

5.00 crédits	30.0 h + 30.0 h	Q1
--------------	-----------------	----

Enseignants	Kerckhofs Greet ;Lee John ;Macq Benoît ;
Langue d'enseignement	Anglais > Facilités pour suivre le cours en français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Les étudiants doivent maîtriser les compétences suivantes: notions mathématiques de base (dérivées, systèmes de coordonnées) et la transformée de Fourier, telles que couvertes dans le cadre du cours LFSAB1106
Thèmes abordés	Le cours aborde les bases de l'imagerie médicale. Sont abordés le traitement informatique d'images numériques, ainsi que les principales modalités d'imagerie médicale (imagerie de transmission, imagerie d'émission, échographie par ultrasons et résonance magnétique nucléaire).
Acquis d'apprentissage	<p><b>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :</b></p> <p>Eu égard au référentiel AA du programme « Master ingénieur civil biomédical », ce cours contribue au développement, à l'acquisition et à l'évaluation des acquis d'apprentissage suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AA1.1, AA1.2, AA1.3</li> <li>• AA2.1, AA2.2, AA2.3, AA2.4</li> <li>• AA4.1, AA4.2, AA4.4</li> <li>• AA5.2, AA5.4</li> </ul> <p>a. <u>Acquis d'apprentissage disciplinaires</u></p> <p><b>À l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure de :</b></p> <p>Partie 1 (traitement informatique d'images numériques) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir de manière formelle une image et ses propriétés (dimension, matrice de pixel/voxel, colormap, histogramme, encodage des couleurs ou des canaux, encodage de la matrice, compression, représentation de l'espace des fréquences). (axe 1.1)</li> <li>• Enumérer les grandes classes de problèmes résolus par le traitement d'image (débruitage, déconvolution, filtrage, détection de bord, segmentation, recalage). (axes 1.1 et 1.2)</li> <li>• Enumérer quelques méthodes types pour résoudre ces différentes classes de problèmes. (axe 1.2)</li> <li>• Justifier le choix d'une méthode (représentation des données, critère à optimiser) en fonction de problèmes simples donnés (segmentation d'une coupe, recalage de deux coupes, etc.). (axes 1.3 et 2.3)</li> <li>• Résoudre ces problèmes simples en implémentant en Matlab les algorithmes correspondant aux méthodes vues au cours. (axes 2.1, 2.2, 2.3, 2.4)</li> </ul> <p>1 Partie 2 (IRM et échographie) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expliquer le principe physique sur lequel repose l'imagerie par résonance magnétique (IRM) : Résonance Magnétique Nucléaire (spins, excitation, réception, relaxation, déplacement chimique,...). (axe 1.1)</li> <li>• Expliquer le principe qui permet de construire une image : gradients, sélection d'une coupe/volume, encodage de fréquence/phase, espace des k, transformé de Fourier, résolution,...,et décrire les artefacts possibles. (axes 1.1 et 1.2)</li> <li>• Enumérer et décrire quelques séquences pour l'acquisition des images (écho de spin et gradient., séquences ultrarapides et imagerie écho-planaire) et comparer leurs avantages, inconvénients, et conditions d'application. (axe 1.1)</li> <li>• Enumérer et décrire les contrastes possibles : densité de protons, T1, T2, T2*, flux, diffusion, perfusion, IRM fonctionnelle et spectroscopique. (axe 1.1)</li> <li>• Expliquer les principes de l'échographie : ultrasons, transducteurs, formation et qualité de l'image, mode Doppler,... (axe 1.1)</li> </ul> <p>Partie 3 (modalités d'imagerie utilisant les rayonnements ionisants) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enumérer les différentes modalités d'imagerie vues au cours (radiographie, tomographie CT, scintigraphie, SPECT et PET) et expliquer leur principe de fonctionnement (au niveau physique, essentiellement), mentionner leurs applications, leurs avantages et leurs limitations. (axe 1.1)</li> <li>• Comparer les performances des différentes modalités ainsi que la qualité des images obtenues (résolution, bruit, contraste). (axe 1.2)</li> <li>• Discuter de la spécificité de chaque technique et de la complémentarité des différentes modalités. (axe 2.3)</li> </ul>

	<p>b. <u>Acquis d'apprentissage transversaux</u></p> <p><b>À l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure de :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Répondre aux objectifs d'un cours dispensé en anglais (compréhension des cours ex-cathedra et des supports écrits). (axes 5.2 et 5.4)</li> <li>• Travailler en binôme sur des petits projets (challenges), c'est-à-dire : pouvoir répartir efficacement le travail, comprendre et décrire le travail de l'autre étudiant, rédiger conjointement un rapport. (axes 4.1, 4.2 et 4.4)</li> </ul>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<p><u>Cotation des travaux pratiques</u></p> <p>La note globale des travaux pratiques et projet intervient dans la cote finale à hauteur de 7 points sur 20. Les séances pratiques seront divisées en deux parties. La première partie des séances pratiques consistera en 4 petits défis pour apprendre les bases des algorithmes de traitement de l'imagerie médicale et représentera la moitié des points de la partie pratique du cours. La deuxième partie des séances pratiques sera consacrée à un projet plus important qui explorera l'utilisation des algorithmes de traitement pour résoudre un problème médical spécifique et représentera l'autre moitié des points de la partie pratique du cours. La soumission de tous les rapports de défi est obligatoire pour être admis à l'examen oral pour la première partie du cours.</p> <p><u>Évaluation des résultats d'apprentissage</u></p> <p>Les étudiants seront évalués individuellement et oralement sur la base des contenus et des résultats d'apprentissage mentionnés ci-dessus. L'examen oral portera sur :</p> <p>Partie 1 (5 points sur 20, traitement d'image) : l'étudiant doit répondre à deux questions portant sur les méthodes et les algorithmes utilisés dans les défis (voir ci-dessous). À partir d'un problème simple (qui peut être résolu avec un stylo et du papier), l'étudiant doit être capable de justifier ses choix.</p> <p>Partie 2 (3 points sur 20, IRM) : l'étudiant doit répondre à deux questions (examen oral avec préparation écrite).</p> <p>Partie 3 (5 points sur 20, modalités d'imagerie utilisant des rayonnements ionisants) : l'étudiant doit répondre à deux questions (examen oral avec préparation écrite).</p>
Méthodes d'enseignement	<p>Le cours est organisé autour de cours magistraux dispensés en anglais, de trois séances d'exercices introductifs ou de rappel, et de trois mini-projets (challenges). Ces 'challenges' sont basés sur les trois différentes parties des cours magistraux. Pour chaque challenge, les groupes (binômes) devront remettre un rapport. Ces rapports seront évalués. Lors d'une séance de debriefing les problèmes les plus fréquemment rencontrés seront présentés et débattus entre l'enseignant et les étudiants (les problèmes les plus fréquemment rencontrés). Une visite d'installations d'imagerie aux cliniques universitaires Saint-Luc complète le programme. Toutes les activités présentielles peuvent basculer en comodal ou en distanciel en fonction des conditions sanitaires.</p>
Contenu	<p>Le cours est divisé en trois parties :</p> <p>Partie 1 : traitement informatique d'images numériques (définition d'une image, propriétés, histogramme, spectre, segmentation, détection de bord, filtrage, morphologie mathématique, recalage)</p> <p>Partie 2 : imagerie par résonance magnétique nucléaire et échographie ultrasonique (systèmes linéaires : convolution, point spread function, transformée de Fourier, échantillonnage ; reconstruction des images : transformée de Radon, rétroprojection filtrée, reconstruction algébrique)</p> <p>Partie 3 : imagerie de transmission (radiographie et tomodensitométrie) et d'émission (scintigraphie, SPECT et PET)</p>
Ressources en ligne	<p>Moodle</p> <p><a href="https://moodle.uclouvain.be/course/view.php?id=1072">https://moodle.uclouvain.be/course/view.php?id=1072</a></p>
Bibliographie	<p><u>Support de cours :</u></p> <p>Partie 1 et 3: transparents.</p> <p>Parties 2 : transparents et syllabus.</p> <p>Les documents du cours sont disponibles sur Moodle.</p> <p>Course material :</p> <p>Parts 1 and 3: slides.</p> <p>Part 2: slides and syllabus.</p> <p>The course documents are available on Moodle.</p>
Autres infos	<p>Les deux premières séances de travaux pratiques sont organisées en salle informatique</p>
Faculté ou entité en charge:	<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		
Master [120] en statistique, orientation biostatistiques	BSTA2M	5		
Master [120] : ingénieur civil électricien	ELEC2M	5		
Master [120] : ingénieur civil en informatique	INFO2M	5		
Certificat universitaire en physique d'hôpital	RPHY9CE	5		
Master [120] en sciences informatiques	SINF2M	5		
Master [120] : ingénieur civil en mathématiques appliquées	MAP2M	5		
Master [120] en sciences physiques [à finalité spécialisée Physique Médicale : UCLouvain-KULeuven]	PHYS2M	5		
Master [120] in Medical Physics	PHMD2M	5		