




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

Enseignants	Papalexandris Miltiadis ;
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés	<p>Partant de la théorie cinétique des gaz, d'une part, et de la thermodynamique classique, d'autre part, il s'agit d'élaborer une théorie générale des processus irréversibles.</p> <p>Le cours fera ainsi le point sur les diverses approches de la thermodynamique, depuis la théorie classique de Prigogine et Onsager jusqu'aux théories plus générales développées par (i) Truesdell et Noll, (ii) Jou, Lebon et (iii) Müller</p>
Acquis d'apprentissage	<p>Eu égard au référentiel AA du programme « Master ingénieur civil mécaniciens », 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</li> <li>• AA3.1, AA3.3</li> <li>• AA5.1, AA5.2, AA5.6</li> <li>• AA6.1, AA6.2, AA6.3, AA6.4</li> </ul> <p>1</p> <p>Plus précisément, au terme du cours, l'étudiant sera capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proposer une approche originale et moderne de la thermodynamique du non-équilibre.</li> <li>• Présenter une description unifiée des processus thermiques, mécaniques, visqueux et électromécaniques en vue de renforcer chez l'étudiant l'esprit de synthèse.</li> </ul> <p>Appliquer la théorie ainsi développée à la modélisation de divers phénomènes de mécanique des fluides et des solides, tant en ingénierie qu'en géophysique.</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	Examen : écrit avec livres, notes de cours et notes personnelles. La note d'examen sera la note finale au cours.
Méthodes d'enseignement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cours magistral</li> <li>• Séances d'exercices</li> </ul>
Contenu	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Approche cinétique : Rappels de théorie cinétique des gaz (Maxwell-Boltzmann). Liens entre grandeurs macroscopiques et théorie cinétique : dérivation des principales fonctions matérielles pour les gaz (viscosité, conductibilité thermique, coefficient de diffusion, équation d'état, énergie interne, chaleurs spécifiques, entropie). Limites de la théorie continue (gaz raréfiés, plasmas). Eventail des problèmes spécifiques aux liquides (macromolécules) et aux solides (plasticité).</li> <li>2. Approche continue : Rappels de thermodynamique : loi de conservation de l'énergie, second principe, température absolue et entropie, potentiels thermodynamiques, thermochimie et électrochimie, équations de Gibbs et de Gibbs-Duhem, changements de phase, interfaces.</li> <li>3. Théorie classique des phénomènes irréversibles (théorie linéaire d'Onsager-Prigogine) : Equilibre local, production d'entropie, flux et forces thermodynamiques, relations de réciprocité, lois d'évolution et de comportement. Etats stationnaires : critères de production d'entropie minimum et d'énergie dissipée minimum. Couplage entre phénomènes thermiques, mécaniques et électromagnétiques : effets thermoélectriques et thermomagnétiques.</li> <li>4. Introduction aux théories modernes. Thermodynamique rationnelle : mémoire; objectivité; inégalité de Clausius-Duhem; équations de comportement; application aux fluides non-newtoniens et aux solides viscoélastiques. Thermodynamique "étendue" (Extended Irreversible Thermodynamics) : hypothèses de base; causalité; application à la conduction thermique; second son; comparaison avec la théorie classique d'Onsager-Prigogine.</li> </ol>
Ressources en ligne	<a href="http://moodleucl.uclouvain.be/enrol/index.php?id=6793">http://moodleucl.uclouvain.be/enrol/index.php?id=6793</a>

<p>Bibliographie</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.V Papalexandris, Thermodynamics of Irreversible Phenomena: Lecture notes, 2018. Hand-written notes and exercices (in English), available on the moodle site of the course.</li> <li>• G. Lebon, D. Jou &amp; J. Casas-Vasquez, Understanding Non-equilibrium Thermodynamics, Springer, 2008, available on the e-books of the library in electronic form.</li>   <li>• M.V Papalexandris, Thermodynamics of Irreversible Phenomena: Lecture notes, 2018. Hand-written notes and exercices (in English). <b>Mandatory</b>, available on the moodle site of the course.</li> <li>• G. Lebon, D. Jou &amp; J. Casas-Vasquez, Understanding Non-equilibrium Thermodynamics, Springer, 2008. <b>Mandatory</b>, available on the e-books of the library in electronic form.</li> <li>• Additional notes on the kinetic theory of gases from the book of Chapman &amp; Cowling, <b>Recommended</b>, available on the moodle site of the course.</li> <li>• D. Kondepudi &amp; I. Prigogine, Modern Thermodynamics, Wiley, 1999. <b>Recommended</b>.</li> <li>• S.R. De Groot and P. Mazur, Non-equilibrium Thermodynamics, Dover, 1984. <b>Recommended</b>.</li> </ul>
<p>Faculté ou entité en charge:</p>	<p>MECA</p>

<b>Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)</b>				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil électromécanicien	ELME2M	5		
Master [120] : ingénieur civil mécanicien	MECA2M	5		
Master [120] en sciences physiques	PHYS2M	5		
Master [120] : ingénieur civil en mathématiques appliquées	MAP2M	5		