

5 crédits	30.0 h + 30.0 h	Q2
-----------	-----------------	----

Enseignants	Janssens Guillaume ;Lee John ;Sterpin Edmond ;
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés	<p>La protonthérapie gagne de plus en plus d'importance comme une modalité de traitement alternatif à la radiothérapie pour des types particuliers de patients et de cancers.</p> <p>Comparés aux photons, les protons déposent leur énergie dans une région beaucoup plus localisée, ce qui permet de beaucoup mieux cibler la tumeur et réduit donc les effets secondaires, principalement au niveau des tissus sains.</p> <p>Le cours se construit sur 4 piliers :</p> <p>Pilier 1 : l'oncologie par radiation.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bases du cancer et de la carcinogenèse • Traiter le cancer avec des radiations : principes et éléments de radiobiologie • Etapes principales d'un protocole traitement par radiothérapie • Introduction à la thérapie par particules : principes et état de l'art • Radioprotection : blindage de la zone de traitement, protection du personnel et du patient • L'économie de la santé : options de traitement et aiguillage/orientation des patients, remboursement et impact sur les services de sécurité sociale <p>Pilier 2 : les technologies pour la protonthérapie. Ce pilier donne un regard spécifique sur le processus de « livraison » du proton, çàd couvrant la génération du proton, son accélération (synchrotron/cyclotron), son convoyage par champs magnétiques, et jusqu'au dépôt dans une zone bien définie dans le patient.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produire et accélérer des protons: cyclotrons et synchrotrons • Conception détaillées de cyclotrons (et synchro-cyclotrons) • Ligne de guidage du faisceau, magnéto-optique • Robotique : structures tournantes, systèmes de positionnement • Faisceau thérapeutique : pencil beam scanning (balayage par un faisceau fin) • Sécurité et assurance qualité dans les technologies médicales : automates de sécurité, interlocks, redondances, dispositifs de mesure du faisceau (chambres d'ionisation) et analyse des données du faisceau <p>Pilier 3 : technologies auxiliaires pour la protonthérapie. Ce pilier couvre les dispositifs et flux de données associés au traitement (sa préparation, son exécution, et sa vérification), avec toutes leurs spécificités, en comparaison aux traitements par radiothérapie conventionnelle (rayons X).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Système de planification de traitement (treatment planning system, TPS), gestion informatique des dossiers oncologiques (oncology information system, OIS), imagerie ; rôle de l'intégration software • Calcul de dose, ce incluant des méthodes analytiques et stochastiques par simulations Monte Carlo, l'optimisation des plans de traitement, l'évaluation de leur robustesse face aux incertitudes et l'optimisation robuste. • L'imagerie dans et en-dehors de la salle de traitement (computed tomography (CT), on-board cone-beam CT (CBCT), imagerie par résonance magnétique (MRI)). Reconstruction et analyses d'images. • Vérification in vivo de la longueur de parcours des protons: caméra à gamma prompt, radiographie proton et tomographie par émission de positons (PET) <p>Pilier 4 : les traitements du futur.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le guidage par image : état de l'art et perspectives, évolution vers des traitements adaptatifs • Résoudre les challenges de la protonthérapie : voies d'innovation (incertitudes de longueur de parcours, imagerie du proton, etc.) • Traitements émergents : introduction à la thérapie par faisceau d'ions • Traitements émergents : combinaison de la radiation et de la médication
Acquis d'apprentissage	<p>Eu égard au référentiel AA du programme « Master ingénieur civil électriciens », ce cours contribue au développement, à l'acquisition et à l'évaluation des acquis d'apprentissage suivants :</p> <p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1.1, 1.2, 1.3, • 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, • 3.1, 3.2, 3.3, • 5.3, 5.4, • 6.1, 6.2

	<p>A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :</p> <p><u>Acquis d'apprentissage disciplinaires</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Décrire et expliquer les principes de fonctionnement de tous les composants d'une unité de protonthérapie (composants hardwares) • Enumérer les concepts clés d'un plan de traitement (volumes cibles, organes à risque, marges, incertitudes, gestion du mouvement des organes) (connaissance) • Emettre une opinion critique à propos des avantages, inconvénients, et compromis des solutions matérielles et logicielles (par exemple, certaines configurations d'une salle de traitement, avec des dispositifs d'imagerie spécifiques, ou certains protocoles de traitement) • Exprimer un point de vue d'expert sur la qualité effective d'un protocole de traitement, en fonction de la technologie médicale implémentée (hardware et software) (compétence analytique) • Résoudre des problèmes d'ingénierie spécifiques à la protonthérapie (traitement d'image, calcul de dosage) [par exemple, conversion des unités Hounsfield vers les pouvoirs d'arrêt, « CT virtuel », etc.] • Résoudre des problèmes de recherche et développement typiques de la protonthérapie (traduire les besoins cliniques en spécifications) (au-travers de projets de groupe) <p><u>Acquis d'apprentissage transversaux</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Communiquer avec d'autres ingénieurs, médecins, et physiciens, travaillant dans le domaine de la protonthérapie (à la fois dans les versants techniques et cliniques) • Chercher et lire des articles scientifiques et de la documentation technique traitant de la protonthérapie, et en extraire l'information utile • Rapporter des découvertes et résultats dans une courte présentation orale, et émettre une opinion critique à leur propos <p>-----</p> <p><i>La contribution de cette UE au développement et à la maîtrise des compétences et acquis du (des) programme(s) est accessible à la fin de cette fiche, dans la partie « Programmes/formations proposant cette unité d'enseignement (UE) ».</i></p>
<p>Modes d'évaluation des acquis des étudiants</p>	<p>Examen oral avec temps de préparation</p>
<p>Méthodes d'enseignement</p>	<p>Le cours combine une série de séances ex-cathedra - donnant une forte importance sur les aspects « systèmes » d'un centre de protonthérapie - et des projets de groupe (apprentissage par projet, APP) menés par les étudiants. Les groupes sont composés de X étudiants (à déterminer). Les sujets possibles pour les travaux de groupe (APP) sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le pré-dimensionnement des équipements principaux (accélérateur, aimants d'une ligne de faisceau, besoins globaux en énergie/puissance/rapport de masse, ...) • Reconstruction CT/CBCT de base • Moteur de calcul de dosage de base • Stratégies pour gérer les incertitudes (par exemple au-travers de marges et/ou de planification robuste) • Last but not least, quelques activités pratiques pourraient être envisagées au sein du centre en protonthérapie Leuven/Louvain à l'horizon 2019-2020 <p>Une visite sur site d'un centre de protonthérapie à proximité (max. 3 heures de voiture) pourrait être envisagée.</p>
<p>Contenu</p>	<p>Voir arborescence des thèmes plus haut. La visite d'un centre de protonthérapie peut être remplacée par une visite de l'atelier/usine d'IBA en attendant la construction du centre de Leuven.</p>
<p>Ressources en ligne</p>	<p>Moodle https://moodleucl.uclouvain.be/course/view.php?id=11642</p>
<p>Faculté ou entité en charge:</p>	<p>GBIO</p>

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil biomédical	GBIO2M	5		