



UNIL | Université de Lausanne

Faculté de biologie  
et de médecine

## Soutenance de thèse

**Monsieur Valentin Bonvin**

Master 2 Radioprotection  
Université Grenoble Alpes, France

Soutiendra en vue de l'obtention du grade de  
**Doctorat ès sciences de la vie (PhD)**  
de l'Université de Lausanne

sa thèse intitulée :

### **Caractérisation radiologique de matériaux provenant d'accélérateurs**

**Directeur·trice de thèse :**

Monsieur le Professeur  
François Bochud

Cette soutenance aura lieu

**Mardi 25 janvier 2022  
à 16h00**

Auditoire Beaumont, Hôpital de Beaumont, av. de Beaumont 29, 1011 Lausanne

*Si vous souhaitez assister à cette soutenance, nous vous prions de contacter le candidat au préalable afin de vous inscrire et qu'il vous communique les dispositions sanitaires en vigueur au moment de l'événement:  
[valentin.bonvin@unil.ch](mailto:valentin.bonvin@unil.ch)*

L'entrée est publique (sur inscription auprès du candidat)

Prof. Niko GELDNER  
Directeur de l'École Doctorale

12.01.22

# **Caractérisation radiologique de matériaux provenant d'accélérateurs**

Valentin Bonvin CHUV-IRA-GRPI/CERN-HSE-RP-AS

Au-delà des centres de recherche, comme par exemple, l'organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), où les accélérateurs sont utilisés pour l'étude de la physique des particules, de très nombreux accélérateurs sont également utilisés dans le domaine médical. Ces accélérateurs sont utilisés pour la production de radio pharmaceutiques utilisés pour le diagnostic de maladies cardiovasculaires, neurologiques ou encore de cancers. Ils sont aussi utilisés pour la thérapie.

Cependant, au-delà des bénéfices liés à l'utilisation d'accélérateurs de particules, un effet collatéral existe. En effet, leur utilisation peut causer l'activation des matériaux au sein de la machine et de son environnement. On parle d'activation lorsqu'un matériau non radioactif le devient sous l'effet de l'interaction de particules avec la matière. Du point de vue de la radioprotection tous les matériaux sortant des accélérateurs et de leurs environnements sont potentiellement activés et doivent être caractérisés radiologiquement afin de limiter le risque radiologique pour le public et l'environnement. La caractérisation radiologique revient à déterminer la distribution des produits d'activation et leurs activités au sein des matériaux.

Le CERN, qui possède un complexe d'accélérateurs d'une longueur totale d'environ 50 km, a développé une méthode et des outils afin d'optimiser la caractérisation radiologique de ses matériaux. Cette méthode est basée sur deux étapes, le calcul des champs de radiations secondaires, puis le calcul des produits d'activation et de leurs activités à partir des champs de radiations secondaires. Les outils associés sont un logiciel de simulation Monte-Carlo et un logiciel de calculs analytiques, pour la première et deuxième étape, respectivement.

Dans le cadre de ce doctorat, cette méthode et ces outils ont été appliqués pour la caractérisation de matériaux provenant d'un cyclotron utilisé pour la production de radio pharmaceutiques aux hôpitaux universitaires de Genève (HUG). C'est la première fois que ces méthodes et outils ont été appliqués dans un cyclotron médical de faible énergie.

Le travail effectué dans le cadre de cette thèse comporte trois étapes importantes.

Premièrement, une analyse détaillée des mécanismes à l'origine de l'activation dans et autour du cyclotron a été effectuée. Ces mécanismes ont ensuite été implémentés dans une simulation numérique Monte Carlo incluant tous les détails géométriques du cyclotron.

A la suite du développement du modèle, nous avons pu caractériser différents matériaux du cyclotron et de son environnement sur la base de deux exemples distincts. Pour la première fois, les bobines d'un cyclotron ont été caractérisées tri-dimensionnellement après 15 ans d'utilisation.

Ensuite, le modèle a été étendu pour la caractérisation de matériaux à l'extérieur de la machine tout autour de son bunker. Dans les deux cas, le modèle a été validé avec des données expérimentales.

Nous avons pu montrer que le modèle développé et l'utilisation des outils de caractérisation permettait d'effectuer une caractérisation efficace et détaillée des matériaux. Ainsi, nous avons pu émettre des conclusions claires en termes de radioprotection. Ces études ont également permis d'identifier quelques limitations liées à l'utilisation de cette méthode.