



Au vu du contexte sanitaire lié à la propagation du coronavirus, les modalités d'organisation et d'évaluation des unités d'enseignement ont pu, dans différentes situations, être adaptées ; ces éventuelles nouvelles modalités ont été -ou seront- communiquées par les enseignant-es aux étudiant-es.

5 crédits	30.0 h + 30.0 h	Q1
-----------	-----------------	----

Enseignants	Jacques Pascal ;
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés	Trois grands thèmes sont abordés : les solides inorganiques non-métalliques (céramiques et verres minéraux), la métallurgie physique, les procédés de mise en 'uvre des principaux métaux et alliages industriels (acier, aluminium, ').
Acquis d'apprentissage	<p><b>Contribution du cours au référentiel du programme</b></p> <p>Eu égard au référentiel AA du programme KIMA, cette activité contribue au développement et à l'acquisition des AA suivants :</p> <p>AA1 Socle de connaissances scientifiques et techniques (AA1.1,1.3)</p> <p>AA2 Compétences d'engineering (AA2.1, 2.2)</p> <p>AA3 Compétences de R &amp; D (AA3.1)</p> <p><b>Acquis d'apprentissage spécifiques au cours</b></p> <p>A la fin du cours, l'étudiant sera capable de/d'</p> <p>AA1.1. Décrire les transformations de phase à l'état solide dans les systèmes binaires métalliques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• en se basant sur les principes de base de la physico-chimie, décrire les différentes étapes régissant les transformations de phase dans les systèmes binaires métalliques comme les aciers et les alliages d'aluminium ;</li> <li>• décrire les phénomènes de précipitation et de transformation de phase régis par la diffusion ;</li> <li>• donner les caractéristiques des transformations martensitiques.</li> </ul> <p>AA1.1. Préciser les caractéristiques générales des matériaux métalliques d'ingénierie les plus courants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• utiliser les outils thermodynamiques et cinétiques décrivant les étapes de mise en 'uvre (diagramme de phase, diagramme TTT, TRC, ')</li> <li>• décrire le schéma général de mise en 'uvre des alliages d'aluminium et justifier ses utilisations principales sur base des principes physico-chimiques gouvernant l'optimisation de leurs microstructures ;</li> <li>• décrire le schéma général de mise en 'uvre des aciers, les différentes phases que les aciers peuvent présenter ainsi que le lien avec les propriétés structurales.</li> </ul> <p>AA1.1. Décrire les équilibres entre phases dans les systèmes ternaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• utiliser les diagrammes de phase ternaires pour la description des transformations de phase survenant lors de l'élaboration de matériaux inorganiques, en particulier les verres minéraux et les céramiques.</li> </ul> <p>AA1.1. Décrire la structure des céramiques et de verres inorganiques, ainsi que les défauts ponctuels présents dans les céramiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• décrire la structure des principales structures cristallines des céramiques ioniques ;</li> <li>• décrire la structure des principales structures cristallines des céramiques covalentes ;</li> <li>• décrire la structure cristallines des silicates et des verres inorganiques ;</li> <li>• préciser les défauts intrinsèques et extrinsèques pouvant exister dans les céramiques et établir le lien avec les défauts électroniques en électronique ;</li> <li>• décrire les équilibres entre plusieurs défauts simultanés</li> </ul> <p>AA1.1. Préciser les mécanismes de transport de masse et de charge dans les céramiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• décrire les mécanismes de diffusion dans les céramiques ;</li> <li>• décrire les mécanismes de conductivité ionique et électronique ;</li> <li>• expliquer le principe de fonctionnement de composants basés sur des céramiques techniques (varistors, thermistors) ;</li> <li>• explique le principe de fonctionnement des piles à combustible.</li> </ul>

	<p>AA1.3, AA2.1. analyser les liens et influences des procédés de production et de mise en 'uvre des matériaux inorganiques : métaux, céramiques et verres ;</p> <p>AA1.3, AA2.1 choisir adéquatement la catégorie de matériaux inorganiques adaptées à une application particulière, non seulement sur base d'un cahier des charges techniques mais également sur base de considérations socio-économiques.</p> <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>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<p><b>En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées.</b></p> <p>Les étudiants seront évalués individuellement par écrit et oralement sur base des objectifs particuliers annoncés précédemment.</p> <p>L'examen écrit portera d'une part sur les connaissances scientifiques et techniques abordées au cours et d'autre part sur la résolution d'un exercice lié à la description physico-chimique des transformations de phase survenant au sein des matériaux inorganiques.</p> <p>Un examen séparé sera organisé à propos des laboratoires. Cet examen consistera en la reconnaissance de la structure des échantillons métalliques étudiés durant les séances de laboratoire et en la résolution de problèmes s'y rapportant.</p> <p><u>Cotation des travaux pratiques</u></p> <p>Une note sera attribuée pour l'examen relatif aux laboratoires. Cette note contribuera pour 10% de la note finale du cours. Cette note sera automatiquement reportée pour les sessions de rattrapage de l'année académique.</p>
Méthodes d'enseignement	<p><b>En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées.</b></p> <p>Le cours est organisé autour de 12/13 cours magistraux, 4 séances d'exercices et 6 laboratoires. Les laboratoires consistent en l'observation métallographique d'échantillons métalliques.</p>
Contenu	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Equilibres de phase : rappel des systèmes binaires ; systèmes ternaires</li> <li>2. Diffusion dans les solides</li> <li>3. Céramiques et verres : - structure cristalline des céramiques - l'état vitreux et les verres minéraux - les défauts cristallins dans les céramiques - les phénomènes de transport de masse et de conductivité électrique - les équilibres de phase dans les procédés de synthèse</li> <li>4. Métallurgie physique - rappels sur les types de transformations de phase - cinétiques de transformations : diagrammes TTT - application à différents métaux et alliages (aciers, aluminium, ...)</li> <li>5. Les procédés sidérurgiques</li> <li>6. L'extraction de l'aluminium</li> </ol>
Ressources en ligne	<p><a href="https://moodleucl.uclouvain.be/course/view.php?id=8186">https://moodleucl.uclouvain.be/course/view.php?id=8186</a></p>
Bibliographie	<p>Un syllabus est disponible via SICI. Le professeur déposera également des versions actualisées du syllabus sur le site web icampus du cours.</p> <p>Pour les chapitres I et II, le livre de référence est :</p> <p>'Phase transformations in metals and alloys' (D.A. Porter &amp; K.E. Easterling, Taylor &amp; Francis, ISBN:0-7487-5741-4.</p> <p>Pour les chapitres III à VI, le cours s'inspire principalement du livre « Physical Ceramics : Principles for Ceramic Science and Engineering » (Y-M Chiang, D. Birnie, W.D. Kingery) Wiley (ISBN 0-471-59873-9).</p>
Autres infos	<p>Ce cours suppose acquises les notions de base du programme de bachelier relatives à la chimie et à la chimie physique. En particulier, les cours LMAPR 1805 : Introduction à la science des matériaux, LMAPR 1310 : Thermodynamique ' équilibres de phase et LMAPR 1231 : Procédés de chimie inorganique constituent des prérequis.</p>
Faculté ou entité en charge:	<p>FYKI</p>

<b>Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)</b>				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil biomédical	GBIO2M	5		
Master [120] : bioingénieur en chimie et bioindustries	BIRC2M	5		
Master [120] : ingénieur civil en chimie et science des matériaux	KIMA2M	5		