- A leur sortie de l'entrefer de la machine, les opérateurs toujours en tenue isolantes (alimentées en surpression) étaient alors dépoussiérés par aspiration, puis passés sous la douche et enfin déshabillés.
- Ces opérations étaient effectués par le chef du SPR et moi-même, protégés uniquement par des masques respiratoires filtrants.

Anthropogammamétrie

- Afin de déterminer les éventuelles contaminations en radionucléides émetteurs gamma, les personnels passaient tous les deux ans au compteur corporel de l'Hôpital Edouard Herriot, pavillon P : une grande chambre en fer doux à basse activité avec quatre NaI, 2 au dessus et 2 au dessous, défilant sur le lit du patient.

Anthropogammamétrie

Mini spectro corporelle

- A l'IPNL le SPR imagina pour son propre compte un mini-compteur corporel afin d'optimiser les méthodes de travail et de décontamination des équipement des personnels.
- Le système comprenait une enceinte en plomb archéologique, cube de 80cm d'arête, alimenté en air filtré, avec un détecteur NaI de 4" x 4" associé à un analyseur 400 canaux Intertechnique.

Spectro corporelle à l'IPNL

- Après s'être douchés, les personnels revêtaient une tenue de protection jetable. Ils passaient alors deux fois une demie-heure dans le spectro, assis avec le détecteur incliné à 40° vers le torse.
- Radio et lumière étaient assurées.
- En cas de claustrophobie ils pouvaient pousser eux-mêmes la lourde porte d'accès.

Spectro corporelle: étalonnage

- Jeune radioprotectionniste, ma mission consistait alors à optimiser la position du NaI et à étalonner l'installation à l'aide d'un fantôme simulant le volume du corps et la teneur en potassium du squelette.
- Il fallait en particulier soustraire du comptage la contribution du ^{40}K avec son γ à 1460 keV.

Spectro corporelle IPNL

- Le ^{65}Zn est produit à partir de l'interaction des particules α de 56 MeV et deutons de 28 MeV sur le cuivre et le laiton. C'est une capture électronique et β^+ conduisant à un γ de 1116 keV à 51%
 - période radioactive de 244 jours,
 - effective Org. entier : 194 j, poumons : 81j
- Org critiques: foie, reins, muscle, squelette

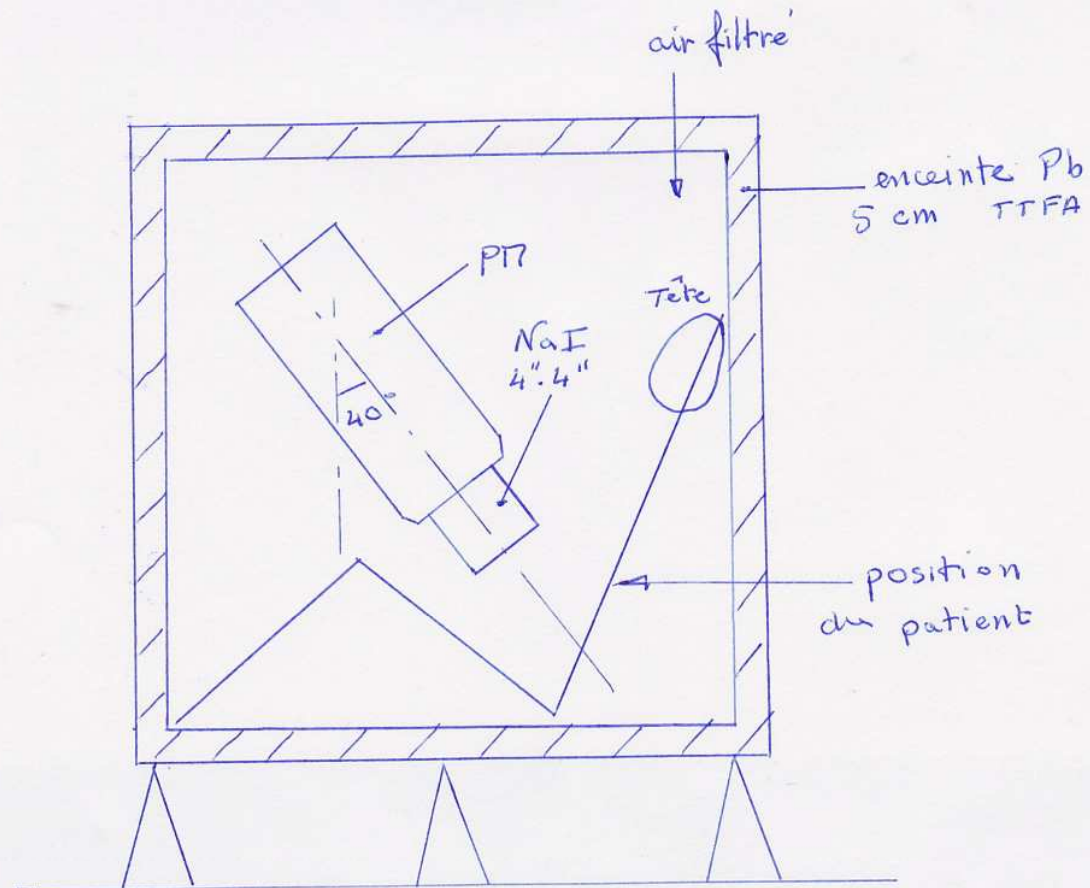
Spectro corporelle à l'IPNL

- Ce système qui paraissait rudimentaire, nous permet de détecter aisément des contaminations internes au ^{65}Zn , d'en quantifier l'ampleur et de suivre la décroissance effective.
- C'étaient les personnels du SPR qui présentaient la plus grande incorporation. Les valeurs cependant de la dose efficace engagée restaient inférieures au mSv (100 mrem) avec une incorporation bien inf au μCi (37000 Bq)

Spectro corporelle IPNL

- Les valeurs ainsi trouvées étaient cohérentes avec celles du compteur corporel de l'hôpital HEH.
- Elles ont été suivies durant 4 ans, par ce système simplifié, après la dernière exposition.
- Il n'y a pas eu de traitement par DTPA
- la radiotoxicologie urinaire n'a pas permis d'obtenir la même sensibilité ni le même suivi car l'excrétion urinaire est faible.
- L'AMAT inh de l'époque = $37,5 \mu\text{ci}$ soit $1,39 \cdot 10^6 \text{ Bq}$

Schéma de spectromètre corporel



Incidents et accidents

- Renversement en chimie chaude d'un flacon de ^{82}Br 74 MBq. Eclaboussures, lavage immédiat. Pas d'évaluation de l'exp interne.
- Manipulation et contamination par ^{131}I à l'Université UCBL: doigts, cheveux, téléphone, poignée de porte contaminés.
- Décontamination par bain de RBS 25 tiède dilué à 10% , coupure d'une touffe de cheveux au dessus de l'oreille, port de gants coton + latex durant 6h

Incidents et accidents

- Perte de refroidissement sur cible tritium dans accélérateur SAMES 300 keV. Pas d'exposition notable de l'opérateur. Mesure significative par chambre d'ionisation à circulation
- Piqure par aiguille rouillée malgré 3 paires de gants en triant déchets radioactifs. Activité incorporée estimée à moins de 100Bq de ^{226}Ra **soit moins de 0,12mSv.**

Incidents /accidents

- Radiodermite due à du ^{32}P
- Affaire de l'incinérateur des ordures ménagères de Villejust : perte de 3 sources étalon provenant de Bruyères le Châtel et évacuées dans les ordures ménagères. Alerte donnée par CEA, mesure des cendres et découverte également de Thorium 232, imputé injustement à l'IPN-Orsay. 2 dépôts de plainte.
- **Non lieu rendu dans les deux cas.**

Incidents /accidents

- Inhalation de nitrate d'uranyle. 4 agents exposés durant 15 mn. Port de masque inadaptés. Dose **inférieure à 1 μSv** . Mesure des urines.
- Contamination cutanée par ^{241}Am de deux étudiants au cours d'un TP. $70 \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$. Mesure des urines : traces. **H inf. à $1\mu\text{Sv}$** .
- Contamination par de l'iode 125 découverte tardivement chez une stagiaire. L'origine était due à une pipette transportée dans le local où travaillait la jeune fille. **10 kBq sur les doigts**.

Incidents /accidents

- Contamination de 8 personnes suite à inhalation de tritium dû au dégazage d'une cible de tritium sous faisceau de protons dans un accélérateur Van de Graaf. Coupure du refroidissement, échauffement de la cible **185 GBq (5 Ci)**. Les agents interviennent dans le local sans protection, et découvrent au bout de quelques minutes que l'échappement d'une pompe primaire est déboîté et refoule dans le local. **$H_{\max}=40\mu\text{Sv}$** . $H_{\text{calculé}}$ = entre $0,16\mu\text{Sv}$ et $2,3\text{ mSv}$. Incohérence avec calcul OPRI rectifiant son erreur le lendemain sans excuses.

Incidents/ accidents

- Contamination d'une femme de ménage par du ^{32}P répandu suite à une explosion flacon sous pression. Analyse des urines par scintillation liquide : Valeur non significative.
- Etude (E.Dossier) de l'exposition des soudeurs lors du meulage des baguettes de soudure au thorium. Exposition très faible.