

Fiches modules ISC - Deuxième année - 2025 - 2026

Table des matières

Modalités d'ensemble		4
ISC_31 / sISC_51 - Humanités 2	2025 - 2026	6
ISC_32 / sISC_23 - Sciences en ISC 2	2025 - 2026	11
ISC_33 / sISC_24 - Systèmes informatiques 1	2025 - 2026	16
ISC_34 / sISC_52 - Projet d'intégration 1	2025 - 2026	21
ISC_E31 / sISC_E51 - Systèmes d'exploitation embarqués	2025 - 2026	24
ISC_E32 / sISC_E52 - Sécurité matérielle	2025 - 2026	31
ISC_L31 / sISC_L51 - Processeurs et compilation	2025 - 2026	36
ISC_L32 / sISC_L52 - Sécurité logicielle	2025 - 2026	42
ISC_S31 / sISC_S51 - Processeurs et communication	2025 - 2026	47
ISC_S32 / sISC_S52 - Réseaux et sécurité	2025 - 2026	53
ISC_41 / sISC_61 - Humanités 3	2025 - 2026	58
ISC_42 / sISC_25 - Sciences en ISC 3	2025 - 2026	63
ISC_43 / sISC_26 - Systèmes informatiques 2	2025 - 2026	69
ISC_44 / sISC_52 - Projet d'intégration 2	2025 - 2026	73
ISC_E41 / sISC_E61 - Systèmes temps-réel	2025 - 2026	76
ISC_E42 / sISC_E62 - Microcontrôleurs et électronique	2025 - 2026	82
ISC_E43 / sISC_E63 - Ateliers en systèmes embarqués	2025 - 2026	86
ISC_L41 / sISC_L61 - Algorithmie avancée	2025 - 2026	89
ISC_L42 / sISC_L62 - Développement Web	2025 - 2026	94
ISC_L43 / sISC_L63 - Ateliers en informatique logicielle	2025 - 2026	99

ISC_S41 / sISC_S61 - Cybersécurité	2025 - 2026	102
ISC_S42 / sISC_S62 - Fiabilité des réseaux	2025 - 2026	107
ISC_S43 / sISC_S63 - Ateliers en sécurité informatique	2025 - 2026	114

Modalités d'ensemble

Généralités

- Les descriptions des modules établissent les paramètres fondamentaux pour l'organisation et la conduite des cours. Ces paramètres peuvent être révisés ou actualisés chaque semestre, mais restent constants tout au long du semestre académique en cours. Tous les modules de la filière Informatique et systèmes de communication sont remédiables au sens de l'Art. 29 du Règlement sur la formation de base en HES-SO (un module est remédiable si la note du module est de 3.5).

Règles appliquées pour les modules

- Selon les descriptifs, module par module, ainsi que le tableau des "Dépendances inter-modules", les modalités de répétition des modules de la filière Architecture sont indiquées dans l'Art. 31 du Règlement d'études des filières Bachelor de HEPIA.

Modalités d'absences

- La participation aux cours, sous tous ses formats, est obligatoire. En cas d'absences justifiées ou injustifiées fréquentes, les sanctions seront appliquées selon le règlement et indication sur les fiches modules. Le cas échéant, l'enseignant.e pourrait ne pas attribuer de note suffisante à l'étudiant.e. Par ailleurs, la direction se réserve le droit de refuser la remédiation à l'étudiant.e.

Modalités d'évaluation

- Sauf mention contraire explicite, les évaluations se déroulent sans matériel et/ou aide extérieure (pas d'ordinateur, ni de téléphone ou autre matériel électronique).
- La participation aux évaluations est obligatoire et tout travail doit être rendu dans les délais fixés.
- La note d'un module est le résultat du calcul d'une moyenne pondérée des notes finales des unités de cours qui composent le module. La note du module est arrondie au demi-point, sur une échelle de 1.0 à 6.0.
- Lorsqu'un module est annuel, la note du module n'est pas arrondie au semestre, mais uniquement à l'année.
- La note minimale d'une unité d'enseignement d'un module est de 2.5. Une note inférieure à 2.5 entraîne l'échec du module.
- Si un module est un prérequis pour un autre module au sens du tableau des "Dépendances inter-modules", il est nécessaire d'avoir une note d'au moins 2.5 dans chacune des unités d'enseignement du module prérequis.

Utilisation d'une IA

- Pour rappel, toute évaluation est réalisée individuellement et sans aide extérieure de quelque nature que ce soit.

-
- L'étudiant.e ayant à maîtriser seul.e les compétences attendues, le recours à toute forme d'intelligence artificielle (IA), ordinateur, téléphone, objet connecté, support d'information ou aide extérieure est proscrit, sauf indication explicite figurant dans la consigne de travail.
 - Lorsque l'utilisation d'une IA est autorisée, elle doit être signalée de manière explicite en lien avec la partie du travail qui en a bénéficié et la nature de son usage précisé : traitement de données, génération de texte, résumé, synthèse documentaire, correction de tournures et syntaxe, génération ou adaptation d'image. Dans tous les cas, l'étudiant.e porte seul.e la responsabilité de tous les éléments produits.
 - Dans le cadre de rendus de travaux et/ou rapports, il est impératif de respecter scrupuleusement l'intégrité académique en citant l'ensemble des sources utilisées. Toute utilisation d'une IA doit être clairement mentionnée par "contenu généré par une IA". De même, tout tableau, diagramme et visuel créé à l'aide d'une IA doit également comporter la mention "contenu généré par une IA". L'étudiant.e doit être particulièrement vigilant.e concernant la question du plagiat en traitant l'intégration de contenu généré par une IA de la même manière que l'insertion d'un texte provenant d'une autre source.
 - Toute fraude sera punie conformément aux règlements en vigueur.

ISC_31 / sISC_51 - Humanités 2**2025 - 2026****Filière : Informatique et systèmes de communication**

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_31 (2 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S3 Responsable du module : **M. Thomas Perrot**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Comprendre les principaux concepts et tendances de l'économie du numérique et mener une recherche documentée sur un marché du numérique
- Appréhender les manières complexes dont les technologies numériques s'insèrent dans les rapports sociaux (classes, genre et sexualité, âges et générations, race, maladie et handicap)
- S'initier aux outils de collecte, de gestion et de présentation de l'information
- S'initier aux techniques de présentation orale avec diaporama et de présentation vidéo
- Choisir et appliquer un processus de développement de projet adéquat
- Comprendre les avantages et les limites des différents modèles de développement de projets logiciels

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
TI & Société 1 – ISC_311	16p	
Gestion de projet 1 – ISC_312	16p	

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(taux d'encadrement de 40%)
Travail autonome	36	heures	
Total	60	heures	équivalent à 2 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_311 = 50%

ISC_312 = 50%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admissions HES

Unité d'enseignement : ISC_311 - TI & Société 1

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Comprendre les principaux concepts et tendances de l'économie du numérique et mener une recherche documentée sur un marché du numérique
- Appréhender les manières complexes dont les technologies numériques s'insèrent dans les rapports sociaux (classes, genre et sexualité, âges et générations, race, maladie et handicap)
- S'initier aux outils de collecte, de gestion et de présentation de l'information
- S'initier aux techniques de présentation orale avec diaporama et de présentation vidéo

Contenus

Dans ce cours, l'objectif consiste en une découverte des principaux concepts et tendances de l'économie contemporaine du numérique. Les étudiant.e.s exploreront notamment ces derniers en choisissant un marché du numérique qui les intéresse et en en faisant l'analyse. Le partage des résultats de ce travail se fera sous la forme d'une présentation orale avec diaporama.

Répartition horaire

Enseignement	12	heures	(16 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	18	heures	
Total	30	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- BIHR, Alain, 2012. Les rapports sociaux de classes, Lausanne : Editions Page deux.
- BIHR, Alain et PFEFFERKORN, Roland, 2014. Dictionnaire des inégalités. Paris : Armand Colin.
- CARDON, Dominique, 2019. Chapitre 5 : L'économie des plateformes. In Culture numérique, Paris : Presses de SciencePo, p. 291-350.
- DORLIN, Elsa, 2009. Sexe, race et classe. Pour une épistémologie de la domination, Paris : Presses universitaires de France.
- CURIEN, Nicolas, 2005. Économie des réseaux. Paris : La Découverte.
- ÉLIE, François, 2009. Économie du logiciel libre. Paris : Eyrolles.
- FASSA, Farinaz, LEPINARD, Eléonore et ROCA i ESCODA, Marta, 2016. L'intersectionnalité : enjeux théoriques et politiques, Paris : La Dispute.

-
- GUIBERT, G r me, REBILLARD, Franck et ROCHELANDET, Fabrice, 2016. Médias, culture et numérique : approches socioéconomiques. Paris : Armand Colin.
 - HORN, François, 2004. L' conomie des logiciels. Paris : La Découverte.
 - MAUGER, Gérard, 2015.  ges et générations, Paris : La Découverte.
 - MUSSO, Pierre, 2008. Les télécommunications. Paris : La Découverte.
 - PFEFFERKORN, Roland, 2012. Genre et rapports sociaux de sexe, Lausanne : Editions Page deux.
 - SRNICEK, Nick, 2018. Capitalisme de plateforme. L'hégémonie de l'économie numérique. Montréal : Lux.
 - ZUBOFF, Shoshana, 2019. The Age of Surveillance Capitalism. Londres : Profile Books.

Unité d'enseignement : ISC_312 - Gestion de projet 1

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Comprendre la notion de cycle de vie logiciel
- Comprendre la notion de processus de développement logiciel
- Choisir et appliquer un processus de développement de projet adéquat
- Comprendre les avantages et les limites des différents modèles de développement de projets logiciels

Contenus

Les points essentiels traités dans ce cours sont :

- Cycle de vie logiciel
- Processus de développement
- Les processus classiques prédictifs
- Les processus classiques itératifs
- Les processus agiles

Répartition horaire

Enseignement	12	heures	(16 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	18	heures	
Total	30	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Ian Sommerville, 2018, Software Engineering, 10th edition, Pearson
- Roger Aïm, L'essentiel de la gestion de projet, 11e édition (juillet 2017), Gualino Editions

ISC_32 / sISC_23 - Sciences en ISC 2

2025 - 2026

Filière : Informatique et systèmes de communication

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_32 (6 ECTS)

Type de formation	<input checked="" type="checkbox"/>	Bachelor	<input type="checkbox"/>	Master	
Type de module	<input checked="" type="checkbox"/>	Obligatoire	<input type="checkbox"/>	A choix	<input type="checkbox"/> Additionnel
Niveau du module	<input type="checkbox"/>	Niveau basique	<input checked="" type="checkbox"/>	Niveau intermédiaire	
	<input type="checkbox"/>	Niveau avancé	<input type="checkbox"/>	Niveau spécialisé	

Langue : Français Semestre de référence : S3 Responsable du module : **M. Orestis Malaspinas**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Connaître et savoir mettre en œuvre des notions de base de calcul différentiel et intégral, ainsi que de techniques d'optimisation, ainsi que les bases du calcul matriciel.
- Comprendre et appliquer les méthodes de base du traitement numérique des signaux et des images pour résoudre des problèmes concrets.

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Mathématiques en technologies de l'information 3 – ISC_321	64p	
Traitement du signal et d'images – ISC_322	32p	

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	72	heures	(taux d'encadrement de 40%)
Travail autonome	108	heures	
Total	180	heures	équivalent à 6 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_321 = 65%

ISC_322 = 35%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admissions HES

Unité d'enseignement : ISC_321 - Mathématiques en Technologies de l'information 3

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Pouvoir poser et résoudre des problèmes d'optimisation continue à une variables, en utilisant les notions de dérivées et des algorithmes de recherche de zéros de fonction.
- Pouvoir expliquer les idées de la dérivation automatique avec l'exemple des nombres duaux
- Savoir mettre en œuvre les bases du calcul matriciel (élimination de Gauss, produits, équations)
- Savoir expliquer et appliquer les notions de calcul différentiel multivarié, en particulier le lien entre produit de matrices et composition de fonctions.

Contenus

- Calcul matriciel
- Introduction à l'analyse multi-variée
- Optimisation continue

Répartition horaire

Enseignement	48	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	69	heures	
Total	117	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- H. Stöcker, "Toutes les mathématiques et les bases de l'informatique", *Coll. Sciences Sup*, Ed, Dunod 2002.
- F.Ayres, E. Mendelson, "Calcul différentiel et intégral", Série Schaum, Ed. McGraw-Hill 1999.
- E.W.Swokowski, J.A. Cole, "Analyse", Ed. De Boeck 1993.
- M. J. Kochenderfer, T. A. Wheeler, "Algorithms for Optimization", MIT press, 2018.
- T. Garidi, M. Baillif, polycopiés et exercices du cours, disponibles sur cyberlearn.

Unité d'enseignement : ISC_322 - Traitement du signal et d'images

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Expliquer les principes fondamentaux du traitement des signaux 1D et des images numériques.
- Appliquer différents outils mathématiques et numériques pour analyser des signaux et des images.
- Implémenter, tester et évaluer des algorithmes de traitement du signal et de l'image sur des exemples concrets.

Contenus

0.0.0.1 Partie signal 1D

- Notions de base sur les signaux 1D
- Rappels mathématiques pour le traitement du signal
- Convolution
- Séries de Fourier
- Transformée de Fourier
- Filtrage numérique

0.0.0.2 Partie image

- Notions de base sur les images numériques
- Transformations d'intensité
- Filtrage spatial
- Détection et localisation d'objets par corrélation

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	39	heures	
Total	63	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Supports de cours fournis par les enseignants.
- L'Université Numérique, "Analysez les signaux 1D [Cours Moodle]," Moodle Université Numérique. [En ligne]. Disponible : <https://moodle.luniversitenumérique.fr/course/view.php?id=30>. [Consulté : sept. 2, 2025].

-
- S. W. Smith, *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*. San Diego, CA : California Technical Publishing, 1997-1998. [En ligne]. Disponible : <http://www.dspguide.com/>.
 - R. C. Gonzalez, R. E. Woods, and S. L. Eddins, *Digital Image Processing using Matlab*, 3rd ed. Gatesmark Publishing, 2020.
 - A. Rosebrock, "PyImageSearch – Tutoriels et ressources en vision par ordinateur, apprentissage profond et OpenCV," PyImageSearch. [En ligne]. Disponible : <https://pyimagesearch.com/>. [Consulté : sept. 2, 2025].

ISC_33 / sISC_24 - Systèmes informatiques 1**2025 - 2026****Filière : Informatique et systèmes de communication**

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_33 (7 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S3 Responsable du module : **M. Stéphane Malandain**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Comprendre les paradigmes de programmation orientée objet
- Maîtriser un langage orienté objet
- Connaître les bases théoriques des systèmes d'exploitation
- Développer des applications système

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Programmation orientée-objet – ISC_331	64p	
Systèmes d'exploitation – ISC_332	48p	

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement 84 heures (taux d'encadrement de 40%)
 Travail autonome 126 heures
 Total 210 heures équivalent à 7 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_331 = 55%

ISC_332 = 45%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admissions HES

Unité d'enseignement : ISC_331 - Programmation orientée-objet

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Comprendre les paradigmes de programmation orientée objet et de programmation déclarative
- Réaliser une base d'architecture logicielle extensible et modulaire
- Maîtriser un langage statique qui encourage de tels paradigmes

Contenus

- Syntaxe d'un langage orienté objet basé sur les classes
- Classes vs objets
- Mécanisme d'abstraction avec les interfaces et les classes abstraites
- Redéfinition
- Polymorphisme de sous-typage et ad-hoc (surcharge)
- Polymorphisme paramétrique à l'aide de la généricité
- Collections (tableaux statiques, listes, tableaux associatifs, streams...)
- Gestion des exceptions et de l'absence de valeurs (Optional)

Répartition horaire

Enseignement	48	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	67	heures	
Total	115	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Effective Java, 3rd edition 2018, Joshua Bloch, Addison-Wesley Professional
- Clean Code, 1st edition 2008, Robert C. Martin, Prentice Hall
- The Clean Coder, 1st edition 2011, Robert C. Martin, Prentice Hall
- Modern Java in Action, 1st edition 2019, Raoul-Gabriel Urma et al., Manning publications Co.
- Functional Programming in Java, 1st edition 2014, Venkat Subramaniam, Pragmatic Bookshelf

Unité d'enseignement : ISC_432 - Systèmes d'exploitation

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Créer un nouveau processus et changer son espace de mémoire virtuel en y chargeant un nouvel exécutable
- Expliquer la virtualisation de la mémoire et les mécanismes d'ordonancement
- Expliquer ce qu'est un inode et une entrée de répertoire
- Parcourir un système de fichiers
- Manipuler des canaux d'entrée sortie (configuration, ouverture, lecture, écriture, fermeture)
- Employer des sockets, mémoires partagées et pipes pour effectuer des communications inter-processus
- Envoyer, recevoir et gérer les signaux POSIX
- Implémenter un module dans l'espace noyau pour gérer un périphérique virtuel

Contenus

Dans la continuité du cours de programmation système, ce cours présente les principaux appels systèmes des systèmes d'exploitation POSIX. Il aborde les communications interprocessus à travers le réseau, et traite par l'exemple le fonctionnement d'un composant fondamental aux systèmes d'exploitation : les systèmes de fichiers stockés en mémoire non volatile. Les points suivants seront abordés :

- Interface système de type POSIX
- Création de processus et exécution de code compilé
- Principes généraux et rappels sur les communications interprocessus
- Entrées sorties non bloquantes
- Structure des données d'un système de fichiers en mémoire de masse
- Sockets AF_INET/AF_INET6/Unix
- Programmation de modules Linux

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	59	heures	
Total	95	heures	de travail pour ce cours

\end{tabularx}

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (examens live - nexus, présentation orale, travaux écrits).

L'utilisation d'IA, ou de matériel non autorisé lors des examens est considéré comme de la fraude.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Remzi H. et Andrea C. Arpaci-Dusseau. Operating Systems : Three Easy Pieces. Arpaci-Dusseau Books, 2014.
- Maurice J Bach, The design of the UNIX operating system, Prentice Hall, 1986
- Michael Kerrisk, The Linux programming interface : a Linux and UNIX system programming handbook, No Starch Press, 2010
- Jonathan Corbet et Alessandro Rubini, Linux Device Drivers, 2nd Edition, O'Reilly Media, Inc., 2001, disponible avec votre login hes-so

ISC_34 / sISC_52 - Projet d'intégration 1**2025 - 2026****Filière : Informatique et systèmes de communication**

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_34 (3 ECTS)

Type de formation	<input checked="" type="checkbox"/>	Bachelor	<input type="checkbox"/>	Master	
Type de module	<input checked="" type="checkbox"/>	Obligatoire	<input type="checkbox"/>	A choix	<input type="checkbox"/> Additionnel
Niveau du module	<input checked="" type="checkbox"/>	Niveau basique	<input type="checkbox"/>	Niveau intermédiaire	
	<input type="checkbox"/>	Niveau avancé	<input type="checkbox"/>	Niveau spécialisé	

Langue : Français Semestre de référence : S3 Responsable du module : **M. Paul Albuquerque**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Traiter un projet de la conception à sa réalisation dans le cadre d'un travail en petit groupe
- Mettre en évidence ses compétences par la présentation orale et par les réponses aux questions des professeurs
- Développer les compétences dans le domaine du travail en équipe et de la gestion de projet
- Réaliser une application pratique en informatique mettant en œuvre les connaissances acquises en 1ère année

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Université d'automne – ISC_341	60p	

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	45 heures	(taux d'encadrement de 50%)
Travail autonome	45 heures	
Total	90 heures	équivalent à 3 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

$$\text{ISC}_{341} = 100\%$$

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admissions HES

Unité d'enseignement : ISC_341 - Université d'automne

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Mettre en pratique les compétences acquises dans les modules de 1ère année
- Trouver par soi-même les informations permettant de résoudre son problème
- Acquérir les connaissances complémentaires pour résoudre son problème
- Lire et comprendre des documents techniques d'informatique
- Présenter son travail par écrit et oralement

Contenus

Le contenu spécifique est changé chaque année, mais le fond reste similaire. Travail par groupe de 2 ou 3 étudiants.

Répartition horaire

Enseignement	45	heures	(60 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	45	heures	
Total	90	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

Variables selon les thèmes traités, recherche personnelle sur Internet

ISC_E31 / sISC_E51 - Systèmes d'exploitation embarqués**2025 - 2026****Filière : Informatique et systèmes de communication**

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_E31 (6 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S3 Responsable du module : **M. Florent Glück**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Mettre en place l'ensemble des composants formant un système embarqué basé sur le système d'exploitation Linux sur la plateforme cible.
- Décrire l'architecture d'un microcontrôleur
- Avoir des notions d'assembleur
- Programmer en langage C un microcontrôleur
- Connaître les principes de gestion et protection mémoire
- Mettre en oeuvre les concepts, notions et pratiques, nécessaires à la conception et à la réalisation de programmes concurrents

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Processeurs – ISC_E311	48p	
Linux embarqué – ISC_E312	48p	
Programmation concurrente 1 – ISC_E313	32p	

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	96	heures	(taux d'encadrement de 53%)
Travail autonome	84	heures	
Total	180	heures	équivalent à 6 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Ce module peut faire l'objet d'une remédiation.

La note minimale requise de chaque cours est de 2.5 pour pouvoir valider le module.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_E311	=	35%
ISC_E312	=	40%
ISC_E313	=	25%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admission HES

Unité d'enseignement : ISC_E311 - Processeurs

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Décrire l'architecture d'un microcontrôleur
- Programmer en assembleur (ARM)
- Programmer un microcontrôleur (en langage C) et utiliser plusieurs périphériques
- Connaître les principes de gestion et protection mémoire (DMA, MPU, caches)
- Connaître les bases de l'optimisation logicielle appliquée au matériel et disposer de notions pour programmer des systèmes embarqués en réduisant la consommation d'énergie
- Avoir des notions d'architecture de différents processeurs

Contenus

- Architecture d'un processeur (RISC, CISC, Von Neumann, Harvard)
- Langage Assembleur ARM Cortex-M3
- Structuration de la mémoire et principes de protection
- Consommation énergétique, optimisation et programmation « green »
- Mémoires caches, pipeline et DMA

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	27	heures	
Total	63	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Documentation technique ARM (Cortex-M3)
- Documentation technique NXP (LPC1769)
- Programmation en langage d'assemblage ARM Cortex TM-M3, MAHOUT Vincent

Unité d'enseignement : ISC_E312 - Linux embarqué

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les spécificités de Linux dans un contexte de système embarqué
- Mettre en place les briques de base d'un système Linux embarqué
- Savoir sécuriser un système à l'aide de politiques de sécurité
- Savoir programmer les GPIOs
- Réaliser un module noyau simple
- Savoir choisir et mettre en place un système de fichiers adapté aux besoins

Contenus

- Introduction à Linux embarqué
- Chaîne de compilation croisée et librairie C
- Processus de boot et boot loaders
- Noyau Linux
- BusyBox
- Gestion de la sécurité
- GPIOs
- Drivers et modules Linux
- Systèmes de fichiers
- Mémoires flash

Les supports de cours utilisés sont en anglais.

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	27	heures	
Total	63	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Embedded Linux Primer : A Practical Real-World Approach, 2nd Edition, C. Hallinan, Prentice Hall 2010.
- Mastering Embedded Linux Programming, 2nd Edition, C. Simmonds, Packt Publishing 2017.
- GNU/Linux Rapid Embedded Programming, R. Giometti, Packt Publishing 2017.

-
- Linux Device Drivers, 3rd Edition, J. Corbet, A. Rubini & G. Kroah-Hartman, O'Reilly 2005.
 - Bootlin - Embedded Linux and kernel engineering, <https://bootlin.com>.

Unité d'enseignement : ISC_E312 - Programmation concurrente 1

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Mettre en oeuvre les concepts, notions et pratiques, nécessaires à la conception et à la réalisation de programmes concurrents

Contenus

La programmation concurrente se distingue de la programmation séquentielle par le fait qu'elle met en œuvre simultanément plusieurs flots d'exécution, matérialisés par des threads ou des processus. Elle est plus ardue, car elle nécessite notamment de gérer les interactions complexes, inhérentes à des situations telles que :

- Compétition : les tâches sont en compétition (concurrency) pour l'accès à des ressources partagées ou critiques.
- Coopération : lorsque les tâches collaborent à la finalisation d'une action ou d'un échange.

Contrairement à la programmation séquentielle, où l'on observe un ordre total d'exécution des instructions, l'ordre d'exécution d'un programme concurrent est partiel. Car, cet ordre est influencé par divers facteurs dont la politique d'ordonnancement du système, laquelle introduit du non déterminisme. La programmation concurrente s'impose notamment dans les systèmes d'exploitation modernes afin de tirer partie des architectures multi-cœurs et dans les systèmes embarqués en interaction continue avec leur environnement. Ce cours a pour but d'amener l'apprenant aux méthodes, concepts et pratiques permettant de réaliser des programmes concurrents, en utilisant le formalisme des Threads POSIX (Pthreads) :

- Introduction à la programmation concurrente
- Algorithmes et mécanismes d'exclusion mutuelle par attente active
- Mécanismes d'exclusion mutuelle par attente passive
- Mécanismes de synchronisation avec sémaphores, barrières de synchronisation et variables de condition
- Introduction à la programmation asynchrone

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	12	heures	
Total	36	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Remzi H. et Andrea C. Arpaci-Dusseau. Operating Systems : Three Easy Pieces. Arpaci-Dusseau Books, 2014.

-
- Richard H. Carver, Kuo-Chung Tai. Modern Multithreading. Wiley 2006
 - Thomas W. Doepner. Operating Systems in Depth, Wiley, 2010.

ISC_E32 / sISC_E52 - Sécurité matérielle**2025 - 2026****Filière : Informatique et systèmes de communication**

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_E32 (6 ECTS)

Type de formation	<input checked="" type="checkbox"/>	Bachelor	<input type="checkbox"/>	Master	
Type de module	<input checked="" type="checkbox"/>	Obligatoire	<input type="checkbox"/>	A choix	<input type="checkbox"/> Additionnel
Niveau du module	<input type="checkbox"/>	Niveau basique	<input checked="" type="checkbox"/>	Niveau intermédiaire	
	<input type="checkbox"/>	Niveau avancé	<input type="checkbox"/>	Niveau spécialisé	

Langue : Français Semestre de référence : S3 Responsable du module : **Mme Noria Foukia**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Maîtriser les techniques de scan et filtrage sécuritaire ainsi que les outils et techniques de sniffing du réseau
- Connaître la typologie des incidents de sécurité et des attaques réseaux
- Connaître des protocoles de sécurité pour les réseaux locaux, privés virtuels et Internet
- Identifier les vulnérabilités et les types d'attaques sur des systèmes électroniques en général, et ceux programmables en particulier
- Mettre en œuvre une ou plusieurs techniques d'attaque et proposer des contre-mesures adaptées
- Expliquer les principes et les spécificités des différents protocoles informatiques
- Comprendre les mécanismes de configurations dynamiques et de détermination de chemins IP
- Identifier les risques et conséquences liés à des configurations dynamiques

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Sécurité des réseaux par la pratique – ISC_E321	48p	
Sécurité des systèmes embarqués – ISC_E322	32p	
Réseaux et protocoles informatiques – ISC_E323	32p	

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	84	heures	(taux d'encadrement de 47%)
Travail autonome	96	heures	
Total	180	heures	équivalent à 6 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_E321	=	40%
ISC_E322	=	30%
ISC_E323	=	30%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admission HES

Unité d'enseignement : ISC_E321 - Sécurité des réseaux par la pratique

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Maîtriser les différentes techniques de scan et filtrage sécuritaire du réseau
- Maîtriser les outils et technique de sniffing du réseau
- Maîtriser certains logiciels de protection des systèmes et des réseaux : sniffer, pare-feu, antivirus, détection d'intrusion
- Connaître la typologie des incidents de sécurité et des attaques réseaux
- Connaître certains protocoles de sécurité pour les Réseaux locaux et l'Internet
- Connaître les protocoles sécurisations de réseaux privés virtuels (VPN, IPSec)

Contenus

- Typologie des attaques réseaux et des solutions existantes
- Scan, filtrage, pare-feu
- Certificat et autorité de certification
- SSL, DNS
- Réseaux privés virtuels
- IPsec
- Détection d'intrusion
- Sécurité réseaux virtuels (VLAN)
- Sécurité réseaux sans fil (WIFI)

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	36	heures	
Total	72	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Aucune

Unité d'enseignement : ISC_E322 - Sécurité des systèmes embarqués

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e aura acquis une culture de la sécurité matérielle des systèmes électroniques et devra être capable de :

- Découvrir un système électronique quelconque et de le décrire sous la forme d'un schéma bloc
- Identifier les vulnérabilités et les types d'attaques s'appliquant aux systèmes électroniques en général, et ceux programmables en particulier
- Mettre en oeuvre une ou plusieurs techniques d'attaque
- Proposer le cas échéant des contre-mesures adaptées

Contenus

- Concepts et vocabulaire de la sécurité matérielle
- Description de systèmes électroniques
- Description de vulnérabilités et menaces
- Découvertes de techniques d'attaques (non exhaustif)
 - Attaque par canaux cachés
 - Analyse simple, différentielle ou corrélée de la consommation
 - Attaque par injection
 - Analyse électromagnétique/son
 - Attaque JTAG

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	30	heures	
Total	54	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Sécurité matérielle des systèmes - Vulnérabilités des processeurs. Editions DUNOD. ISBN 978-2-10-079529-1
- Cybersecurity – Livre_blanç INRIA. <https://www.inria.fr/fr/livre-blanc-inria-cybersecurity>
- Cyber-Physical Systems Security : A Survey. IEEE, DOI : 10.1109/JIOT.2017.2703172

Unité d'enseignement : ISC_E323 - Réseaux et protocoles informatiques

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Expliquer quelques protocoles réseaux dynamiques classiques (par exemple DHCP/BOOTP/STP)
- Evaluer les risques en terme de sécurité, liés aux protocoles réseaux dynamiques classiques.
- Mettre en place des services de configuration dynamique dans un réseau
- Mettre en œuvre ou mitiger des attaques de sécurité sur un réseau local.
- Obtenir l'attestation CISCO du module 2 du CCNA

Contenus

- Switching Ethernet et sécurité.
- Protocole DHCP/BOOTP et protocole DNS.
- Protocoles et mécanismes réseaux dynamiques tels que STP, DHCP ou DNS, Mac learning.
- Attaques et mitigations sur les protocoles STP, DHCP.
- Port Security et Mac Learning.
- Attaques et mitigations réseau sur les VLAN.
- Etudes des aspects sécurités (physique, logique et applicatif) des infrastructures.

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	30	heures	
Total	54	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- TCP/IP règles et protocoles par W.R. Stevens
- Support de cours Netacad.com CISCO

ISC_L31 / sISC_L51 - Processeurs et compilation

2025 - 2026

Filière : Informatique et systèmes de communication

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_L31 (6 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S3 Responsable du module : **M. Stéphane Malandain**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Décrire l'architecture d'un microcontrôleur
- Connaître des notions d'assembleur
- Programmer en langage C un microcontrôleur
- Connaître les principes de gestion et protection mémoire
- Connaître les bases de l'optimisation logicielle appliquée au matériel
- Connaître les bases de la compilation et les problématiques liées à l'analyse sémantique et la génération de code
- Comprendre la théorie simplifiée des grammaires et des expressions rationnelles
- Utiliser un analyseur lexical et syntaxique existant

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Processeurs avancés – ISC_L311	48p	
Techniques de compilation – ISC_L312	48p	
Programmation concurrente 1 – ISC_L313	32p	

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	96	heures	(taux d'encadrement de 53%)
Travail autonome	84	heures	
Total	180	heures	équivalent à 6 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Ce module peut faire l'objet d'une remédiation.

Néanmoins, une note minimale de 2.5 est requise pour chaque cours du module afin de pouvoir valider ce dernier.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_L311	=	35%
ISC_L312	=	40%
ISC_L313	=	25%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admission HES

Unité d'enseignement : ISC_L311 - Processeurs

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Décrire l'architecture d'un microcontrôleur
- Programmer en assembleur (ARM)
- Programmer un microcontrôleur (en langage C) et utiliser plusieurs périphériques
- Connaître les principes de gestion et protection mémoire (DMA, MPU, caches)
- Connaître les bases de l'optimisation logicielle appliquée au matériel et disposer de notions pour programmer des systèmes embarqués en réduisant la consommation d'énergie
- Avoir des notions d'architecture de différents processeurs

Contenus

- Architecture d'un processeur (RISC, CISC, Von Neumann, Harvard)
- Langage Assembleur ARM Cortex-M3
- Structuration de la mémoire et principes de protection
- Consommation énergétique, optimisation et programmation « green »
- Mémoires caches, pipeline et DMA

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	27	heures	
Total	63	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Documentation technique ARM (Cortex-M3)
- Documentation technique NXP (LPC1769)
- Programmation en langage d'assemblage ARM Cortex TM-M3, MAHOUT Vincent

Unité d'enseignement : ISC_L312 - Techniques de compilation

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les techniques de base nécessaires à la compilation des langages de type II et III de Chomsky.
- Comprendre la théorie simplifiée des langages formels, des grammaires et des expressions rationnelles, ainsi que le processus de la compilation.
- Réaliser un petit compilateur avec les outils appropriés.
- Comprendre les mécanismes et problèmes posés par l'analyse sémantique et la génération de code.

Contenus

- Introduction à la compilation
- Langages formels - concepts de grammaires
- Langages réguliers, expressions rationnelles
- Méthodes de spécification des langages (eBNF)
- Analyse lexicale
- Analyse syntaxique (ascendante, descente récursive avec analyseur LL(k), analyse prédictive non récursive)
- Mise en œuvre d'un analyseur lexical et syntaxique (type Lex et Yacc)
- Analyse sémantique (traduction dirigée par la syntaxe)
- Etude simplifiée d'une machine virtuelle
- Réalisation d'un petit compilateur

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	36	heures	
Total	72	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- A. Aho, R. Sethi, J. Ullman, Compilateurs : principes, techniques et outils, InterEditions 1991.
- R. Wilhelm, D. Maurer, Les compilateurs : théorie, construction, génération, Masson 1994.
- J. Levine, T. Masson, D. Brown, lex & yacc, Edition O'Reilly International Thomson 1995.
- M. Gautier, Compilation des langages de programmation, ellipses, 2006.

Unité d'enseignement : ISC_L313 - Programmation concurrente 1

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Mettre en oeuvre les concepts, notions et pratiques, nécessaires à la conception et à la réalisation de programmes concurrents

Contenus

La programmation concurrente se distingue de la programmation séquentielle par le fait qu'elle met en œuvre simultanément plusieurs flots d'exécution, matérialisés par des threads ou des processus. Elle est plus ardue, car elle nécessite notamment de gérer les interactions complexes, inhérentes à des situations telles que :

- Compétition : les tâches sont en compétition (concurrency) pour l'accès à des ressources partagées ou critiques.
- Coopération : lorsque les tâches collaborent à la finalisation d'une action ou d'un échange.

Contrairement à la programmation séquentielle, où l'on observe un ordre total d'exécution des instructions, l'ordre d'exécution d'un programme concurrent est partiel. Car, cet ordre est influencé par divers facteurs dont la politique d'ordonnement du système, laquelle introduit du non déterminisme. La programmation concurrente s'impose notamment dans les systèmes d'exploitation modernes afin de tirer partie des architectures multi-cœurs et dans les systèmes embarqués en interaction continue avec leur environnement. Ce cours a pour but d'amener l'apprenant aux méthodes, concepts et pratiques permettant de réaliser des programmes concurrents, en utilisant le formalisme des Threads POSIX (Pthreads) :

- Introduction à la programmation concurrente
- Algorithmes et mécanismes d'exclusion mutuelle par attente active
- Mécanismes d'exclusion mutuelle par attente passive
- Mécanismes de synchronisation avec sémaphores, barrières de synchronisation et variables de condition
- Introduction à la programmation asynchrone

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	21	heures	
Total	45	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Remzi H. et Andrea C. Arpaci-Dusseau. Operating Systems : Three Easy Pieces. Arpaci-Dusseau Books, 2014.

-
- Richard H. Carver, Kuo-Chung Tai. Modern Multithreading. Wiley 2006
 - Thomas W. Doepfner. Operating Systems in Depth, Wiley, 2010.

ISC_L32 / sISC_L52 - Sécurité logicielle

2025 - 2026

Filière : Informatique et systèmes de communication

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_L32 (6 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S3 Responsable du module : **Mme Noria Foukia**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Maîtriser certains logiciels de protection des systèmes et des réseaux : sniffer, pare-feu, détection d'intrusion, reverse proxy
- Connaître la typologie des incidents de sécurité et des attaques réseaux
- Connaître certains protocoles de sécurité pour les applications liés à la protection des données et la gestion des utilisateurs
- Connaître les protocoles sécurisations de réseaux privés virtuels (VPN, IPSec)
- Mettre en place des mesures de sécurité applicatives
- Expliquer les principes et les spécificités des différents protocoles informatiques
- Comprendre les mécanismes de configurations dynamiques et de détermination de chemins IP
- Identifier les risques et conséquences liés à des configurations dynamiques

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Sécurité des réseaux par la pratique – ISC_L321	48p	
Sécurité applicative – ISC_L322	32p	
Réseaux et protocoles informatiques – ISC_L323	32p	

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	84	heures	(taux d'encadrement de 47%)
Travail autonome	96	heures	
Total	180	heures	équivalent à 6 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_L321 = 40%

ISC_L322 = 30%

ISC_L323 = 30%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admissions HES

Unité d'enseignement : ISC_L321 - Sécurité des réseaux par la pratique

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Expliquer les principes et les spécificités des différents protocoles informatiques
- Comprendre les mécanismes de configurations dynamiques et identifier les risques en terme de sécurité
- Maitriser les différentes techniques et outils de scan et filtrage sécuritaire du réseau
- Connaître la typologie des incidents de sécurité et des attaques réseaux
- Connaître certains protocoles de sécurité pour les réseaux locaux, l'Internet et les réseaux privés virtuels
- Livrer des binaires/scripts protégés contre des modifications
- Comprendre, reconnaître et protéger une application web contre les attaques les plus courantes
- Protéger une application (web)
- Savoir protéger des secrets (clés, mots de passe, certificats, ...)

Contenus

- Typologie des attaques réseaux et des solutions existantes
- Scan, filtrage, pare-feu
- Certificat et autorité de certification
- SSL, DNS
- Réseaux privés virtuels
- IPsec
- Détection d'intrusion
- Sécurité réseaux virtuels (VLAN)
- Sécurité réseaux sans fil (WIFI)

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	36	heures	
Total	72	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Aucune

Unité d'enseignement : ISC_L322 - Sécurité applicative

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Sécuriser les données transmises par une application en mettant en place les outils nécessaires
- Comprendre, reconnaître et protéger une application web contre les attaques les plus courantes
- Coder un mécanisme de license
- Protéger une application (mobile, desktop) contre les attaques par proxy (par exemple avec du certificate pinning)
- Savoir protéger des secrets (clés, mots de passe, certificats ...)

Contenus

- Sécurité des communications applicatives
- Signature de code
- Gestion des utilisateurs et leurs mots de passe
- Gestion des secrets

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	30	heures	
Total	54	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre.
Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Aucune

Unité d'enseignement : ISC_L323 - Réseaux et protocoles informatiques

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Expliquer quelques protocoles réseaux dynamiques classiques (par exemple DHCP/BOOTP/STP)
- Evaluer les risques en terme de sécurité, liés aux protocoles réseaux dynamiques classiques.
- Mettre en place des services de configuration dynamique dans un réseau
- Mettre en œuvre ou mitiger des attaques de sécurité sur un réseau local.
- Obtenir l'attestation CISCO du module 2 du CCNA

Contenus

- Switching Ethernet et sécurité.
- Protocole DHCP/BOOTP et protocole DNS.
- Protocoles et mécanismes réseaux dynamiques tels que STP, DHCP ou DNS, Mac learning.
- Attaques et mitigations sur les protocoles STP, DHCP.
- Port Security et Mac Learning.
- Attaques et mitigations réseau sur les VLAN.
- Etudes des aspects sécurités (physique, logique et applicatif) des infrastructures.

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	30	heures	
Total	54	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- TCP/IP règles et protocoles par W.R. Stevens
- Support de cours Netacad.com CISCO

ISC_S31 / sISC_S51 - Processeurs et communication

2025 - 2026

Filière : Informatique et systèmes de communication

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_S31 (7 ECTS)

Type de formation	<input checked="" type="checkbox"/>	Bachelor	<input type="checkbox"/>	Master	
Type de module	<input checked="" type="checkbox"/>	Obligatoire	<input type="checkbox"/>	A choix	<input type="checkbox"/> Additionnel
Niveau du module	<input type="checkbox"/>	Niveau basique	<input checked="" type="checkbox"/>	Niveau intermédiaire	
	<input type="checkbox"/>	Niveau avancé	<input type="checkbox"/>	Niveau spécialisé	

Langue : Français Semestre de référence : S3 Responsable du module : **M. Noria Foukia**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Décrire l'architecture d'un microcontrôleur
- Connaître des notions d'assembleur
- Programmer un microcontrôleur en langage C
- Connaître les principes de gestion et protection mémoire
- Mettre en oeuvre les concepts, notions et pratiques, nécessaires à la conception et à la réalisation de programmes concurrents
- Comprendre les réseaux, notamment sans fil et IoT, et leur architecture
- Maîtriser l'étude et le dimensionnement des réseaux sans fil et IoT
- Connaître les exigences de sécurité posées par l'IoT

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Processeurs – ISC_S311	48p	
Réseaux sans fils & IoT – ISC_S312	32p	
Programmation concurrente 1 – ISC_S313	32p	

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	84	heures	(taux d'encadrement de 40%)
Travail autonome	126	heures	
Total	210	heures	équivalent à 7 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce module peut faire l'objet d'une remédiation.

La note minimale requise de chaque cours est de 2.5 pour pouvoir valider le module.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_S321	=	40%
ISC_S322	=	30%
ISC_S323	=	30%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admission HES

Unité d'enseignement : ISC_S311 - Processeurs

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Décrire l'architecture d'un microcontrôleur
- Programmer en assembleur (ARM)
- Programmer un microcontrôleur (en langage C) et utiliser plusieurs périphériques
- Connaître les principes de gestion et protection mémoire (DMA, MPU, caches)
- Connaître les bases de l'optimisation logicielle appliquée au matériel et disposer de notions pour programmer des systèmes embarqués en réduisant la consommation d'énergie
- Avoir des notions d'architecture de différents processeurs

Contenus

- Architecture d'un processeur (RISC, CISC, Von Neumann, Harvard)
- Langage Assembleur ARM Cortex-M3
- Structuration de la mémoire et principes de protection
- Consommation énergétique, optimisation et programmation « green »
- Mémoires caches, pipeline et DMA

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	27	heures	
Total	63	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Documentation technique ARM (Cortex-M3)
- Documentation technique NXP (LPC1769)
- Programmation en langage d'assemblage ARM Cortex TM-M3, MAHOUT Vincent

Unité d'enseignement : ISC_S312 - Réseaux sans fils & IoT

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Évaluer le potentiel d'utilisation de l'internet des objets (IoT)
- Comprendre les réseaux sans fil et IoT
- Maitriser l'étude et le dimensionnement des réseaux sans fil et IoT
- Évaluer l'influence de l'IoT sur l'architecture
- Maitriser le choix et la validation d'un protocole IoT et en connaître les limites
- Connaître les exigences de sécurité posées par l'IoT

Contenus

- Introduction aux réseaux sans fil et IoT
- Réseaux étendus WWAN
- Réseaux métropolitains WMAN
- Réseaux locaux WLAN
- Réseaux personnels WPAN
- Sécurité dans les réseaux sans fil
- Applications (villes intelligentes, santé, agricultur, industrie 4.0, ...)

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	39	heures	
Total	63	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Hakima Chaouchi, Guy Pujolle, "Réseaux sans fil émergents", Hermes.
- WIRELESS NETWORKS 1st edition 2017, Jordi Salazar, Czech Technical University of Prague Faculty of electrical engineering, 978-80-01-06197-8

Unité d'enseignement : ISC_S313 - Programmation concurrente 1

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Mettre en oeuvre les concepts, notions et pratiques, nécessaires à la conception et à la réalisation de programmes concurrents

Contenus

La programmation concurrente se distingue de la programmation séquentielle par le fait qu'elle met en œuvre simultanément plusieurs flots d'exécution, matérialisés par des threads ou des processus. Elle est plus ardue, car elle nécessite notamment de gérer les interactions complexes, inhérentes à des situations telles que :

- Compétition : les tâches sont en compétition (concurrence) pour l'accès à des ressources partagées ou critiques.
- Coopération : lorsque les tâches collaborent à la finalisation d'une action ou d'un échange.

Contrairement à la programmation séquentielle, où l'on observe un ordre total d'exécution des instructions, l'ordre d'exécution d'un programme concurrent est partiel. Car, cet ordre est influencé par divers facteurs dont la politique d'ordonnancement du système, laquelle introduit du non déterminisme. La programmation concurrente s'impose notamment dans les systèmes d'exploitation modernes afin de tirer partie des architectures multi-cœurs et dans les systèmes embarqués en interaction continue avec leur environnement. Ce cours a pour but d'amener l'apprenant aux méthodes, concepts et pratiques permettant de réaliser des programmes concurrents, en utilisant le formalisme des Threads POSIX (Pthreads) :

- Introduction à la programmation concurrente
- Algorithmes et mécanismes d'exclusion mutuelle par attente active
- Mécanismes d'exclusion mutuelle par attente passive
- Mécanismes de synchronisation avec sémaphores, barrières de synchronisation et variables de condition

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	12	heures	
Total	36	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Remzi H. et Andrea C. Arpaci-Dusseau. Operating Systems : Three Easy Pieces. Arpaci-Dusseau Books, 2014.
- Richard H. Carver, Kuo-Chung Tai. Modern Multithreading. Wiley 2006

-
- Thomas W. Doeppner. Operating Systems in Depth, Wiley, 2010.

ISC_S32 / sISC_S52 - Réseaux et sécurité

2025 - 2026

Filière : Informatique et systèmes de communication

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_S32 (6 ECTS)

Type de formation	<input checked="" type="checkbox"/>	Bachelor	<input type="checkbox"/>	Master	
Type de module	<input checked="" type="checkbox"/>	Obligatoire	<input type="checkbox"/>	A choix	<input type="checkbox"/> Additionnel
Niveau du module	<input type="checkbox"/>	Niveau basique	<input checked="" type="checkbox"/>	Niveau intermédiaire	
	<input type="checkbox"/>	Niveau avancé	<input type="checkbox"/>	Niveau spécialisé	

Langue : Français Semestre de référence : S3 Responsable du module : **Mme Noria Foukia**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Maîtriser certains logiciels de protection des systèmes et des réseaux : sniffer, pare-feu, détection d'intrusion, reverse proxy
- Connaître la typologie des incidents de sécurité et des attaques réseaux
- Connaître certains protocoles de sécurité pour les applications liés à la protection des données et la gestion des utilisateurs
- Connaître les protocoles sécurisations de réseaux privés virtuels (VPN, IPSec)
- Mettre en place des mesures de sécurité applicatives
- Expliquer les principes et les spécificités des différents protocoles informatiques
- Comprendre les mécanismes de configurations dynamiques et de détermination de chemins IP
- Identifier les risques et conséquences liés à des configurations dynamiques

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Sécurité des réseaux par la pratique – ISC_S321	48p	
Sécurité des applications – ISC_S322	32p	
Réseaux et protocoles informatiques – ISC_S323	32p	

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	84	heures	(taux d'encadrement de 47%)
Travail autonome	96	heures	
Total	180	heures	équivalent à 6 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_L321	=	40%
ISC_L322	=	30%
ISC_L323	=	30%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admissions HES

Unité d'enseignement : ISC_S321 - Sécurité des réseaux par la pratique

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Expliquer les principes et les spécificités des différents protocoles informatiques
- Comprendre les mécanismes de configurations dynamiques et identifier les risques en terme de sécurité
- Maîtriser les différentes techniques et outils de scan et filtrage sécuritaire du réseau
- Connaître la typologie des incidents de sécurité et des attaques réseaux
- Connaître certains protocoles de sécurité pour les réseaux locaux, l'Internet et les réseaux privés virtuels
- Livrer des binaires/scripts protégés contre des modifications
- Comprendre, reconnaître et protéger une application web contre les attaques les plus courantes
- Protéger une application (web)
- Savoir protéger des secrets (clés, mots de passe, certificats, ...)

Contenus

- Typologie des attaques réseaux et des solutions existantes
- Scan, filtrage, pare-feu
- Certificat et autorité de certification
- SSL, DNS
- Réseaux privés virtuels
- IPsec
- Détection d'intrusion
- Sécurité réseaux virtuels (VLAN)
- Sécurité réseaux sans fil (WIFI)

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	36	heures	
Total	72	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Aucune

Unité d'enseignement : ISC_S322 - Sécurité des applications

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Sécuriser les données transmises par une application en mettant en place les outils nécessaires
- Comprendre, reconnaître et protéger une application web contre les attaques les plus courantes
- Coder un mécanisme de license
- Protéger une application (mobile, desktop) contre les attaques par proxy (par exemple avec du certificate pinning)
- Savoir protéger des secrets (clés, mots de passe, certificats ...)

Contenus

- Sécurité des communications applicatives
- Signature de code
- Gestion des utilisateurs et leurs mots de passe
- Gestion des secrets

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	30	heures	
Total	54	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Aucune

Unité d'enseignement : ISC_S323 - Réseaux et protocoles informatiques

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Expliquer quelques protocoles réseaux dynamiques classiques (par exemple DHCP/BOOTP/STP)
- Evaluer les risques en terme de sécurité, liés aux protocoles réseaux dynamiques classiques.
- Mettre en place des services de configuration dynamique dans un réseau
- Mettre en œuvre ou mitiger des attaques de sécurité sur un réseau local.
- Obtenir l'attestation CISCO du module 2 du CCNA

Contenus

- Switching Ethernet et sécurité.
- Protocole DHCP/BOOTP et protocole DNS.
- Protocoles et mécanismes réseaux dynamiques tels que STP, DHCP ou DNS, Mac learning.
- Attaques et mitigations sur les protocoles STP, DHCP.
- Port Security et Mac Learning.
- Attaques et mitigations réseau sur les VLAN.
- Etudes des aspects sécurités (physique, logique et applicatif) des infrastructures.

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	30	heures	
Total	54	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- TCP/IP règles et protocoles par W.R. Stevens
- Support de cours Netacad.com CISCO

ISC_41 / sISC_61 - Humanités 3

2025 - 2026

Filière : Informatique et systèmes de communication

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_41 (2 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S4 Responsable du module : **M. Thomas Perrot**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Maîtriser les principaux concepts et tendances de l'économie du numérique et mener une recherche documentée sur un marché du numérique
- Appréhender les manières complexes dont les technologies numériques s'insèrent dans les rapports sociaux (classes, genre et sexualité, âges et générations, race, maladie et handicap)
- Mieux maîtriser les outils de collecte, de gestion et de présentation de l'information
- Mieux maîtriser les techniques de présentation orale avec diaporama et de présentation vidéo
- Comprendre les bases d'une planification de projet
- Comprendre les aspects de base pour le suivi et le pilotage d'un projet
- S'initier aux différentes techniques de gestion de projet

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
TI & Société 2 – ISC_411		16p
Gestion de projet 2 – ISC_412		16p

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(taux d'encadrement de 40%)
Travail autonome	36	heures	
Total	60	heures	équivalent à 2 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_411 = 50%

ISC_412 = 50%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admissions HES

Unité d'enseignement : ISC_411 - TI & Société 2

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Maîtriser les principaux concepts et tendances de l'économie du numérique et mener une recherche documentée sur un marché du numérique
- Appréhender les manières complexes dont les technologies numériques s'insèrent dans les rapports sociaux (classes, genre et sexualité, âges et générations, race, maladie et handicap)
- Mieux maîtriser les outils de collecte, de gestion et de présentation de l'information
- Mieux maîtriser les techniques de présentation orale avec diaporama et de présentation vidéo

Contenus

Ce cours est conçu comme une introduction aux manières complexes dont les technologies numériques s'insèrent dans les rapports sociaux (classes, genre et sexualité, âges et générations, race, maladie et handicap). Ici, les étudiant.e.s produiront un travail documenté sur une des dimensions qui les intéresse et présenteront leurs résultats sous la forme d'une vidéo de quelques minutes.

Répartition horaire

Enseignement	12	heures	(16 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	18	heures	
Total	30	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- BIHR, Alain, 2012. Les rapports sociaux de classes, Lausanne : Editions Page deux.
- BIHR, Alain et PFEFFERKORN, Roland, 2014. Dictionnaire des inégalités. Paris : Armand Colin.
- CARDON, Dominique, 2019. Chapitre 5 : L'économie des plateformes. In Culture numérique, Paris : Presses de SciencePo, p. 291-350.
- DORLIN, Elsa, 2009. Sexe, race et classe. Pour une épistémologie de la domination, Paris : Presses universitaires de France.
- CURIEN, Nicolas, 2005. Économie des réseaux. Paris : La Découverte.
- ÉLIE, François, 2009. Économie du logiciel libre. Paris : Eyrolles.
- FASSA, Farinaz, LEPINARD, Eléonore et ROCA i ESCODA, Marta, 2016. L'intersectionnalité : enjeux théoriques et politiques, Paris : La Dispute.

-
- GUIBERT, G r me, REBILLARD, Franck et ROCHELANDET, Fabrice, 2016. Médias, culture et numérique : approches socioéconomiques. Paris : Armand Colin.
 - HORN, François, 2004. L' conomie des logiciels. Paris : La Découverte.
 - MAUGER, Gérard, 2015.  ges et générations, Paris : La Découverte.
 - MUSSO, Pierre, 2008. Les télécommunications. Paris : La Découverte.
 - PFEFFERKORN, Roland, 2012. Genre et rapports sociaux de sexe, Lausanne : Editions Page deux.
 - SRNICEK, Nick, 2018. Capitalisme de plateforme. L'hégémonie de l'économie numérique. Montréal : Lux.
 - ZUBOFF, Shoshana, 2019. The Age of Surveillance Capitalism. Londres : Profile Books.

Unité d'enseignement : ISC_412 - Gestion de projet 2

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Comprendre les bases d'une planification de projet
- Comprendre les aspects de base pour le suivi et le pilotage d'un projet
- S'initier aux différentes techniques de gestion de projet

Contenus

Les points essentiels traités dans ce cours sont :

- Les techniques de découpage de projet
- Les techniques d'ordonnement
- Les techniques d'estimation des coûts
- Les techniques de suivi et de pilotage
- La gestion des risques
- La gestion de la qualité

Répartition horaire

Enseignement	12	heures	(16 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	18	heures	
Total	30	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Ian Sommerville, 2018, Software Engineering, 10th edition, Pearson
- Roger Aïm, L'essentiel de la gestion de projet, 11e édition (juillet 2017), Gualino Editions

ISC_42 / sISC_25 - Sciences en ISC 3

2025 - 2026

Filière : Informatique et systèmes de communication

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_42 (6 ECTS)

Type de formation	<input checked="" type="checkbox"/> Bachelor	<input type="checkbox"/> Master
Type de module	<input checked="" type="checkbox"/> Obligatoire	<input type="checkbox"/> A choix <input type="checkbox"/> Additionnel
Niveau du module	<input type="checkbox"/> Niveau basique	<input checked="" type="checkbox"/> Niveau intermédiaire
	<input type="checkbox"/> Niveau avancé	<input type="checkbox"/> Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S4 Responsable du module : **M. Orestis Malaspinas**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Expliquer et appliquer certains concepts de statistiques adaptés aux traitement de données
- Appliquer les diverses approximations de fonctions par des polynômes et en expliquer les principes.
- Comprendre et savoir appliquer les méthodes de base du traitement et de l'analyse automatique d'images
- Implémenter des algorithmes de vision numérique
- Comprendre le contexte d'application du Machine Learning
- Résoudre des problèmes pratiques de classification/régression de données
- Connaître les principes de l'apprentissage supervisé et non-supervisé

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Mathématiques en technologies de l'information 4 – ISC_421		32p
Vision numérique – ISC_422		48p
Introduction à l'IA – ISC_423		32p

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	84	heures	(taux d'encadrement de 47%)
Travail autonome	96	heures	
Total	180	heures	équivalent à 6 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_421	=	30%
ISC_422	=	40%
ISC_423	=	30%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admissions HES

Unité d'enseignement : ISC_421 - Mathématiques en Technologies de l'information 4

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Expliquer et appliquer des notions de statistiques (corrélations, tests, entre autres) à des problèmes théoriques et pratiques.
- Appliquer les diverses approximations de fonctions par des polynômes et en expliquer les principes.

Contenus

- Statistique (tests, corrélations, régressions)
- Approximation de fonctions par des polynômes (Taylor, Lagrange, Chebychev).

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	30	heures	
Total	54	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au fur et à mesure du cours.

Références bibliographiques

- A compléter
- H. Stöcker, "Toutes les mathématiques et les bases de l'informatique", *Coll. Sciences Sup*, Ed, Dunod 2002

Unité d'enseignement : ISC_422 - Vision numérique

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Comprendre les méthodes de base du traitement et de l'analyse automatique d'images ou de vidéos.
- Appliquer ces méthodes pour résoudre des problèmes concrets en vision numérique.
- Implémenter des algorithmes de vision en Python (Numpy, PIL ou OpenCV).

Contenus

Théorie-Exercices

- Transformation d'intensité.
- Filtrage dans le domaine spatial.
- Traitement morphologique sur images binaires ou en niveaux de gris.
- Localisation d'objets par corrélation.
- Segmentation de séquences vidéo.

Laboratoires

- Classification par réseaux de neurones.
- Détection de formes par la transformée de Hough.
- Détection de visages avec la méthode de Viola et Jones.

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	36	heures	
Total	72	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Mordvintsev A., Abid K., *OpenCV-Python Tutorials*
https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_tutorials.html (consulté le 02.05.2020).
- Rosebrock A., *pyimagesearch Tutorials*
<https://www.pyimagesearch.com/category/tutorials/> (consulté le 02.05.2020).

-
- Gonzalez R. C., Woods R. E., Eddins S. L., *Digital Image Processing using Matlab*, 3rd Edition, Gatesmark Publishing, 2020.

Unité d'enseignement : ISC_423 - Introduction à l'IA

Objectifs d'apprentissage

- Comprendre le contexte d'application du Machine Learning
- Résoudre des problèmes pratiques de classification/régression de données
- Connaître les principes de l'apprentissage supervisé et non-supervisé

Contenus

- Introduction à la fouille des données (« Data Mining »)
- Mesure de performance des modèles
- Distances et Clustering
- Introduction à l'apprentissage supervisé

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	30	heures	
Total	54	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- À venir

ISC_43 / sISC_26 - Systèmes informatiques 2

2025 - 2026

Filière : Informatique et systèmes de communication

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_43 (5 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S4 Responsable du module : **M. Stéphane Malandain**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Concevoir et réaliser différents modèles de bases de données
- Mettre en oeuvre une base de données
- Maîtriser le langage SQL pour la gestion et la manipulation d'une base de données
- Comprendre les concepts, l'utilisation, les mécanismes clés et les technologies liés à la virtualisation
- Déployer et gérer des machines virtuelles et des containers

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Systèmes de gestion de bases de données – ISC_431		48p
Virtualisation des systèmes informatiques – ISC_432		32p

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement 60 heures (taux d'encadrement de 40%)
 Travail autonome 90 heures
 Total 150 heures équivalent à 5 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_431 = 60%

ISC_432 = 40%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admission HES

Unité d'enseignement : ISC_431 - Systèmes de bases de données

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Concevoir et réaliser différents modèles de bases de données (conceptuel, logique et physique)
- Mettre en oeuvre une base de données et l'intégrer dans une application nécessitant une persistance
- Maîtriser le langage SQL pour la gestion et la manipulation d'une base de données
- Comprendre l'intérêt d'une base de données dénormalisées (NoSQL) et réaliser son modèle logique

Contenus

- Etude du modèle conceptuel (modèle entité-association)
- Etude du modèle logique (modèle relationnel)
- Approfondissement de concepts avancés de modélisation (spécialisation, généralisation, associations ternaires...)
- Mettre en place une stratégie de cohérence des données en appliquant des contraintes d'intégrités référentielles
- Langage SQL pour la gestion et la manipulation
- Fonctionnalités avancées du langage tel que : les transactions, les déclencheurs, les procédures stockées...

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	54	heures	
Total	90	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Base de données et modèle de calcul, 4e édition 2005, Jean-Luc Hainaut, Dunod
- Database Modeling & Design, 4e édition 2006, Toby Teorey et al., Elsevier
- Fundamentals of Database Systems, 6e édition 2011, Ramez Elmasri and Shamkant B. Navathe, Addison-Wesley
- NoSQL For Mere Mortals, 2015, Dan Sullivan, Addison-Wesley
- Base de données, 4e édition 2018, Jean-Luc Hainaut, Dunod

Unité d'enseignement : ISC_432 - Virtualisation des systèmes informatiques

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Comprendre les concepts de virtualisation et technologies associées ainsi que leurs utilisations
- Comprendre les mécanismes clés d'un hyperviseur
- Comprendre les mécanismes clés des containers
- Déployer et gérer des machines virtuelles et des containers

Contenus

- Concepts liés à la virtualisation
- Virtualisation de plateforme
- Implémentation d'un hyperviseur basique avec KVM
- Virtualisation de stockage
- Virtualisation de systèmes d'exploitation avec les containers
- Capabilities, namespaces et cgroups

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	36	heures	
Total	60	heures	de travail pour ce cours

\end{tabularx}

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- À venir

ISC_44 / sISC_52 - Projet d'intégration 2**2025 - 2026****Filière : Informatique et systèmes de communication**

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_44 (2 ECTS)

Type de formation	<input checked="" type="checkbox"/>	Bachelor	<input type="checkbox"/>	Master	
Type de module	<input checked="" type="checkbox"/>	Obligatoire	<input type="checkbox"/>	A choix	<input type="checkbox"/> Additionnel
Niveau du module	<input checked="" type="checkbox"/>	Niveau basique	<input type="checkbox"/>	Niveau intermédiaire	
	<input type="checkbox"/>	Niveau avancé	<input type="checkbox"/>	Niveau spécialisé	

Langue : Français Semestre de référence : S3 Responsable du module : **M. Paul Albuquerque**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Traiter un projet de la conception à sa réalisation dans le cadre d'un travail en petit groupe
- Mettre en évidence ses compétences par la présentation orale et par les réponses aux questions des professeurs
- Développer les compétences dans le domaine du travail en équipe et de la gestion de projet
- Réaliser une application pratique en informatique mettant en œuvre les connaissances acquises pendant l'année

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Université d'été – ISC_441		60p

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	45 heures	(taux d'encadrement de 75%)
Travail autonome	15 heures	
Total	60 heures	équivalent à 2 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

$$\text{ISC}_{341} = 100\%$$

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admissions HES

Unité d'enseignement : ISC_441 - Université d'été

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Trouver par lui-même les informations permettant de résoudre son problème.
- Acquérir les connaissances complémentaires pour résoudre son problème.
- Lire et comprendre des documents techniques d'informatique.
- Présenter son travail par écrit et oralement.

Contenus

Le contenu spécifique est changé chaque année. Travail par groupe de 2 ou 3 étudiants.

Répartition horaire

Enseignement	45	heures	(60 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	15	heures	
Total	60	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

Variabes selon les thèmes traités, recherche personnelle sur Internet

ISC_E41 / sISC_E61 - Systèmes temps-réel**2025 - 2026****Filière : Informatique et systèmes de communication**

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_E41 (6 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S4 Responsable du module : **M. Vincent Pilloux**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Comprendre, analyser et maîtriser les enjeux de la notion de « temps réel » en programmation
- Programmer un système embarqué de façon à tenir compte des contraintes temps-réel, qu'elles proviennent du matériel connecté, d'un traitement de signal numérique à effectuer ou simplement de l'énoncé d'un problème

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Programmation temps-réel – ISC_E411		48p
Traitement des signaux en temps réel – ISC_E412		32p
Traitement Programmation concurrente 2 – ISC_E413		32p

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement 84 heures (taux d'encadrement de 47%)
 Travail autonome 96 heures
 Total 180 heures équivalent à 6 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_E411	=	35%
ISC_E412	=	35%
ISC_E413	=	30%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admission HES

Unité d'enseignement : ISC_E411 - Programmation temps-réel

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Mettre en œuvre les concepts, notions et pratiques, nécessaires à la conception et à la réalisation d'applications logicielles embarquées et temps réel.

Contenus

- Etude des contraintes liées à un système temps réel
- Introduction théorique des ordonnanceurs temps réel (RTOS) et de leurs politiques d'ordonnement
- Programmation d'un système embarqué avec des contraintes temps réel et des ressources limitées avec et sans RTOS (programmation C sur microcontrôleur LPC1769 de NXP avec sa carte d'évaluation et d'extension)
- Vérification pratique des contraintes de temps d'un système

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	27	heures	
Total	63	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- L. Zaffalon, P. Breguet. Programmation concurrente et temps réel avec Ada 95. PPUR, 2003.
- F. Cottet, J. Delacroix, C. Kaiser, Z. Mammeri. Ordonnement temps réel. Cours et exercices corrigés. Wiley, 2002.
- Using the FreeRTOS real time kernel, R. Barry.
- Systèmes temps réel, I. Puaut.
- Real time systems, James W. S. Liu.
- Real time systems, scheduling, analysis and verification, Albert M.K. Cheng.
- Optimal priority assignment and feasibility of static priority tasks with arbitrary start times, N. C. Audsley.

Unité d'enseignement : ISC_412 - Traitement des signaux en temps-réel

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Appréhender les difficultés de l'acquisition et de traitement des signaux en temps réel
- Comprendre et appliquer des algorithmes de traitement numérique des signaux en temps réel sur un système embarqué en passant par toutes les étapes de développement, à savoir :
 - La compréhension des algorithmes
 - La modélisation des algorithmes
 - Le codage (C) des algorithmes
 - L'optimisation de ceux-ci si nécessaire
 - La vérification de leur fonctionnement en temps réel

Contenus

- Rappel théorique et application pratique de la transformée de Fourier discrète
- Rappel théorique de la transformée en Z et application de filtres numériques
- Application complète de petits systèmes numériques (exemples : égaliseur, détecteur de chocs, modulateur/démodulateur,...)

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	39	heures	
Total	63	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Théorie et traitement des signaux, Frédérick de Coulomb.
- Traitement numérique des signaux, Murat Kunt.

Unité d'enseignement : ISC_413 - Programmation concurrente 2

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Mettre en oeuvre les concepts, notions et pratiques, nécessaires à la conception et à la réalisation de programmes concurrents

Contenus

La programmation concurrente se distingue de la programmation séquentielle par le fait qu'elle met en œuvre simultanément plusieurs flots d'exécution, matérialisés par des threads ou des processus. Elle est plus ardue, car elle nécessite notamment de gérer les interactions complexes, inhérentes à des situations telles que :

- Compétition : les tâches sont en compétition (concurrency) pour l'accès à des ressources partagées ou critiques.
- Coopération : lorsque les tâches collaborent à la finalisation d'une action ou d'un échange.

Contrairement à la programmation séquentielle, où l'on observe un ordre total d'exécution des instructions, l'ordre d'exécution d'un programme concurrent est partiel. Car, cet ordre est influencé par divers facteurs dont la politique d'ordonnement du système, laquelle introduit du non déterminisme. La programmation concurrente s'impose notamment dans les systèmes d'exploitation modernes afin de tirer partie des architectures multi-cœurs et dans les systèmes embarqués en interaction continue avec leur environnement. Ce cours a pour but d'amener l'apprenant aux méthodes, concepts et pratiques permettant de réaliser des programmes concurrents, en utilisant le formalisme des Threads POSIX (Pthreads) :

- Introduction à la programmation concurrente
- Algorithmes et mécanismes d'exclusion mutuelle par attente active
- Mécanismes d'exclusion mutuelle par attente passive
- Mécanismes de synchronisation avec sémaphores, barrières de synchronisation et variables de condition
- Introduction à la programmation asynchrone

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	30	heures	
Total	54	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Remzi H. et Andrea C. Arpaci-Dusseau. Operating Systems : Three Easy Pieces. Arpaci-Dusseau Books, 2014.

-
- Richard H. Carver, Kuo-Chung Tai. Modern Multithreading. Wiley 2006
 - Thomas W. Doepfner. Operating Systems in Depth, Wiley, 2010.

ISC_E42 / sISC_E62 - Microcontrôleurs et électronique

2025 - 2026

Filière : Informatique et systèmes de communication

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Les outils d'aide IA de type LLM sont interdit durant tout le module. Des exceptions peuvent être faite ponctuellement et sont communiquées par les enseignants.

Informations module ISC_E42 (7 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S4 Responsable du module : **M. Fabien Vannel**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Analyser un système électronique analogique
- Interfacer un système électronique avec un microcontrôleur
- Proposer des solutions à base de microcontrôleurs pour des systèmes embarqués
- Programmer en langage C un microcontrôleur, les interfaces programmables associées et communiquer avec des périphériques externes

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Electronique – ISC_E421		64p
Microcontrôleurs et périphériques – ISC_E422		64p

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	96	heures	(taux d'encadrement de 46%)
Travail autonome	114	heures	
Total	210	heures	équivalent à 7 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_E421 = 50%

ISC_E422 = 50%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admission HES

Unité d'enseignement : ISC_E421 - Electronique

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Analyser un circuit électronique analogique simple
- Choisir et dimensionner les composants électroniques pour une application donnée
- Mettre en œuvre des interfaces avec des composants numériques
- Comprendre les notions de base liées à la basse consommation d'énergie des systèmes électroniques

Contenus

- Amplificateurs opérationnels et générateurs d'horloge
- Diodes, transistor MOS et exemples d'applications
- Gestion d'alimentation dans les systèmes électroniques à basse consommation
- circuits d'interface entre les grandeurs physiques et le système de traitement de l'information ou entre les différents modules constitutifs

Répartition horaire

Enseignement	48	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	57	heures	
Total	105	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Notes de cours
- Introduction aux circuits intégrés numériques : du transistor au microprocesseur : cours et exercices, Ahmed Riadh Baba-Ali
- Introduction à l'électronique analogique, Sylvain Clément, éditions Dunod, 2000

Unité d'enseignement : ISC_E422 - Microcontrôleurs et périphériques

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Développer une application à base de microcontrôleur
- Savoir les mécanismes de mise à jour des firmwares
- Connaître les différentes interfaces proposées par les microcontrôleurs et savoir en mettre en œuvre plusieurs d'entre elles
- Architecturer correctement un logiciel embarqué.
- Proposer une méthodologie de travail pour la gestion d'un projet en C

Contenus

- Les interfaces de communications (UART, I2C, SPI, CAN bus, USB,...)
- Interfaces programmables spécifiques
- Périphériques externes spécifiques (écran LCD, carte SD, accéléromètres,...)
- Les bootloaders
- Les environnements de programmation dédiés au microcontrôleur ARM
- Pratique de codage dédiés aux microcontrôleurs
- Divers laboratoires pratiques

Répartition horaire

Enseignement	48	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	57	heures	
Total	105	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Documentation technique NXP LPC1769
- Fundamentals of embedded software with the ARM® Cortex-M3, Daniel W. Lewis
- Microcontroller programming : an introduction, Syed R. Rizvi

ISC_E43 / sISC_E63 - Ateliers en systèmes embarqués

2025 - 2026

Filière : Informatique et systèmes de communication

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_E43 (2 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S4 Responsable du module : **M. Fabien Vannel**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Analyser un cahier des charges de (mini)projet
- Réaliser un schéma bloc du matériel à mettre en oeuvre au niveau :
 - global de l'ensemble du système
 - d'une carte à utiliser/développer
 - d'un microcontrôleur et des interfaces à ajouter
- Réaliser une analyse du logiciel à développer dans le cas d'une application pratique
- Utiliser un système d'exploitation embarqué pour développer le logiciel du projet

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Ateliers en systèmes embarqués – ISC_E431		48p

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(taux d'encadrement de 60%)
Travail autonome	24	heures	
Total	60	heures	équivalent à 2 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

$$\text{ISC_E431} = 100\%$$

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admission HES

Unité d'enseignement : ISC_E431 - Ateliers en systèmes embarqués

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Réaliser des schémas blocs du système à développer
- Réaliser une analyse du logiciel à développer
- Réaliser des interfaces électroniques à rajouter sur une carte de développement de base
- Réaliser le logiciel permettant de contrôler le système développé
- Debugger le matériel et le logiciel à l'aides des outils appropriés, debugueur, analyseur logique, oscilloscope et autres
- Réaliser une application de démonstration

Contenus

- Cours intégré avec le laboratoire pratique. Les étudiants auront au préalable acquis des connaissances et compétences de base lors des 3 premiers semestre et les mettront en pratique dans ce projet d'orientation.
- Du matériel mis au point au Laboratoire de Système Numérique. Une maquette de train contrôlée par un système embarqué permet de varier les expériences pour chaque étudiant ou groupe de 2 étudiants.
- Le travail est réparti entre plusieurs étudiants et ils doivent se coordonner pour réaliser une application particulière.
- Les différents choix des projets et l'évolution des complexités sont déterminées par l'enseignant.

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	24	heures	
Total	60	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Aucune

ISC_L41 / sISC_L61 - Algorithmie avancée

2025 - 2026

Filière : Informatique et systèmes de communication

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_L41 (6 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S4 Responsable du module : **M. Yassin Rekik**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Mettre en oeuvre des algorithmes tels que des algorithmes de graphes, de recherche de motifs, de classification ou d'optimisation sur de petites applications complètes
- Comprendre les différents modèles géométriques pour l'infographie 3D
- Mettre en oeuvre les concepts, notions et pratiques, nécessaires en programmation concurrente

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Algorithmes avancés – ISC_L411		48p
Géométrie algorithmique – ISC_L412		32p
Programmation concurrente 2 – ISC_L413		32p

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement 84 heures (taux d'encadrement de 47%)
 Travail autonome 96 heures
 Total 180 heures équivalent à 6 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_L411	=	40%
ISC_L412	=	30%
ISC_L413	=	30%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admissions HES

Unité d'enseignement : ISC_L411 - Algorithmes avancés

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Comprendre l'importance de la notion de complexité
- Comprendre les approches pour accomplir une recherche de sous-chaîne de caractères
- Modéliser et résoudre des problèmes à l'aide de graphes et/ou réseaux
- Analyser, identifier et résoudre un problème d'optimisation en utilisant la programmation dynamique

Contenus

- Rappel sur les arbres binaires : opérations de base et notion de complexité
- Algorithmes de recherche de sous-chaîne de caractères, naïf, Rabin-Karp et Knuth-Morris-Pratt
- Algorithme de flot-maximum, problème de flot, de coupe minimale, et de couplage
- Programmation dynamique, exemple, modélisation et identification des sous-structures optimales
- Le tas binaire maximum : maintien de propriété, tri par tas, et exemple détaillé d'analyse de complexité

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	36	heures	
Total	72	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein : Introduction to Algorithms, 3rd Edition (The MIT Press), 2009

Unité d'enseignement : ISC_L412 - Géométrie algorithmique

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Comprendre les transformations de base comme les translations, rotation 2D et 3D.
- Ecrire les matrices des transformations géométriques de base en coordonnées homogènes.
- Ecrire un algorithme géométrique robuste et efficace pour des problèmes simples de géométrie.
- Comprendre les différents modèles géométriques pour l'infographie 3D
- Comprendre les algorithmes de base pour le rendu 3D

Contenus

- Coordonnées 3D et coordonnées homogènes
- Vecteurs, directions, orientations
- Transformations et matrices de transformations
- Modélisations géométriques pour la 3D
- Modèle de rendu 3D
- Algorithmes de base pour le rendu 3D

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	30	heures	
Total	54	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Practical Algorithms for 3D Computer Graphics, Second Edition (Anglais). R. Stuart Ferguson
- Foundations of 3D Computer Graphics. Steven J. Gortler

Unité d'enseignement : ISC_L413 - Programmation concurrente 2

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Mettre en oeuvre les concepts, notions et pratiques, nécessaires à la conception et à la réalisation de programmes concurrents
- Mettre en oeuvre les concepts, notions et pratiques, nécessaires à la conception et à la réalisation de programmes concurrents

Contenus

La programmation concurrente se distingue de la programmation séquentielle par le fait qu'elle met en œuvre simultanément plusieurs flots d'exécution, matérialisés par des threads ou des processus. Elle est plus ardue, car elle nécessite notamment de gérer les interactions complexes, inhérentes à des situations telles que :

- Compétition : les tâches sont en compétition (concurrence) pour l'accès à des ressources partagées ou critiques.
- Coopération : lorsque les tâches collaborent à la finalisation d'une action ou d'un échange.

Contrairement à la programmation séquentielle, où l'on observe un ordre total d'exécution des instructions, l'ordre d'exécution d'un programme concurrent est partiel. Car, cet ordre est influencé par divers facteurs dont la politique d'ordonnancement du système, laquelle introduit du non déterminisme. La programmation concurrente s'impose notamment dans les systèmes d'exploitation modernes afin de tirer partie des architectures multi-cœurs et dans les systèmes embarqués en interaction continue avec leur environnement. Ce cours a pour but d'amener l'apprenant aux méthodes, concepts et pratiques permettant de réaliser des programmes concurrents, en utilisant le formalisme des Threads POSIX (Pthreads) :

- Introduction à la programmation concurrente
- Algorithmes et mécanismes d'exclusion mutuelle par attente active
- Mécanismes d'exclusion mutuelle par attente passive
- Mécanismes de synchronisation avec sémaphores, barrières de synchronisation et variables de condition
- Introduction à la programmation asynchrone

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	30	heures	
Total	54	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Remzi H. et Andrea C. Arpaci-Dusseau. Operating Systems : Three Easy Pieces. Arpaci-Dusseau Books, 2014.
- Richard H. Carver, Kuo-Chung Tai. Modern Multithreading. Wiley 2006
- Thomas W. Doepfner. Operating Systems in Depth, Wiley, 2010.

ISC_L42 / sISC_L62 - Développement Web**2025 - 2026****Filière : Informatique et systèmes de communication**

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_L42 (7 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S4 Responsable du module : **M. Stéphane Malandain**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Réaliser une modélisation UML d'un système logiciel
- Utiliser les patrons de conception les plus utilisés
- Connaître les technologies et outils principaux pour le développement web backend et frontend
- Développer un application web en utilisant les techniques et outils usuels, ainsi qu'avec un framework ou une API

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Applications Web – ISC_L421		32p
Architecture et technologies Web – ISC_L422		48p
Ingénierie orientée-objet – ISC_L423		48p

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement 96 heures (taux d'encadrement de 46%)
 Travail autonome 114 heures
 Total 210 heures équivalent à 7 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_L421	=	30%
ISC_L422	=	35%
ISC_L423	=	35%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admissions HES

Unité d'enseignement : ISC_L421 - Applications Web

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les technologies et outils principaux pour le développement web au niveau du Front end
- Développer un site web en utilisant les techniques et outils usuels
- Développer un site web en utilisant un framework et/ou à travers un API

Contenus

- Les bases du web : Le front-end
- HTML 5, CSS
- Les bases du javascript et du typescript
- Exemple de framework les plus utilisés

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	39	heures	
Total	63	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- HTML 5 : Une référence pour le développeur web, Rodolphe Rimelé, Eyrolles, 2013.
- Javascript : The Good Part, Douglas Croakford, 2008.

Unité d'enseignement : ISC_L422 - Architectures et technologies Web

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les technologies et outils principaux pour le développement web type 'backend'
- Savoir mettre en œuvre et mettre à disposition des services ou micro-services web
- Savoir développer une API REST pour le web (backend web development)

Contenus

- Protocole HTTP, API Rest, Nodes Js, Express.js, Async programming
- JavaScript avancé
- présentation de différent framework backend.

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	38	heures	
Total	74	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Aucune

Unité d'enseignement : ISC_L423 - Ingénierie orientée-objet

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Comprendre les objectifs et les techniques de modélisation de logiciels
- Réaliser une modélisation UML d'un système logiciel
- Comprendre les patrons de conception les plus utilisés
- Bien choisir et bien utiliser un patron de conception dans une solution logicielle

Contenus

- Modélisation UML
- Modélisation fonctionnelle
- Modélisation structurelle
- Modélisation du comportement
- Présentation des patrons de conception
- Utilisation et adaptation des patrons de conception

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	37	heures	
Total	73	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- UML 2 par la pratique, Pascal Roques.
- UML : a beginner's Guide, Jason T. Roff.
- Head First Design Patterns, Bert Bates, Kathy Sierra, Eric Freeman, Elisabeth Robson.

ISC_L43 / sISC_L63 - Ateliers en informatique logicielle

2025 - 2026

Filière : Informatique et systèmes de communication

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_L43 (2 ECTS)

Type de formation	<input checked="" type="checkbox"/> Bachelor	<input type="checkbox"/> Master
Type de module	<input checked="" type="checkbox"/> Obligatoire	<input type="checkbox"/> A choix <input type="checkbox"/> Additionnel
Niveau du module	<input type="checkbox"/> Niveau basique	<input checked="" type="checkbox"/> Niveau intermédiaire
	<input type="checkbox"/> Niveau avancé	<input type="checkbox"/> Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S4 Responsable du module : **M. Jérémy Gobet**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Développement d'un système logiciel complet avec persistance, logique métier et vues utilisateurs
- Mise en pratique des différents paradigmes abordés dans les différents autres cours
- Appliquer les principes de gestion de projet, de génie logiciel et de travail collaboratif
- Utiliser les techniques et outils d'intégration continue, de tests et de déploiement

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Ateliers logiciels – ISC_L431		48p

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	36 heures	(taux d'encadrement de 60%)
Travail autonome	24 heures	
Total	60 heures	équivalent à 2 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

$$\text{ISC_L431} = 100\%$$

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admissions HES

Unité d'enseignement : ISC_L431 - Ateliers logiciels

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Développement d'un système logiciel complet avec persistance, logique métier et vues utilisateurs
- Mise en pratique des différents paradigmes abordés dans les différents autres cours
- Appliquer les principes de gestion de projet, de génie logiciel et de travail collaboratif
- Utiliser les techniques et outils d'intégration continue, de tests et de déploiement

Contenus

- Analyse des besoins d'un projet de développement logiciel
- Conception générale et détaillé avec utilisation des langages de modélisation appropriés
- Maquetage des interfaces
- Conception de la structure des données persistantes
- Réalisation d'un projet avec utilisation des outils de tests, d'intégration et de déploiement continus

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	24	heures	
Total	60	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- The Phoenix Project : A Novel about IT, DevOps, and Helping Your Business Win. Gene Kim, Kevin Behr, George Spafford.
- The DevOps Handbook : How to Create World-Class Agility, Reliability, and Security in Technology Organization. Gene Kim, Jez Humble, Patrick Debois and John Willis.

ISC_S41 / sISC_S61 - Cybersécurité**2025 - 2026****Filière : Informatique et systèmes de communication**

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_S41 (5 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S4 Responsable du module : **Mme. Noria Foukia**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Connaître le fonctionnement du systèmes des permissions d'un OS
- Améliorer la sécurité d'un OS de base
- Surveiller le bon fonctionnement de l'OS et déceler des attaques
- Connaître les solutions blockchains et crypto-monnaies les plus importantes
- Savoir concevoir et programmer un « smart contract »

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Hacking et pentesting – ISC_S411		48p
Gestion de confiance, vie privée et blockchains – ISC_S412		48p

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement 72 heures (taux d'encadrement de 48%)
 Travail autonome 78 heures
 Total 150 heures équivalent à 5 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_S411 = 50%

ISC_S412 = 50%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admission HES

Unité d'enseignement : ISC_S411 - Hacking et pentesting

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître le fonctionnement des permissions
- Améliorer la sécurité d'un OS de base
- Surveiller le bon fonctionnement de l'OS et déceler des attaques

Contenus

- Bases d'un OS
- Droits utilisateurs
- Authentification et autorisations
- Sudoers
- Logs et audits
- Threat Modeling
- Chiffrement de disque
- Mobile Security
- AppLocker

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	39	heures	
Total	75	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Aucune

Unité d'enseignement : ISC_S412 - Gestion de confiance, vie privée et blockchains

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les solutions blockchains et crypto-monnaies les plus importantes
- Savoir concevoir et programmer un « smart contract »

Contenus

Après avoir présenté l'historique et l'écosystème des blockchains et des crypto-monnaies, la solution technique blockchain derrière la crypto-monnaie Bitcoin est détaillée. Ensuite, les smart contract sont introduits, principalement à travers la description de la solution Ethereum. Des aides à la décision pour l'utilisation d'une blockchain pour un domaine d'application donné sont ensuite enseignées. Les étudiants doivent présenter en groupe un des projets majeurs de l'écosystème blockchain puis choisir un sujet personnel d'application blockchain. Le design de ce sujet personnel blockchain est conçu puis programmé avec Ethereum.

En plus de la note de présentation de groupe et du projet personnel (code, rapport et présentation), des QCMs et questions de cours viennent compléter l'évaluation.

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	39	heures	
Total	75	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- "A Survey of KYC/AML for Cryptocurrencies Transactions", S. Moreno, J.-M. Seigneur and G. Gotzev, Handbook of research on cyber crime and information privacy, 2021.
- "The Age of Cryptocurrency : How Bitcoin and the Blockchain Are Challenging the Global Economic Order", Paul Vigna and Michael J. Casey.
- "Blockchain : Blueprint for a New Economy", Melanie Swan.
- "Blockchain : Ultimate guide to understanding blockchain, bitcoin, cryptocurrencies, smart contracts and the future of money", Mark Gates.
- "Blockchain Technology Explained : The Ultimate Beginner's Guide About Blockchain Wallet, Mining, Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Zcash, Monero, Ripple, Dash, IOTA and Smart Contracts", Alan T. Norman.
- "Mastering Bitcoin : Programming the Open Blockchain", Andreas M. Antonopoulos.

-
- “Introducing Ethereum and Solidity : Foundations of Cryptocurrency and Blockchain Programming for Beginners”, Chris Dannen.
 - “Hasgraph vs Blockchain : The Future of Cryptocurrency”, Stephen Keller.

ISC_S42 / sISC_S62 - Fiabilité des réseaux

2025 - 2026

Filière : Informatique et systèmes de communication

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_S42 (8 ECTS)

Type de formation	<input checked="" type="checkbox"/>	Bachelor	<input type="checkbox"/>	Master	
Type de module	<input checked="" type="checkbox"/>	Obligatoire	<input type="checkbox"/>	A choix	<input type="checkbox"/> Additionnel
Niveau du module	<input type="checkbox"/>	Niveau basique	<input checked="" type="checkbox"/>	Niveau intermédiaire	
	<input type="checkbox"/>	Niveau avancé	<input type="checkbox"/>	Niveau spécialisé	

Langue : Français Semestre de référence : S4 Responsable du module : **M. Mickaël Hoerd**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Comprendre la structure des différents réseaux (LAN, WAN) et le fonctionnement des différents protocoles de routage
- Comprendre les problématiques associés à la translation d'adresses (NAT)
- Mettre en place un réseau assurant les accès distants avec utilisation d'une authentification centralisée
- Connaître les mécanismes de sécurité et vulnérabilités des réseaux mobiles et sans fil
- Maîtriser les solutions de sécurité adaptées aux réseaux sans fil et mobiles.
- Dimensionner le réseaux en termes de ressources et en évaluer les performances
- Repérer les points de faiblesse du réseau
- Mettre en oeuvre les concepts, notions et pratiques, nécessaires en programmation concurrente

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Architecture réseaux – ISC_S421		48p
Sécurité des réseaux mobiles et sans fils – ISC_S422		32p
Performance réseaux – ISC_S423		32p
Programmation concurrente 2 – ISC_S424		32p

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement	108	heures	(taux d'encadrement de 45%)
Travail autonome	132	heures	
Total	240	heures	équivalent à 8 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

ISC_S421	=	30%
ISC_S422	=	25%
ISC_S423	=	25%
ISC_S424	=	20%

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admission HES

Unité d'enseignement : ISC_S421 - Architecture réseaux

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Comprendre les principes de la structure des différents réseaux qui composent l'Internet
- Expliquer et caractériser le fonctionnement des différents protocoles de routage évolués (protocoles dynamiques)
- Connaître des technologies qui permettent d'améliorer la fiabilité d'un réseau local et la fiabilité d'accès à un service (haute disponibilité).
- Déployer et maintenir des services sur un réseau IPv6.

Contenus

- Architecture de topologie réseau : coût versus tolérance aux pannes.
- Déploiement et maintenance de services sur IPv6.
- Protocoles de routage dynamiques.
- Redondance de lien et redondance de premier saut IP.
- Problématiques et solutions liées au NAT traversal

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	36	heures	
Total	72	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Support de cours Netacad.com CISCO module 3 CCNA

Unité d'enseignement : ISC_S422 - Sécurité des réseaux mobiles et sans fils

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les mécanismes de sécurité et vulnérabilités des réseaux mobiles et sans fil
- Connaître la sécurité actuelle des réseaux sans fil et mobiles actuels, à savoir Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth, GSM/UMTS et LoRa
- Maîtriser les solutions de sécurité adaptées aux réseaux sans fil et mobiles.

Contenus

- Introduire l'ensemble des notions de sécurité de base
- Modèles de transmission des réseaux l'IoT : Modulations, codages, bruits
- Transmission sans fil : bilan de liaison
- Expliquer les fonctions de hachages, les signatures électroniques, les infrastructures de gestion de clés, les certificats électroniques et les blockchains
- Mécanismes de sécurité propres au sans fil
- Sécurité des réseaux Wi-Fi, WiMAX
- Sécurité dans les réseaux mobiles de télécommunication
- Sécurité dans les réseaux de capteurs sans fil et gestion des clefs

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	36	heures	
Total	60	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

[] Ex cathedra (amphi) [X] Frontal participatif [X] Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Hakima CHAOUCHI, Maryline LAURENT-MAKNAVICIUS, "La sécurité dans les réseaux sans fil et mobiles", Hermes

Unité d'enseignement : ISC_S423 - Performance réseaux

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les bases théoriques de la modélisation de performance réseau
- Connaître les bases du dimensionnement de réseaux en termes de ressources, de scalabilité et de robustesse
- Evaluer les performances d'un réseau de communication selon plusieurs critères ou métriques (taux de congestion, débit moyen, taux de perte, ...)
- Repérer les points de faiblesse du réseau (goulot d'étranglement, file d'attente, ...)

Contenus

- Etude des différentes files d'attente de service réseau
- Méthodes d'analyse quantitative et qualitative
- Modélisation du système en réseaux
- Gestion d'une simulation de réseaux à l'aide d'outils NMS et de simulation comme GNS3

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	36	heures	
Total	60	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Thomas BONALD, Mathieu FEUILLET, "Performances des réseaux et des systèmes informatiques", HERMES/LAVOISIER (coll. Télécom), mai 2011.

Unité d'enseignement : ISC_S424 - Programmation concurrente 2

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Mettre en oeuvre les concepts, notions et pratiques, nécessaires à la conception et à la réalisation de programmes concurrents

Contenus

La programmation concurrente se distingue de la programmation séquentielle par le fait qu'elle met en œuvre simultanément plusieurs flots d'exécution, matérialisés par des threads ou des processus. Elle est plus ardue, car elle nécessite notamment de gérer les interactions complexes, inhérentes à des situations telles que :

- compétition : les tâches sont en compétition (concurrency) pour l'accès à des ressources partagées ou critiques ;
- coopération : lorsque les tâches collaborent à la finalisation d'une action ou d'un échange.

Contrairement à la programmation séquentielle, où l'on observe un ordre total d'exécution des instructions, l'ordre d'exécution d'un programme concurrent est partiel. Car, cet ordre est influencé par divers facteurs dont la politique d'ordonnement du système, laquelle introduit du non déterminisme. La programmation concurrente s'impose notamment dans les systèmes d'exploitation modernes afin de tirer partie des architectures multi-cœurs et dans les systèmes embarqués en interaction continue avec leur environnement. Ce cours a pour but d'amener l'apprenant aux méthodes, concepts et pratiques permettant de réaliser des programmes concurrents, en utilisant le formalisme des Threads POSIX (Pthreads) :

- Introduction à la programmation concurrente
- Algorithmes et mécanismes d'exclusion mutuelle par attente active
- Mécanismes d'exclusion mutuelle par attente passive
- Mécanismes de synchronisation avec sémaphores, barrières de synchronisation et variables de condition
- Introduction à la programmation asynchrone

Répartition horaire

Enseignement	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	24	heures	
Total	48	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Remzi H. et Andrea C. Arpaci-Dusseau. Operating Systems : Three Easy Pieces. Arpaci-Dusseau Books, 2014.

-
- Richard H. Carver, Kuo-Chung Tai. Modern Multithreading. Wiley 2006
 - Thomas W. Doepfner. Operating Systems in Depth, Wiley, 2010.

ISC_S43 / sISC_S63 - Ateliers en sécurité informatique**2025 - 2026****Filière : Informatique et systèmes de communication**

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées de semestre en semestre mais restent inchangées durant le semestre en cours.

Informations module ISC_S43 (2 ECTS)

Type de formation Bachelor Master
 Type de module Obligatoire A choix Additionnel
 Niveau du module Niveau basique Niveau intermédiaire
 Niveau avancé Niveau spécialisé

Langue : Français Semestre de référence : S4 Responsable du module : **Mme. Noria Foukia**

Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Définir clairement les limites du système à sécuriser (local, réseau, intranet, extranet, périphérie,...)
- Elaborer un plan de sécurité pour un système en réseau (filaire ou sans fil)
- Développer les services et modules de sécurité du système à déployer via la mise en pratique des techniques apprises dans les cours
- Déployer et tester un système après analyse des failles de sécurité potentielles

Unités de cours

Unité d'enseignement (obligatoire)	Semestre automne	Semestre printemps
Ateliers en sécurité – ISC_S431		48p

Une période d'enseignement est de 45 min.

Répartition horaire

Enseignement 36 heures (taux d'encadrement de 60%)
 Travail autonome 24 heures
 Total 60 heures équivalent à 2 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

$$\text{ISC_S431} = 100\%$$

Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le *Règlement d'études* (seulement disponible dans l'intranet).

Voir le tableau des "Dépendances inter-modules", pour la filière [Informatique et systèmes de communication](#)

Détail des pré-requis :

- Tableau des "dépendances inter-modules", pour la filière Informatique et systèmes de communication
- Conditions d'admission HES

Unité d'enseignement : ISC_S431 - Ateliers en sécurité

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Analyser des besoins en sécurité d'un système à déployer et savoir anticiper les failles et risques de sécurité
- Développer une solution sécuritaire pour le réseau à déployer
- Mettre en pratique des différents outils et techniques abordés dans les cours
- Tester en situation réelle la solution après sa mise en place et évaluer son niveau de sécurité réel
- Savoir gérer un projet en groupe et se répartir les tâches en vue de les réunir en une solution finalisée

Contenus

- Analyse du cahier des charges (besoins) du développement d'une solution réseau sécurisée
- Conception générale et détaillée sous forme de laboratoire de réseaux et de sécurité réalisé étape par étape
- Mise en oeuvre des connaissances acquises sur l'ensemble des laboratoires pour déployer une solution réseaux viable en termes de niveau et politique de sécurité

Répartition horaire

Enseignement	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome	24	heures	
Total	60	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques).

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Solange Ghernaoui, "Cybersécurité, sécurité informatique et réseaux", Dunod (5ème édition), 2016.
- Jie Wang, Zachary A. Kissel, "Introduction to Network Security : Theory and Practice", Wiley, 2016.
- Bryan Burns et al., "Security Power Tools", O'Reilly Media, 2007.
- Bruce Schneier, "Applied Cryptography Protocols, Algorithms and Source Code in C", John Wiley & Sons, 1996.