

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

Enseignants	Contino Francesco ;
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés	<p>Dans une phase de design, les ingénieurs comptent sur des modèles et des simulations afin de trouver la valeur des paramètres qui mènent à un optimum pour un ou plusieurs objectifs. Cette procédure devient souvent coûteuse lorsqu'elle intègre les contraintes (flexibilité, efficacité, résilience, ...) des concepts innovants et essaie d'atteindre un niveau de fidélité élevé. Malgré tout, les ingénieurs utilisent le plus souvent des simulations déterministes—qui ne prennent pas en compte les incertitudes des inputs ou des modèles. Dans certains cas, la qualité d'un optimum peut être considérablement altérée par un petit changement dans les conditions d'entrée (conditions aux frontières ou de fonctionnement). Prendre en compte ces incertitudes dans le processus d'optimisation permet d'atteindre un optimum robuste. Malheureusement, le coût calculatoire est important et souvent prohibitif.</p> <p>Ce cours a pour objectif de former les futurs ingénieurs à utiliser l'optimisation robuste dans le cadre des systèmes énergétiques où l'objectif est de trouver l'équilibre entre les ressources à convertir, stocker et transporter pour rencontrer les besoins des utilisateurs. Ces systèmes ont leurs challenges propres qui en font d'excellents cas d'étude pour l'optimisation robuste : ils disposent de très nombreux paramètres (parfois des milliers), ils couplent plusieurs secteurs, et ils incluent différents types d'incertitudes.</p> <p>Ce cours est composé de quatre thèmes principaux, chacun relié à une question à laquelle l'ingénieur, en tant qu'utilisateur d'optimisation robuste, doit pouvoir répondre :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comment choisir la technique adaptée pour la propagation d'incertitudes?</li> <li>2. Quel est le meilleur (et comment définir « meilleur ») algorithme d'optimisation pour un modèle et des objectifs spécifiques ?</li> <li>3. Comment évaluer et analyser l'output d'une optimisation robuste ?</li> <li>4. Quelle stratégie utiliser quand le modèle a un coût d'évaluation élevé ?</li> </ol>
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 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, AA2.4, AA2.5</li> <li>· AA3.1, AA3.2</li> <li>· AA5.3, AA5.4, AA5.5, AA5.6</li> <li>· AA6.1, AA6.2, AA6.3, AA6.4</li> </ul> <p>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant sera capable</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. d'identifier les techniques de propagation d'incertitudes pour le design de systèmes énergétiques ;</li> <li>2. de sélectionner un algorithme d'optimisation robuste pour un système énergétique ; de l'implémenter ; et d'en analyser l'output ;</li> <li>3. de diagnostiquer la complexité et le coût de simulation des modèles de systèmes énergétiques et de leur optimisation robuste ; et de résoudre cette difficulté à l'aide de méthode « surrogate ».</li> </ol>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<p>L'évaluation comprendra la participation aux activités encadrées (30%), un projet (30%), et un examen oral (40%). En cas de deuxième session, l'examen oral compte pour 100% du score final sauf si l'étudiant demande de reporter les notes des activités encadrées et du projet. Dans ce cas, la même répartition que ci-dessus est maintenue.</p>
Méthodes d'enseignement	<p>Cours (y compris flipped classroom, et analyse de cas)</p> <p>Les travaux pratiques comportent des exercices en salle, et quelques exercices à faire hors séance (homework)</p>
Contenu	<p>Chacun des points suivants seront couplés à des exemples et exercices liés aux systèmes énergétiques et à leurs particularités.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Quantification de l'incertitude</li> </ol> <p>Rappel d'analyse statistique;          Propagation d'incertitude par Monte Carlo ;          Techniques avancées de propagation: chaos polynomial ;          Coefficient de sensibilité.</p>

	<p>2. Optimisation                  Compréhension du compromis entre exploitation et exploration ;                  Catégories d'algorithmes d'optimisation ;                  Algorithmes hybrides.</p> <p>3. Optimisation robuste                  Combinaison efficace de l'optimisation avec la quantification de l'incertitude ;                  Evaluation des résultats (front de Pareto) ;                  Challenges.</p> <p>4. Modèles "surrogate"                  Principes et limitations ;                  Kriging ;                  Support Vector Regression.</p>
Ressources en ligne	Site web Moodle
Bibliographie	<p>Obligatoires                  Notes du cours disponibles sur le site Moodle du cours et au SICI                  Transparents du cours disponibles sur le site Moodle du cours                  Enoncés d'exercices, disponibles sur le site Moodle du cours</p> <p>Conseillé                  Probabilistic Design for Optimization and Robustness for Engineers, B. Dodson, P. C. Hammett, R. Klerx, 2014, Wiley</p>
Faculté ou entité en charge:	EPL

<b>Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)</b>				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil mécanicien	MECA2M	5		