







5.00 crédits	30.0 h + 30.0 h	Q2
--------------	-----------------	----

Enseignants	Standaert François-Xavier ;
Langue d'enseignement	Anglais > Facilités pour suivre le cours en français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés	<p>Le cours développe plus précisément les sujets suivants:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• les hypothèses idéales pour des algorithmes cryptographiques (en particulier les chiffrements par bloc);</li> <li>• la cryptanalyse mathématique (statistique, algébrique, ...);</li> <li>• la mise en oeuvre efficace des systèmes de chiffrement;</li> <li>• les attaques physiques exploitant des canaux d'information auxiliaires (par exemple la consommation d'énergie, le rayonnement électromagnétique, ...) ou l'insertion de fautes;</li> <li>• génération de nombres aléatoires, la biométrie, les fonctions physiquement inclonables, ...</li> <li>• l'intégration de fonctionnalités cryptographiques dans des systèmes et des applications sécurisés.</li> </ul>
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 électricien », 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>• AA2.2</li> <li>• AA3.2</li> <li>• AA4.3</li> <li>• AA5.3, AA5.6</li> </ul> <p>Plus précisément, à l'issue de ce cours, l'étudiant sera en mesure de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• définir la notion de chiffrement sécurisé et argumenter la difficulté de construire des chiffrements par bloc efficaces dont la sécurité est prouvée dans un modèle formel;</li> <li>• identifier les propriétés qui permettent de garantir la sécurité «pratique» d'un chiffrement, ainsi que les faiblesses structurelles à éviter lors de leur conception;</li> <li>• critiquer les hypothèses heuristiques utilisées dans les analyses de sécurité mathématiques et physiques d'une fonction de chiffrement ou de son implémentation;</li> <li>• appliquer des techniques de cryptanalyse (par exemples statistiques, algébriques, combinatoires) et évaluer leur impact sur des algorithmes de chiffrements;</li> <li>• décrire et analyser l'architecture d'une implémentation cryptographique respectant des contraintes formulées selon différents critères de coût et de performances;</li> <li>• implémenter un algorithme cryptographique dans un microcontrôleur;</li> <li>• évaluer la sécurité physique d'une implémentation cryptographique contre des attaques par canaux cachés, exploitant des fuites physiques d'information (par exemple, la consommation énergétique d'un circuit effectuant des calculs cryptographiques);</li> <li>• proposer des contremesures et mécanismes de protection contre différentes attaques physiques et justifier leur pertinence en fonction des contextes d'attaques;</li> <li>• formaliser des propriétés physiques pouvant être exploités de façon constructive en cryptographie (par exemple pour la génération de nombres aléatoires, la conception de fonctions physiques inclonables ou la protection de la propriété intellectuelle);</li> <li>• énumérer les avantages et inconvénients d'un algorithme cryptographique en fonction de son compromis sécurité (mathématique et physique) vs. efficacité d'implémentation;</li> <li>• comprendre, résumer et présenter les résultats d'un article scientifique touchant aux domaines de la conception ou de la mise en oeuvre d'algorithmes cryptographiques (par exemple publié aux conférences Eurocrypt, Crypto, CHES, FSE, ACM CCS, ...).</li> </ul>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<p>Les étudiants seront évalués individuellement, sur base des éléments suivants:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Résolution des problèmes d'implémentation et de cryptanalyse proposés lors des séances d'exercices du cours et structurés sous forme de projets.</li> <li>- Synthèse écrite et/ou présentation orale d'un article scientifique.</li> <li>- Réponse aux questions de début de cours sur les lectures préliminaires.</li> <li>- Examen écrit et/ou oral portant sur les objectifs d'apprentissage listés ci-dessus.</li> </ul> <p>La pondération entre ces différents éléments peut varier d'année en année et sera annoncée lors du premier cours de chaque année académique. Sur demande individuelle, l'évaluation sera limitée à un travail écrit et un examen en session.</p>

Méthodes d'enseignement	Le cours est organisé en 14 exposés et 14 séances d'exercices (de 2 heures). Chaque exposé est préparé par une lecture préliminaire, au sujet de laquelle les étudiants sont interrogés en début de séance. Les périodes d'exercices sont consacrées à la résolution de problèmes d'implémentation et de cryptanalyse, structurés sous forme de projets à réaliser par groupes de 2 ou 3 étudiants. Les dernières heures de cours sont consacrées à la présentation d'articles scientifiques proposés par les étudiants.
Contenu	Chiffrements par bloc (2 cours), implémentations matérielles (1 cours), implémentations logicielles (1 cours), attaques par canaux cachés (2 cours), tamper résilience et attaques par fautes (1 cours), fonctions physiques inclônables (1 cours), + sujets ouverts
Ressources en ligne	<a href="https://perso.uclouvain.be/fstandae/ELEC2760_4A7B">https://perso.uclouvain.be/fstandae/ELEC2760_4A7B</a>
Bibliographie	Notes de cours et articles disponibles sur la page du cours
Autres infos	Le cours est ouvert à tout étudiant suivant un master en ingénierie électrique, électromécanique, informatique ou mathématiques appliquées. Les prérequis sont les cours du BAC en sciences de l'ingénieur (mathématiques, statistique, programmation).
Faculté ou entité en charge:	ELEC

<b>Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)</b>				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil électricien	ELEC2M	5		
Master [120] : ingénieur civil en informatique	INFO2M	5		
Master [120] en sciences informatiques	SINF2M	5		
Master [120] : ingénieur civil électromécanicien	ELME2M	5		
Master [120] : ingénieur civil en mathématiques appliquées	MAP2M	5		
Master [120] : ingénieur civil en science des données	DATE2M	5		
Master [120] en science des données, orientation technologies de l'information	DATI2M	5		