

# **Argumentation en faveur d'une chaire en radiophysique – interactions des rayonnements ionisants avec la matière**

## **Introduction**

Le décès d'Alain Dubus a amputé le Service de Métrologie Nucléaire (SMN) et la filière physique d'un de ses professeurs à l'expertise présentant le spectre le plus large : des aspects fondamentaux de la physique de l'état solide et des interactions entre les rayonnements ionisants et la matière, à la radiophysique médicale, la supraconductivité et les dispositifs à semi-conducteurs, son activité était en plein accord avec la philosophie du master ingénieur civil physicien : maîtriser les concepts de la physique microscopique pour développer les applications technologiques qui les utilisent.

La présente proposition vise à reconstruire au sein du service et de la filière une expertise équivalente, tout en orientant les thématiques de recherche et d'enseignement vers des débouchés actuels et d'avenir, où l'ULB pourra jouer un rôle majeur dans le paysage belge... et au-delà.

Les applications du nucléaire et des rayonnements ionisants sont aujourd'hui à un tournant en Belgique :

- Dans le secteur énergétique, si notre pays tergiverse sur l'extension de la durée de vie des centrales nucléaires actuelles, malgré la pertinence de la filière électronucléaire dans le contexte climatique actuel, il investit largement dans le projet de réacteur de recherche MYRRHA (<https://myrrha.be/>) au Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire SCK•CEN à Mol. Ce projet ambitieux allie des compétences pointues en physique des accélérateurs et en physique des réacteurs nucléaires, tout en proposant un vaste choix de thématiques de recherche incluant la transmutation des déchets hautement radioactifs. En parallèle, les activités futures de démantèlement des centrales et de gestion des déchets devront également s'appuyer sur des compétences pointues en nucléaire, notamment en radioprotection et dosimétrie.
- Dans le secteur médical, si la médecine nucléaire est une discipline essentielle aujourd'hui, la radiothérapie est en pleine évolution avec le développement actuel et très prochain de deux installations de protonthérapie dans notre pays, accompagnée d'un important volet de recherche dans laquelle notre service est très impliqué (projets PROTHER-WAL et CASPRO, et collaborations avec iba). L'évolution des traitements, du contrôle de l'activation des infrastructures et également des techniques vers la hadronthérapie est un débouché important pour des ingénieurs formés dans ce domaine, tant dans la pratique de radiophysicien que dans la recherche, y compris dans la physique des accélérateurs.
- La Belgique est un des leaders mondiaux de la production de radioéléments à usage médical. Ce secteur, axé sur la collaboration entre le SCK•CEN et l'IRE, repose sur des compétences importantes dans les sciences et techniques nucléaires... incluant le projet RECUMO ([http://www.sckcen.be/fr/News/20190103\\_RECUMO](http://www.sckcen.be/fr/News/20190103_RECUMO)), soutenu par le récent plan d'investissements du Fédéral, pour la gestion des résidus hautement radioactifs de l'IRE.

- Les autres applications industrielles des rayonnements ionisants et des radioéléments sont multiples (<https://www.forumnucleaire.be/themes>).

La présente proposition se veut donc suffisamment large, afin de pouvoir attirer un(e) candidat(e) de haut niveau, pouvant contribuer à la formation des futurs ingénieurs dans ces domaines tout en développant une recherche fondamentale et appliquée dans certaines de ces thématiques, en collaboration avec les acteurs des milieux professionnels concernés.

## Contribution aux besoins en enseignement

Les enseignements associés aux thématiques de la chaire se présentent aujourd'hui comme suit :

- Les aspects fondamentaux de physiques nucléaires et mesures nucléaires, ainsi que la physique des réacteurs nucléaires et la sûreté et la fiabilité, et l'opération et le contrôle des centrales nucléaires, font l'objet d'enseignements en bloc 1 du master ingénieur civil physicien. Certains cours sont proposés en option dans le master ingénieur civil électromécanicien, option énergie.
- La radioprotection et la radiophysique médicale sont une des deux orientations du bloc 2 de ce même master, et ces enseignements constituent également une des options possibles du master ingénieur civil biomédical.
- Les cours de physique nucléaire et mesures nucléaires, ainsi que les cours de fiabilité et sûreté, sont la contribution de l'ULB dans le master de spécialisation interuniversitaire en génie nucléaire (<http://bnen.sckcen.be/>).
- Le SMN gère la formation en radiophysique médicale, dans le cadre de la formation continue.
- Des enseignements dans ces disciplines sont empruntés par l'ISIB, ce qui pourrait se renforcer dans la perspective d'un regroupement à la plaine de l'ISIB et de l'EPB.

L'offre dans ces domaines va évoluer, et la répartition des enseignants entre les académiques actuels, le/la titulaire de la chaire proposée et des partenaires extérieurs, sera discutée une fois connu le profil du candidat retenu. Cette réflexion constituera un des chantiers importants de la filière physique au-delà de 2020.

Il est de toute façon évident que la redistribution des nombreux cours d'Alain Dubus a entraîné une surcharge, également organisationnelle, pour certains académiques du SMN, situation qui n'est pas tenable sur le long terme. La récupération d'un poste académique après cette disparition permettrait de répartir au mieux les charges, tout en permettant à des académiques du service de contribuer aux enseignements fondamentaux de bachelier en mathématiques, pour lesquels ils sont disposés à se mettre à la disposition de l'École.

En ce qui concerne les enseignements en physique de l'état solide, le cours de BA3 a été repris par Yves LOUIS, ce qui permet d'assurer ce cours introductif. Pour les aspects plus avancés, si une suppléance est assurée grâce à des collègues de l'UCL, elle se terminera en 2019-20. Il n'apparaît pas pertinent d'ouvrir une chaire ciblée uniquement sur la physique de l'état solide dans le contexte actuel. Par contre, une option envisagée par la filière physique est de répartir les parties de cette matière d'une part vers les cours de photonique pour les dispositifs optiques à semi-conducteurs, d'autre part vers le cours de Nuclear Measurements pour les éléments associés aux détecteurs, et finalement vers le cours de physique des accélérateurs (CERN) pour les aspects de magnétisme et surtout de supraconductivité. Le(la) futur(e) titulaire pourrait être en charge de ces deuxième et/ou troisième parties, en fonction de son profil.

## Caractère stratégique et/ou innovant de la thématique de recherche proposée

Comme explicité en détails dans l'introduction, la chaire, dans ses diverses facettes, va renforcer et renouveler l'expertise du SMN dans le domaine des rayonnements ionisants et des sciences et techniques nucléaires pour les applications d'ingénierie. Notre École est reconnue pour son expertise dans le domaine, et pour le maintien d'une formation solide dans ces disciplines. Le désengagement des autres universités belges nous permet d'occuper une place incontournable dès les formations de master.

Nos diplômés sont recrutés fréquemment par Engie, iba, l'AFCN... Le renforcement de ces compétences, associé avec l'évolution programmée de l'offre d'enseignement dans ce domaine, placera notre École sur le devant de la scène belge dans la formation de ces profils très recherchés.

La chaire proposée soutiendra notre participation à des projets de recherche comme PROTHER-WAL et renforcera une insertion grandissante dans le projet MYRRHA.

## Possibilités d'intégration dans une équipe existante

Le candidat retenu trouvera naturellement sa place dans le SMN et dans son réseau de partenaires extérieurs. Il pourra développer des synergies avec l'orientation biomédicale ou l'orientation matériaux de l'École, suivant le profil sélectionné. Il pourra intervenir dans des programmes interuniversitaires existants et dans notre collaboration avec l'ISIB. Son intégration dans le service, la filière, l'École et le paysage universitaire belge sera donc naturelle.

## Moyens de recherche (matériels et logiciels) qui pourraient être mis à disposition du/de la nouvel.le engagé.e et ainsi faciliter le démarrage de son activité

Le SMN dispose de codes de transport de particules utilisés pour des problèmes de radioprotection et d'activation de matériaux. P.E. Labeau étant le « Liaison officer » à l'ULB pour la NEA (Nuclear Energy Agency), l'accès à une large palette de codes est ainsi garantie. Le service entretient une collaboration régulière avec le SCK•CEN, donnant accès à des infrastructures de recherche de premier plan pour des projets partagés. Le projet PROTHER-WAL dont le SMN est un partenaire donnera accès au futur centre de protonthérapie qui sera érigé à Charleroi. Le/a nouvel(le) engagé(e) bénéficiera également du réseau de collaborateurs et de contacts du SMN dans les diverses thématiques associées à cette chaire.

## Opportunités de recherche contractuelle

Pour les aspects liés aux applications médicales du nucléaire, le SMN a développé des liens forts avec iba, le CERN, Bordet et Erasme, permettant de continuer à développer des projets par financement direct ou par soumission conjointe aux niveaux régional et européen.

Pour les aspects davantage liés à l'énergie, à la radioprotection et à la non-prolifération, notre service entretient des collaborations (ayant permis le financement de 6 thèses ces dernières années) avec le SCK•CEN, AVN et Bel V. Des contacts pour des projets de thèses en entreprise ont été récemment initiés avec Engie (Electrabel et Tractebel). Des travaux de recherche sur la question des déchets ont été financés il y a un peu plus longtemps par l'ONDRAF, et le SMN reste impliqué dans les projets de perception des risques et d'éthique

menés par C. KERMISCH avec cet organisme. Des contacts importants existent aussi avec le CEA, l'IRSN et d'autres acteurs français du secteur.

## Articulation de la thématique proposée avec les thématiques de recherche de la Faculteit Ingenieurwetenschappen de la VUB (complémentarité, synergie), pour ce qui concerne les domaines des Masters BruFacE

Ce point n'est a priori pas pertinent pour la formation d'ingénieur civil physicien (voire biomédical), mais la filière physique reste disposée à intégrer son programme dans BRUFACE. Toutefois, le mandat à la VUB de Peter Baeten, Deputy Director-General du SCK•CEN, est un atout pour le développement d'activités communes avec ce centre de recherche.

## Manière dont la thématique de recherche peut enrichir les programmes d'enseignement (lien enseignement/recherche)

L'essentiel des enseignements qui seraient assurés par le/a nouvel(le) engagé(e) se situant au niveau des masters, l'apport des projets de recherche sur l'enseignement sera d'autant plus naturel. Quelle que soit la facette de la chaire dans laquelle le titulaire sera recruté, il/elle s'inscrira dans un réseau de collaborations avec des organismes de recherche et des partenaires industriels, qui alimenteront, non seulement les cours spécifiques, mais également les projets, stages et MFE des étudiants.