

## Unités d'enseignement en Réseaux, Systèmes et Multimédia

Date : 31 mars 2020

*Editeur :*

Stefano Secci, Professeur

*Contributeurs :*

Selma Boumerdassi, Maitre de Conférences, HDR

Samia Bouzefrane, Maitre de Conférences, HDR

Pierre Cubaud, Professeur

Joelle Delacroix-Gouin, Maitre de Conférences

Jean-Michel Douin, Maître de Conférences

Eric Gressier Soudan, Professeur

Pierre Paradinas, Professeur

Nicolas Pioch, PAST

Stéphane Rovedakis, Maitre de Conférences

Françoise Sailhan, Maitre de Conférences

## Table des matières

Unités d’enseignement en Réseaux, Systèmes et Multimédia.....	1
Table des matières.....	2
Introduction.....	3
Filière en Réseaux (RSX) .....	4
Cartographie des contenus .....	5
U.E. Réseaux de données et sécurité - UTC 505 .....	6
U.E. Réseaux de données et télécommunications - RSX 101.....	7
U.E. Technologies pour les applications en réseau - RSX 102 .....	8
U.E. Conception et urbanisation de services réseau - RSX 103 .....	9
U.E. Sécurité des réseaux - RSX 112 .....	10
U.E. Réseaux mobiles et sans fil - RSX 116.....	11
U.E. Nouvelles architectures des réseaux - RSX 217 .....	12
U.E. Projets avancés en réseaux - RSX218 .....	13
Filière Systèmes .....	15
U.E. Système - UTC502 .....	16
U.E. Systèmes d’exploitation : principes, programmation et virtualisation - SMB101 .....	17
U.E. Systèmes et applications répartis pour le Cloud - SMB111 .....	18
U.E. Conception et développement pour systèmes mobiles - SMB116 .....	19
U.E. Infrastructure technologique et nouveaux systèmes - SMB214 .....	20
U.E. Infrastructure technologique et confiance - SMB215.....	21
Filière en Multimedia.....	22
U.E. Multimédia et interaction humain-machine - MUX101 .....	23
U.E. Interaction humain-machine - MUX102 .....	24
U.E. Design d’interaction pour mobiles - MUX103.....	25
U.E. Synthèse d’image et réalité virtuelle - MUX104.....	26
U.E. Média numériques avancés - MUX205 .....	27
U.E. Conception de médias interactifs - MUX206.....	28
Intégration au sein du cycle d’ingénieur en informatique .....	29
Intégration au sein du cycle d’ingénieur en télécommunications et réseaux .....	31
Intégration au sein de la licence générale .....	32
Intégration au sein du RNCP II – CAI.....	33
Intégration au sein du master télécommunications et réseaux.....	34
Correspondance entre codes anciens et nouveaux .....	35
Blocs de compétences IRSM .....	35
Métier 1 : Architecte réseaux informatiques.....	36
Métier 2 : Architecte réseaux de télécom .....	37
Métier 3 : Ingénieur/ingénieure réseaux télécoms .....	38
Métier 4 : Responsable de programmes réseaux de télécoms.....	39
Métier 5 : Expert/experte en communication et réseaux .....	40
Métier 6 : Programmeur/programmeuse réseaux de télécoms.....	41
Métier 7 : administrateur/administratrice réseaux - télécoms.....	42
Métier 8 : Architecte cloud .....	43
Métier 9 : Développeur/développeuse multimédia .....	44
Métier 10 : Responsable Sécurité Informatique.....	45

## Introduction

Ce document détaille l'offre en Réseaux, Systèmes et Multimédia du Cnam qui trouve pleine application au sein du cycle d'ingénieur en informatique (IRSM) HTT du Cnam Paris et dans une moindre mesure dans d'autres cycles d'ingénieur en électronique et télécommunications et réseaux. Ceci a également un impact (léger) sur la licence générale et le RNCP II. L'offre IRSM s'articule en trois filières :

- Réseaux (RSX)
- Systèmes Mobiles et Embarqués (SMB)
- Multimédia et Interaction (MUX)

La filière Réseaux (RSX) s'articule avec les UE suivantes :

- UTC505 : Introduction à la cyberstructure de l'internet : réseaux et sécurité
- RSX101 : Réseaux et Protocoles pour l'Internet : notions fondamentales de l'acheminement de données
- RSX102 : Technologies pour les applications en réseau
- RSX103 : Conception et urbanisation de services réseau
- RSX112 : Sécurité des réseaux
- RSX116 : Réseaux mobiles et sans-fils
- RSX217 : Nouvelles architectures des réseaux
- RSX218 : Projets avancés en réseaux

La filière Systèmes embarqués et mobiles (SMB) s'articule avec les UE suivantes :

- UTC502 : Système
- SMB101 : Systèmes d'exploitation : principes, programmation et virtualisation
- SMB111 : Systèmes et applications réparties pour le Cloud
- SMB116 : Conception et développement pour systèmes mobiles
- SMB214 : Infrastructure technologique et nouveaux systèmes
- SMB215 : Infrastructure technologique et confiance

La filière Média et expérience utilisateur (MUX) s'articule avec les UE suivantes :

- MUX101 : Multimédia et interaction humain-machine
- MUX102 : Synthèse d'image et réalité virtuelle
- MUX103 : Interaction Humain-Machine
- MUX104 : Design d'interaction pour mobile
- MUX205 : Conception d'application multimédia 1
- MUX206 : Conception d'application multimédia 2

Dans les pages suivantes, après une rapide présentation de la filière, nous donnons une description détaillée d'une page par UE, avec l'information déjà structurée dans les sections du formulaire de la plateforme BÉDÉO, avec les champs suivants :

- Objectifs pédagogiques
- Description
- Modalités
- Compétences acquises
- Modalités de validation
- Prérequis

Ensuite, une proposition de blocs de compétences est proposée en cohérence avec les descriptions d'UE.

## *Filière en Réseaux (RSX)*

Avant d'introduire les UE de la filière réseaux, il faut souligner qu'il y a des différences significatives par rapport au programme des UE RSX avant 2019 et avant l'introduction du tronc commun dans le cycle d'ingénieur en informatique. L'introduction de l'UE de tronc commun UTC505 a permis de faire glisser du contenu entre les UE, par effet domino, et conjointement mettre à jour leurs programmes et intitulés.

Plus précisément, les glissements de contenus peuvent être résumés ainsi :

- de RSX101 à UTC505 : introduction aux réseaux et aux problématiques fondamentales représentés par le modèle en couche de l'OSI et son intégration spécifique au sein de l'architecture dite TCP/IP ou Internet;
- de RSX102 à RSX101 (introduction aux protocoles TCP et UDP et l'API socket) et à RSX103 (supervision et gestion des réseaux) ;
- de RSX103 à RSX101 : introduction au routage à état de lien, à la commutation par références locales (MPLS);
- de RSX207 et RSX208 à RSX103 : urbanisation des services en réseau, conception et déploiement d'un réseau d'entreprise, mise en œuvre de services de réseau dans une plateforme d'émulation et interconnexion à l'Internet.

Ceci a permis d'actualiser les contenus et de laisser émerger des innovations dans la pédagogie. La méthodologie que nous souhaitons déployer plus largement s'appuiera largement sur les outils du numérique. Nos efforts tant dans les contenus que dans l'approche pédagogique visent à professionnaliser davantage les ingénieurs IRSM et à les rendre plus compétitifs sur le marché du travail. En effet, les offres d'emplois dans le domaine des réseaux et des télécommunications est actuellement bousculé par l'introduction de nouvelles technologies de rupture liées à la virtualisation des réseaux, des systèmes et du stockage de données, à leur programmation et à une large automatisation grâce à l'émergence de l'intelligence artificielle, et au partage des ressources d'infrastructure (réseaux d'accès, spectre, calcul, stockage) avec la 5G.

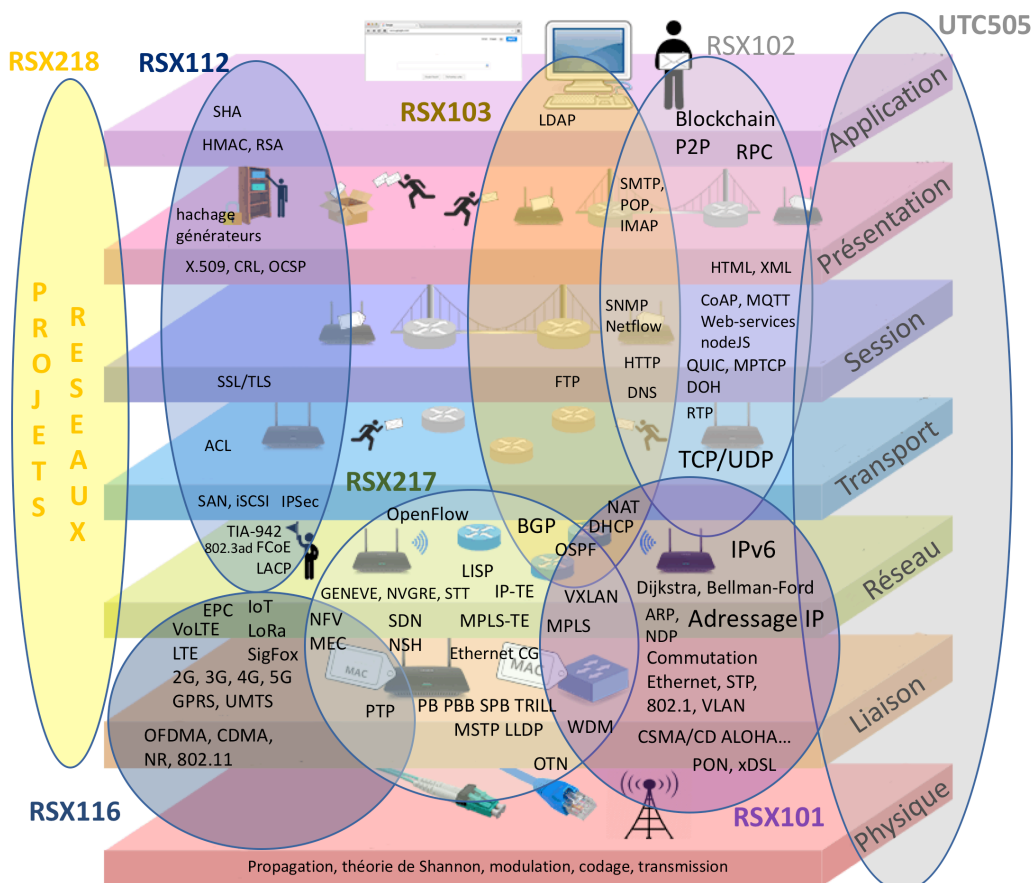
Ces innovations touchent tout particulièrement l'UE RSX103 qui s'instancie comme le premier terrain de prise en main des réseaux en conditions réelles avec des plateformes d'émulation réalistes. De plus, cela touche de manière importante aux deux UE RSX de dernière année HTT, anciennement RSX207 (2<sup>nd</sup> semestre) et RSX208 (1<sup>er</sup> semestre), et maintenant RSX217 (1<sup>er</sup> semestre) et RSX218 (2<sup>nd</sup> semestre) – l'ordre du code étant inversé afin d'éviter une confusion chez les auditeurs sur la séquentialité des deux UE. Ces deux UE maintenant couvrent les nouvelles technologies des réseaux issues de l'évolution vers la 5G avec la virtualisation et l'automatisation pour la gestion et l'opération de réseaux d'opérateurs et de data-center. RSX 217 inclut trois nouveaux travaux pratiques (et ce dès 2018/2019 déjà en RSX208) et des mini-projets. RSX218 en modalité hybride devient une UE de mise en œuvre de projets d'expérimentation et d'évaluation de nouvelles technologies (protocoles, plateformes, applications) de réseau sur une maquette réelle telle qu'elle serait construite en entreprise.

## Cartographie des contenus

La figure suivante résume synthétiquement la répartition des contenus à travers les UE en superposition à une illustration du modèle en couche OSI. Les protocoles et problématiques principales sont rappelés dans celle-ci. La superposition entre ellipses d'UE indique aussi quelques intersections entre les programmes des UE qui, allant de la gauche vers la droite et du bas vers le haut, mettent en évidence le fil conducteur dans l'offre en réseaux qui mène d'une présentation synthétique et légère des contenus à une présentation détaillée et approfondie.

Quelques exemples de tels fils pédagogiques à travers les UE :

- *architecture IP* : introduite rapidement en UTC505, notamment l'adressage ; elle est reprise dans RSX101 avec aussi un TP dédié à l'adressage, et complétée avec les problématiques de routage interne ; elle est complétée dans RSX103 avec la mise en plateforme émulée ; ces notions servent de base à RSX217 et notamment pour l'évolution vers les architectures IP/MPLS, MPLS-TE et SDN; ces notions deviennent fondamentales en RSX 218 avec la mise en situation à travers l'élaboration de maquettes de type des preuves de concepts.
- sécurité : les principes, bonnes pratiques en sécurité et une première taxonomie des attaques sont donnés en UTC505; partiellement approfondie en SEC101 et RSX102 notamment avec l'introduction à la blockchain, et partiellement en RSX103 dans l'urbanisation des services de réseau; très approfondie en RSX112; des problématiques de sécurité notamment autour de l'architecture SDN/NFV sont traitées dans RSX217 et RSX218, elles donnent la possibilité de mettre en œuvre des preuves de concepts et des démonstrations d'attaques et de vulnérabilités récemment découvertes.



## U.E. Introduction à la cyberstructure de l'Internet : réseaux et sécurité UTC 505

Responsable : Eric Gressier-Soudan (eric.gressier\_soudan@cnam.fr)

Objectifs pédagogiques :

L'objectif de l'UE est d'introduire le domaine des réseaux à travers l'exemple de l'Internet, de décrire ses principaux ingrédients et les concepts clefs de son fonctionnement, et de présenter des propriétés de sécurité de base.

Description :

Ce cours fournit une introduction aux réseaux en suivant un modèle en couches et présente également les notions essentielles de la sécurité dans un contexte d'échanges de données.

Sujets traités :

- Diviser pour régner (Modèle OSI)  
Découverte de l'architecture de communication en couches : du modèle OSI à l'architecture Internet ; introduction aux protocoles HTTP, DNS et à l'outil d'analyse de traces Wireshark.
- Les autoroutes de l'information : nids de poules et travaux en tous genres (couche physique).  
Concepts et problèmes de la transmission de données : erreurs de transmission, le contrôle d'erreur, notion de bande passante, traitement des signaux, atténuation, modulation, multiplexage, commutation, synchronisation d'horloges émettrices et réceptrices,.
- Collectivisme ou Libre entreprise... à la recherche d'un modèle équitable (Sous-couche MAC)  
Grandes familles de protocoles à compétition et à coopération, détail sur CSMA/CD et CSMA/CA en mode infrastructure. Ponts et commutation.
- Croisements et destination (Couche réseau)  
Adressage, tables de routage et l'expédition de données dans le réseau IP. Evolution de IPv4 à IPv6.
- Une lettre ou un appel ? (Couche transport)  
Transport de données entre un client et un serveur à travers UDP et TCP avec le modèle datagramme, et les approches modes connecté et non connecté. Gestion et utilisation de l'API socket.
- Où sont les clefs ? (Introduction à la sécurité)  
Aspects sécurité de base pour la confidentialité, l'intégrité, l'authentification et la notarisation : principes de cryptographie symétrique et asymétrique, fonctions de hachage cryptographique.

Modalités :

Présentiel et FOAD.

L'UE est organisée en 8 séances de cours/séances d'exercices dirigés et de travaux pratiques.

Compétences acquises :

- Connaissances associées aux concepts, protocoles, architectures du Modèle en couche OSI ou Internet. L'auditeur pourra, à l'issue du cours, évaluer les principales contraintes réseaux et leur impact sur une application client/serveur,
- L'auditeur sera en mesure de participer à la définition des principaux éléments d'un cahier des charges fonctionnels à destination d'une maîtrise d'ouvrage dont l'objectif est d'urbaniser une application distribuée.
- L'auditeur disposera de repères pour évaluer fonctionnellement une livraison d'équipements réseaux, et mettre en place une procédure de recette de ceux-ci dans un cadre applicatif.

Savoirs : Protocoles et normes télécoms, Protocoles IP, Technologies numériques, Règles de sécurité Informatique et Télécoms. Architecture réseau, Réseaux informatiques et télécoms.

Modalités de validation :

Examen final.

Prérequis :

NFA009 apprécié.

## U.E. Réseaux et protocoles pour l'Internet : notions fondamentales de l'acheminement de données - RSX 101

Responsable : Eric Gressier-Soudan (eric.gressier\_soudan@cnam.fr)

Objectifs pédagogiques :

L'objectif est d'introduire l'architecture des réseaux avec une vision Internet et de ses composants. A l'issue du cours, l'auditeur doit comprendre et maîtriser tous les problèmes et solutions qu'implique l'acheminement d'informations d'un bout à l'autre de l'Internet.

Description :

L'UE approfondit les principes et les protocoles principaux de l'architecture TCP/IP, de couche liaison de données (en particulier la commutation Ethernet), réseau (IP), les réseaux opérateurs et de distribution. Sujets traités :

- Théorie de la communication de données : bande passante, théorie de Shannon.
- Ethernet, coupleur Ethernet et ses fonctions, Interfaces physiques et leur virtualisation, Commutation Ethernet, topologies de data centers. Réseaux locaux virtuels (VLAN). VXLAN.
- Communication et nommage : Adressage IPv4 et IPv6, Structure des entêtes et services de la couche réseau pour les deux implantations, Traversée des routeurs pour aller d'un point source à une destination, NAT/PAT, DHCP. STUN et ses successeurs, ARP et NDP. Plan d'adressage IP.
- Protocoles pour la qualité de service (QoS), IntServ, DiffServ, Introduction aux problèmes d'ingénierie de trafic, VoIP
- Routage et tunneling. IP multicast, OSPF, area. Introduction à BGP et interconnexion des AS.
- Modèles de commutation, introduction à MPLS. VPN. Interconnexion de réseaux d'entreprise.
- Réseaux d'accès xDSL, EPON, GPON, FTTx.
- Réseaux d'opérateurs. Offres opérateurs. Architectures des réseaux d'opérateurs. Appairage et réseaux de transit. Topologies MAN, WAN, GAN.

Modalités :

Présentiel et FOAD. RSX101 est déployée en FOAD nationale. L'enseignement se fait sous forme de cours, séances d'exercices dirigés et de quelques travaux pratiques.

Compétences acquises :

- Compréhension détaillée du transport d'information à travers l'Internet et des enjeux d'architecture associés. L'auditeur pourra aider à la rédaction d'un cahier des charges pour une maîtrise d'œuvre réseaux.
- L'auditeur pourra aborder tout type de problèmes de l'administration de réseaux de machines et de serveurs.
- La compréhension des fonctions assurées par un routeur dans le fonctionnement global de l'Internet pourra permettre à l'auditeur d'évaluer l'influence des solutions de routage sur les applications de l'entreprise y compris la gestion de la Qualité de Service (QoS).
- Spécifier et négocier un abonnement pour un accès à Internet avec un opérateur/fournisseur d'accès.
- Choisir des équipements d'interconnexion pour élaborer une architecture de réseau d'entreprise.

Savoirs : Protocoles et normes télécoms, Protocoles IP, Technologies radiofréquences, Technologies numériques, Technologies analogiques, Technologie des fibres optiques, Techniques de multiplexage, Logiciels de modélisation et simulation, Traitement du signal (bases). Architecture réseau, Réseaux de télécommunication, Architectures de plateformes de services, Architectures de réseaux de téléphonie fixe, Architectures de réseaux de téléphonie mobile, Réseaux informatiques et télécoms, Internet, Architectures de réseaux multiservices.

Modalités de validation :

Examen final

Prérequis :

UTC505

## U.E. Technologies pour les applications en réseau - RSX 102

Responsable : Françoise Sailhan (francoise.sailhan@cnam.fr)

Objectifs pédagogiques :

Ce cours a pour objectif d'introduire les couches hautes des protocoles client-serveur

Description :

Ce cours a pour objet d'introduire les concepts de base en ce qui concerne les applications et les services opérant dans les réseaux tels que l'Internet. Nous nous intéresserons plus particulièrement aux couches hautes (allant de la couche transport à la couche application) en nous focalisant dans un premier temps sur l'architecture du Web puis sur l'algorithmique distribuée.

Sujets traités :

- Introduction aux architectures clients- serveurs
- Routage et applications
  - architecture système des routeurs ;
  - routage applicatif (réseaux d'overlay, P2P).
- Protocoles et architectures de transport
  - évolutions liées à TCP, RTP, MPTCP, QUIC, DASH, MPEG
- Architectures du Web
  - DNS, DOH, HTTP, HTTPS,
  - HTML, javascript, nodejs, XML, JSON, RPC, services Web
- Internet des Objets
  - RPL, 6lowPAN, COAP, MQTT
- Algorithmique distribuée du cloud,
  - modèles de cohérences de données, tolérance aux fautes, consensus ;
  - gestion du parallélisme, blockchain ;
  - architecture Hadoop.

Modalités :

Présentiel et FOAD nationale (Paris), FOAD hybride.

Cette UE se compose de séances de cours, de TD et quelques TP.

Compétences acquises :

- Connaissances portant sur les couches hautes de communication : transport, session, présentation, application et des applications types de l'Internet et du cloud.
- Connaissances des approches de type systèmes distribués et leur organisation pour les applications devant être massivement parallèles et passer à l'échelle.

*Savoirs :* Protocoles IP, Utilisation d'outil de supervision, Logiciels de modélisation et simulation. Architectures de plateformes de service, Architectures de réseaux audiovisuels, Architectures de réseaux de transport, Architectures de réseaux multimédia, internet, Architectures de réseaux multiservices. Principes d'intégration de matériels et de logiciels ; Domaine informatique client-serveur ; Technologie de l'internet ; Métrologie ; Algorithmique.

Modalités de validation :

Examen final

Prérequis :

UTC505



## U.E. Conception et urbanisation de services réseau - RSX 103

Responsable : Stéphane Rovedakis (stephane.rovedakis@cnam.fr)

Objectifs pédagogiques :

L'objectif de cette U.E. est d'une part d'approfondir le fonctionnement des principaux protocoles rencontrés dans les réseaux d'entreprise, et d'autre part d'acquérir des savoir-faire en matière de conception, de gestion et de mise en place d'un réseau d'entreprise.

Description :

L'UE porte sur la description des détails nécessaire à concevoir, déployer un réseau d'entreprise et l'urbaniser avec les services de réseau nécessaires à son bon fonctionnement. Un niveau de détail supérieur est donné par rapport à la valeur RSX101 et ce afin de permettre la prise en main pratique des réseaux IP d'entreprise.

Sujets traités :

- Bases de l'administration système et réseaux sous UNIX/Linux
  - Principales commandes système et réseau.
- Mise en place de plusieurs services réseau : DHCP, pare-feu, DNS, LDAP, SMTP, POP/IMAP, FTP, HTTP.
- Commutation et routage :
  - Rappels sur adressage IP, fonctionnement de la commutation L2 et VLAN ;
  - Fonctionnement du routage statique et dynamique : RIP, OSPF (mono et multi-aires), BGP.
- Monitoring et supervision des réseaux :
  - Protocole SNMP ;
  - Utilisation d'outils comme Nagios ou ZABBIX.
- Introduction à la Qualité de Service et/ou à la virtualisation des réseaux.

Modalités :

Présentiel et FOAD national (au second semestre), FOAD hybride (CRA).

Cette UE est composée de séances de cours complétées par de nombreuses séances de Travaux Pratiques. Les TP devront utiliser des logiciels de simulation et de dimensionnement pour les grands réseaux (GNS3, Packet tracer, OMNeT++, OPNET, IMUNES).

Les séances de TP pourront être complétées par la réalisation d'un mini-projet.

Compétences acquises :

- Concevoir l'architecture d'un réseau d'entreprise.
- Capacité d'administration des principaux services d'un réseau d'entreprise.
- Comprendre les enjeux de la qualité de service dans les réseaux TCP/IP et identifier les solutions adaptées dans le cas des réseaux d'entreprise.

Savoirs : Protocoles et normes télécoms, Protocoles IP, Règles de sécurité Informatique et Télécoms, Utilisation d'outil de supervision, Logiciels de modélisation et simulation. Architecture réseau, Réseaux de télécommunication, Intégration de réseaux, Procédés de validation de réseaux, Architectures de plateformes de service, Architectures de réseaux de transport, Réseaux informatiques et télécoms, Architectures de réseaux multimédia, internet, Architectures de réseaux multiservices. Principes d'intégration de matériels et de logiciels ; Domaine informatique client-serveur ; Technologie de l'internet ; Produits multimédia ; Systèmes d'exploitation informatique. Système temps réel ; Système de Gestion de Bases de Données ; Métrologie.

Modalités de validation :

Examen final et contrôle continu avec rendu de rapports de TP et/ou de mini-projet.

Prérequis :

UTC502, UTC505, RSX 101.

## U.E. Sécurité des réseaux - RSX 112

Page web : <http://deptinfo.cnam.fr/new/spip.php?rubrique272>

Responsable : Nicolas Pioch (nicolas.pioch@cnam.fr)

### Objectifs pédagogiques :

Ce cours présente les principaux aspects de la sécurité des réseaux. Il présente les problèmes généraux de sécurité (confidentialité, intégrité, disponibilité, authentification et contrôle d'accès, non-répudiation), les solutions-types connues pour ces problèmes et leur mise en œuvre dans l'Internet.

Description : Cours couvrant les aspects de base et avancés de la sécurité des réseaux et des systèmes informatiques. Sujets traités :

- *Sécurité et gestion des risques informatiques* (normes ISO 27000)
- *Cryptographie* :
  - Générateurs de nombres aléatoires, codage, stéganographie, chiffrement.
  - Sécurité inconditionnelle (chiffre de Vernam), calculatoire, sémantique.
  - Chiffres symétriques : en continu, par blocs et modes opératoires.
  - Intégrité et codes d'authentification de messages (MACs).
  - Congruences, algorithme d'Euclide, théorème des restes chinois, indicatrice d'Euler.
  - Cryptographie à clé publique : RSA, bourrage OAEP, Diffie-Hellman, courbes elliptiques. Non-répudiation et signatures digitales.
  - Hachage : attaque des anniversaires, constructions de Merkle-Damgård, HMAC RFC2104, éponges (SHA3).
  - Infrastructures de gestion de clés : certificats X.509, autorités de certification, séquestres, révocation (CRL, OCSP RFC6960).
  - Algorithmes quantiques de Shor et de Grover.
- *Contrôle d'accès et sécurité de l'information* :
  - Authentification : mot de passe, biométrie, jeton, forte.
  - Autorisation par liste (ACL) ou capacité.
  - Modèles de sécurité hiérarchiques (Bell-LaPadula, Biba...) et à compartiments. Politiques discrétionnaires et obligatoires. Classification CIA.
  - Contrôle d'accès à base de rôles. Séparation des tâches et moindre privilège. Comptes génériques et accès privilégiés. Canaux cachés. Contrôle d'inférence.
- *Disponibilité et sûreté de fonctionnement* :
  - ANSI/TIA-942 et niveaux de disponibilité.
  - Stockage: RAID, virtualisation, réseaux SAN, SCSI, Fibre Channel, FCoE et iSCSI.
  - Redondance liaison : LACP IEEE 802.3ad, vPC, 802.1q et Multiple Spanning Tree.
  - Temps de rétablissement (RTO). Plan de reprise et de continuité d'activité. RPO.
  - VLANs étendus, virtualisation réseau (Open vSwitch, OTV).
- *Protocoles de sécurité* :
  - Primitives : Challenge/Response, nonces, authentification mutuelle, confidentialité future, estampilles temporelles.
  - Protocoles de preuve à divulgation nulle de connaissance.
  - SSL/TLS, IPsec, Kerberos, sécurité du GSM.

Modalités : Présentiel ; cours complétés avec des exercices dirigés et des travaux pratiques.

### Compétences acquises :

- Comprendre les problématiques de sécurité.
- Gérer les risques liés aux technologies de l'information.
- Déployer les solutions techniques adaptées en fonction des contraintes de confidentialité, d'intégrité et de disponibilité des applications en entreprise.

Savoirs : Protocoles et normes télécoms, Protocoles IP, Règles de sécurité Informatique et Télécoms, Utilisation d'outil de supervision. Architecture réseau, Architectures de réseaux multiservices. Intégration de réseaux, Procédés de validation de réseaux. Méthodes d'analyse (systémique, fonctionnelle, de risques, ...); Normes et standards d'exploitation; Principes d'intégration de matériels et de logiciels; Normes qualité; Technologie de l'internet; Systèmes d'exploitation informatique; Gestion des risques (Risk Management); Cryptologie; Analyse d'incidents ; Procédures de tests; Audit interne.

Modalités de validation : examen final.

### Prérequis :

UTC505 et RSX101.

RSX103 fortement apprécié.

## U.E. Réseaux mobiles et sans-fil - RSX 116

Responsable : Selma Boumerdassi (selma.boumerdassi@cnam.fr)

Objectifs pédagogiques :

Comprendre les architectures des réseaux mobiles et les contraintes posées à l'infrastructure liés à la mobilité des utilisateurs et à l'utilisation du spectre radio.

Description :

Ce cours présente une brève histoire des systèmes de communication mobiles (de la 1G à la 4G) et leur évolution (5G et plus), les principes de la théorie de la communication sans fil, ainsi que leur implémentation et les verrous technologiques actuels.

Sujets traités :

- Principes de base de la communication sans fil : capacité du canal de communication (Shannon), phénomènes d'interférence et d'atténuation du signal, rappels des protocoles de partage de canal (CSMA, CDMA, TDMA, OFDMA).
- Les grands principes des réseaux cellulaires et de la mobilité : coordination et coopération entre antennes de base, politiques d'allocation de spectre aux utilisateurs, allocation des fréquences et des puissances aux antennes de base, densité cellulaire.
- Les différentes familles de réseaux sans fil : de la 1G à la 4G, WiFi (IEEE 802.11), introduction à la 5G, réseaux satellitaires et de localisation (GPS, Galiléo).
- Les réseaux MANET et VANET : protocoles et algorithmes de routage.
- La modélisation et la simulation des réseaux mobiles.

Modalités :

Présentiel.

Le programme de l'U.E. prévoit une majorité de cours magistraux. Les cours sont complétés avec des travaux pratiques et dirigés.

Compétences acquises :

- Maîtrise de l'architecture des réseaux cellulaires.
- Maîtrise de l'architecture des réseaux WiFi.
- Maîtrise de l'architecture des réseaux ad-hoc MANET/VANET.

Savoirs : Protocoles et normes télécoms, Technologies radiofréquences, Technologies numériques, Technologies analogiques, Techniques de multiplexage, Logiciels de modélisation et simulation, Traitement du signal. Architecture réseau, Réseaux de télécommunication, Architectures de réseaux audiovisuels, Architectures de réseaux de localisation (GPS, Galiléo), Architectures de réseaux de téléphonie mobile, Architectures de réseaux de transport, Réseaux informatiques et télécoms, Architectures de réseaux multimédia.

Modalités de validation :

Contrôle continu et examen final.

Prérequis :

RSX101  
RSX103

## U.E. Nouvelles architectures des réseaux - RSX 217

(anciennement RSX208)

Page web : <http://deptinfo.cnam.fr/~seccis/RSX217>

Responsable : Stefano Secci (stefano.secci@lecnam.net)

### Objectifs pédagogiques :

Donner les connaissances nécessaires à l'acquisition des savoir-faire en matière de conception de réseaux d'entreprise, de data-center et d'opérateurs de télécommunication. Permettre d'appréhender et de maîtriser les contraintes techniques par l'utilisation d'outils de modélisation et la mise en place de réseaux. Ce cours s'adresse aux élèves se destinant aux métiers d'architecte et d'administrateur de réseaux, ainsi qu'aux responsables de la définition de systèmes d'information.

### Description :

L'objectif de cette U.E. est de présenter les nouvelles technologies des réseaux IP. Le cours présentera d'abord l'évolution du routage et de la commutation pour l'architecture IP et Ethernet, leur ingénierie de trafic. Les nouvelles architectures pour la virtualisation, l'automatisation et la programmation des réseaux sont enseignées. Sujets traités :

- *Haute disponibilité* : calcul de disponibilité, fiabilité des réseaux, redondance.
  - *Technologies* : standard CEI 61078, MTTF, MTBF.
- *Routage Internet* : protocoles de routage Internet, gestion de la localisation IP.
  - *Technologies* : BGP, LISP.
- *Commutation MPLS* : principes de la commutation par référence, protocoles de distribution des étiquettes, empilage d'étiquettes, généralisation aux niveaux 2 et 1.
  - *Technologies* : ATM, MPLS, LDP, MP-BGP, MPLS-VPN.
- *Ingénierie de trafic* : solutions d'ingénierie de trafic IP avec les protocoles de routage à état de lien, IP/MPLS avec ses extensions TE et inter-domaines, et dans le cadre des réseaux à contrôle centralisé.
  - *Technologies* : IP-TE, MPLS-TE, PCE, SDN.
- *Ethernet carrier-grade* : évolution de la commutation Ethernet vers le routage Ethernet et l'ingénierie de trafic, des réseaux locaux aux réseaux métropolitains.
  - *Technologies* : famille IEEE 802.1, STP, RSTP, VLAN ; PB, PBB, MSTP ; PBB-TE, OpenFlow, TRILL, L2LSP, PWE3 ; VPLS.
- *Virtualisation des réseaux* : commutation virtuelle, conception de data-center et fiabilité, virtualisation des fonctions réseau, mobilité des machines virtuelles, système d'exploitation des réseaux, réseaux de stockage, architectures de data-center, protocoles de cloud overlay, gestion de la qualité de l'expérience cloud.
  - *Technologies* : NFV, VMM, VXLAN, NVGRE, STT, OpenStack.

### Modalités :

Présentiel. Le programme de l'U.E. prévoit des cours magistraux et des travaux pratiques sur BGP, MPLS et SDN, en utilisant des outils de simulation et expérimentation. Le dernier TP sert de base pour des mini-projets d'expérimentation sur SDN/NFV en groupe et avec exposés finaux.

### Compétences acquises :

- Architecte, concepteur ou administrateur de réseaux d'entreprise, d'opérateur, de data-center.
- Architectures IP/MPLS, Ethernet, SDN/NFV pour les réseaux d'opérateurs et les datacenters.

*Savoirs* : Protocoles et normes télécoms, Protocoles IP, Technologies numériques, Technologie des fibres optiques, Techniques de multiplexage, Règles de sécurité Informatique et Télécoms, Utilisation d'outil de supervision, Logiciels de modélisation et simulation. Architecture réseau, Réseaux de télécommunication, Intégration de réseaux, Procédés de validation de réseaux, Architectures de plateformes de service, Architectures de réseaux audiovisuels, Architectures de réseaux de téléphonie fixe, Architectures de réseaux de transport, Réseaux informatiques et télécoms, Architectures de réseaux multimédia, internet, Architectures de réseaux multiservices. Normes rédactionnelles; Technologie de l'internet. Système réseau (LAN, MAN, WAN).

### Modalités de validation :

Contrôle continu (rapports de TP et mini-projet, exposés) et examen final.

### Prérequis :

RSX 101.

RSX 102 ou RSX 103.

RSX 112 ou RSX 116.

## U.E. Projets avancés en réseaux - RSX218

(anciennement RSX207)

Page web : <http://deptinfo.cnam.fr/~seccis/RSX218>

Responsable : Stefano Secci (stefano.secci@lecnam.net)

### Objectifs Pédagogiques :

Donner les connaissances nécessaires à l'acquisition des savoir-faire en matière de conception de réseaux d'entreprise, de data-center et d'opérateur de télécommunication et permettre d'appréhender et de maîtriser les contraintes techniques et économiques par l'utilisation d'outils de modélisation et la mise en place effective de réseaux. Ce cours s'adresse aux élèves se destinant aux métiers d'architecte et d'administrateur de réseaux, ainsi qu'aux responsables de la définition de systèmes d'information.

### Description :

L'objectif de l'U.E. est de mener des projets avancés en réseau, en montant en compétence sur des architectures et des technologies qui soit ont été récemment adoptées dans les architectures de réseau-système (réseaux d'entreprise, d'opérateur, de data-center, personnel ou déployables), ou qui sont en cours d'adoption. Les projets proposés consistent en la conception et l'expérimentation d'une application de réseau, d'émulation d'une configuration de réseau, de mise en place d'une plateforme de réseau d'évaluation ou de test, généralement dans le cadre d'une activité de déploiement, de développement ou de recherche plus importante. Les projets offrent l'occasion aux participants d'acquérir une expérience de travail en équipe, de gestion de projets, de rédaction de rapports techniques et d'exposé oral, et de monter en compétence sur des technologies d'avenir.

Les projets peuvent porter sur les sujets suivants :

- Virtualisation et réseaux logiciels : protocoles et architectures NFV (Network Functions Virtualisation), Cloud IaaS (Infrastructure as a Service), SDN (Software Defined Networking), leur orchestration, et plateformes.
- IoT (Internet of Things) et systèmes embarqués : protocoles, systèmes, orchestration, et leur intégration à l'infrastructure.
- Sécurité des réseaux : protocoles, détection d'anomalies, émulation d'attaques, évaluation de solutions de mitigation contre les attaques.
- Réseaux sans fil et mobiles : WiFi et ses évolutions, réseaux cellulaires, réseaux de capteurs et protocoles.

### Modalités :

Présentiel et FOAD Hybride. Les sujets de projet proposés nécessitent un travail collaboratif (en binôme ou trinôme) sur un peu plus de 4 mois. Chaque projet est encadré par un tuteur de l'équipe pédagogique et l'évaluation est réalisée de manière individuelle. Les participants doivent se constituer en groupes, en accord avec le responsable. Le choix d'attribution des projets est à la discrétion de l'équipe pédagogique. Les projets ne peuvent pas être dupliqués. Exceptionnellement les projets peuvent être individuels.

### Compétences acquises :

- Organisation d'un travail en équipe-projet ;
- Etude bibliographique et de l'état de l'art sur une technologie.
- Maîtriser le cycle de vie d'un projet réseaux : programme, étude, design, conception et mise en œuvre, tests opérationnels et recette.
- Gestion de projet.

### Savoir-faire :

- Recueillir et définir les besoins de l'entreprise, des clients, des utilisateurs en matière de systèmes télécoms (capacité, fiabilité, sécurité, ...)
- Concevoir un projet télécom
- Définir et élaborer les spécifications fonctionnelles et techniques d'un réseau, d'équipements télécoms (matériel, logiciel, implantation)
- Déterminer des composants d'architecture, des technologies, des équipements, des outils supports et les intégrer selon les spécifications
- Définir et contrôler les procédures, les protocoles d'essais, de tests ou de validation de réseaux télécoms
- Dimensionner, planifier et suivre la capacité du réseau télécom et de ses interconnexions
- Analyser les conditions de fonctionnement et d'utilisation et mettre en place des solutions d'ajustements, d'évolutions ou de migrations de réseaux et de ressources
- Traiter l'information (collecter, classer et mettre à jour)
- Intervenir sur des architectures, ingénieries de réseaux

- Concevoir le design, les spécifications ou configurations d'un réseau télécoms
- Etudier des terrains potentiels
- Suivre et négocier l'installation (droit de passage, baux) d'un site d'implantation et d'infrastructures de réseaux télécoms (pylônes, antennes, câbles, ...)
- Conseiller un utilisateur dans des choix de technologies, de matériels, de logiciels
- Concevoir et décliner la mise en oeuvre de la stratégie technique de l'opérateur télécoms
- Coordonner les différentes étapes d'un projet
- Piloter un projet
- Coordonner l'activité d'une équipe

*Savoirs* : Protocoles et normes télécoms, Protocoles IP, Technologies radiofréquences, Technologies numériques, Technologies analogiques, Technologie des fibres optiques, Techniques de multiplexage, Règles de sécurité Informatique et Télécoms, Utilisation d'outil de supervision, Logiciels de modélisation et simulation, Traitement du signal. Architecture réseau, Réseaux de télécommunication, Intégration de réseaux, Procédés de validation de réseaux, Architectures de plateformes de service, Architectures de réseaux audiovisuels, Architectures de réseaux de localisation, Architectures de réseaux de téléphonie fixe, Architectures de réseaux de téléphonie mobile, Architectures de réseaux de transport, Réseaux informatiques et télécoms, Architectures de réseaux multimédia, internet, Architectures de réseaux multiservices. Cahier des charges; Intelligence artificielle; Méthodes d'analyse (systémique, fonctionnelle, de risques, ...); Normes et standards d'exploitation; Principes d'intégration de matériels et de logiciels; Normes qualité; Règles de sécurité Informatique et Télécoms; Normes rédactionnelles; Technologie de l'internet; Produits multimédia; Systèmes d'exploitation informatique.

Modalités de validation :

L'évaluation s'effectue en contrôle continu, avec l'évaluation d'un cahier de charge, d'un rapport intermédiaire, d'un rapport final, d'une vidéo de démonstration, et des exposés effectués pour les présenter.

Prérequis :

RSX 101.

RSX 102 ou RSX 103. NSY115 très apprécié.

RSX 112 pour les projets en sécurité des réseaux.

RSX 116 pour les projets en réseaux sans fil et mobiles.

RSX 217 pour les projets en virtualisation et réseaux logiciels.

## *Filière Systèmes*

Comme pour la filière Réseaux, l'introduction d'un tronc commun pour la filière Systèmes (UTC502) a fait glisser du contenu et permis d'actualiser le programme des UE.

Plus précisément, les glissements de contenus peuvent être résumés ainsi :

- de SMB137 à UTC502 : notions de base des systèmes d'exploitation, introduction des appels système, et gestion de la mémoire.
- de SMB111 à RSX102 : algorithmique distribuée, cohérence des données, tolérance aux fautes.
- de SMB214 et SMB215 à SMB111 : introduction aux architectures de type Mobile Edge Computing, aux protocoles de gestion et configuration des objets connectés.

Ceci a permis la mise à jour du programme, notamment de développer SMB 137 comme une UE détaillant les systèmes d'exploitation en particulier pour les systèmes embarqués, les objets connectés. SMB137 sert également comme introduction aux systèmes de virtualisation. Cette dernière partie est développée davantage dans SMB111 qui devient une UE portant sur les architectures de virtualisation et du Cloud computing. SMB214 peut ainsi évoluer vers une UE focalisée sur les systèmes de confiance pour différentes infrastructures technologiques. SMB215 correspond à l'approfondissement de certains cas d'usage couverts dans SMB214.

Il est à noter qu'afin de ne pas confondre les auditeurs, un changement de code pour SMB137 en SMB101 est introduit.

Il faut mentionner que les UE NSY103 et NSY104, portant également sur les bases des systèmes d'exploitation, sont susceptibles d'évoluer vers une seule UE. Des discussions sont en cours avec l'objectif d'une mise à jour de contenus pour 2020/2021.

## U.E. Système - UTC502

Responsable : Joelle Delacroix-Gouin (joelle.delacroixgouin@lecnam.net)

Objectifs pédagogiques :

Comprendre les principes fondamentaux des systèmes d'exploitation multiprogrammés

Description : L'objectif de cette Unité d'enseignement est de permettre aux élèves d'acquérir et de comprendre les principes de base qui sous-tendent le fonctionnement des systèmes d'exploitation multiprogrammés. A travers cours et exercices dirigés les mécanismes fondamentaux de la gestion des exécutions de programmes, de gestion de la mémoire centrale et de protection sont notamment abordés.

Sujets traités :

- Notions de base sur les systèmes d'exploitation, Mise en œuvre de la protection/isolation : notion d'espace d'adressage, de modes d'exécution.
- Modes user/superviser, introduction des appels système.
- Gestion des exécutions des programmes, processus, ordonnancement, threads.
- Synchronisation.
- Gestion de la mémorisation, mémoire centrale pagination, problèmes de gestion mémoire et d'allocation de blocs de tailles variables.
- Notion de base en administration système, comptes, droits, etc gestion des I/O asynchrones et des interruptions.

Modalités :

FOAD.

Compétences acquises :

- Appréhender les mécanismes fondamentaux des systèmes d'exploitation.

Savoirs : Systèmes d'exploitation informatiques.

Modalités de validation :

Contrôle continu (devoirs notés) et examen final.

Prérequis

BAC+2



## U.E. Systèmes d'exploitation : principes, programmation et virtualisation - SMB101

(anciennement SMB137)

Responsable : Samia Bouzefrane (samia.bouzefrane@cnam.fr)

### Objectifs pédagogiques :

Ce cours a pour objectif de présenter les concepts des systèmes d'exploitation et leur programmation en étudiant les mécanismes de base des systèmes d'exploitation classiques mais aussi ceux des systèmes temps réel, des systèmes embarqués et des objets connectés. Les principes de virtualisation des systèmes d'exploitation sont aussi abordés dans ce cours.

### Description :

Sujets traités :

- Concepts et paradigmes des systèmes d'exploitation classiques.
  - Mécanismes de mise en œuvre des primitives dans le noyau de systèmes tels que Linux ou Unix BSD : notion de processus, de thread, parallélisme et synchronisation, ordonnancement, gestion de la mémoire virtuelle, gestion des signaux, etc.
- Concepts et paradigmes des systèmes embarqués et systèmes temps réel.
  - Architecture, notion de tâche périodique et aperiodique, gestion des interruptions, politiques d'ordonnancement temps réel, gestion des handlers, etc.
- Concepts et principes de la virtualisation de systèmes
  - Etude des différentes techniques mises en œuvre dans les hyperviseurs logiciels (VMWare, Xen, KVM).
  - Support matériel de la virtualisation de systèmes.
  - Etude du support de la virtualisation intégré dans les architectures matérielles récentes : processeurs Intel-VT, mécanismes de Direct I/Os, fonctions PCI virtuelles.

### Modalités :

Présentiel et FOAD.

Les séances de cours sont suivies de séances de TP permettant d'illustrer les concepts étudiés. En plus de TP sous Linux, des TP peuvent être proposés sur d'autres plates-formes comme FreeRTOS pour les systèmes temps réel, Raspberry pi ou Arduino pour illustrer la programmation des systèmes embarqués et les plates-formes mobiles (Android par exemple) comme exemple d'objets connectés. La virtualisation traitera de la gestion des machines virtuelles à l'aide d'hyperviseurs mais aussi de solutions de virtualisation avec empreinte plus légère comme les Container Docker. Ainsi des TP sur la virtualisation et la conteneurisation (exemple de Kubernetes) viennent illustrer les concepts étudiés en séances de cours.

### Compétences acquises :

- Conception et programmation de tout type de système d'exploitation (système classique comme Linux, système temps réel, système embarqué pour objets connectés).
- Architecture et fonctionnement des systèmes d'exploitation tels que Unix et Linux mais aussi des systèmes embarqués (comme par exemple Raspberry pi, Arduino, STM32, ou Android) et des systèmes temps réel (dans le domaine de l'avionique, des automobiles, etc.) pour maîtriser leur administration et le développement d'applications.
- Maîtrise des principes sous-jacents à la virtualisation de systèmes afin de faciliter l'intégration et l'administration de ce type de service dans un système informatique (Cloud Computing, Haute Disponibilité, Tolérance aux pannes, etc.).

*Savoirs* : Principes d'intégration de matériels et de logiciels; Technologie de l'internet ; Systèmes d'exploitation informatique ; Système embarqué. Système temps réel.

### Modalités de validation :

Examen final

### Prérequis :

UTC502.

## U.E. Systèmes et applications répartis pour le Cloud - SMB111

Responsable : Samia Bouzefrane (samia.bouzefrane@cnam.fr)

Objectifs pédagogiques :

Le contenu de l'UE est dédié à la compréhension des architectures systèmes distribués pour le Cloud Computing et BigData mais aussi au développement d'applications et à l'utilisation de plates-formes Cloud.

Description :

La virtualisation qui est la base du Cloud Computing est abordée dans ce cours à travers différents volets qui sont :

- La virtualisation système ;
- Les solutions de conteneurisation ;
- La virtualisation réseau ;
- La virtualisation de stockage ;

L'utilisation d'un Cloud privé ou d'un Cloud public servira à illustrer les différents modèles de services (SaaS, PaaS et IaaS) du Cloud computing. Différentes architectures sont étudiées (Cloud comme serveur, Cloudlet, Mobile Edge Computing) et des domaines d'applications montrent les diverses utilisations du Cloud comme par exemple : les plates-formes mobiles et Cloud, la convergence du Cloud et de l'internet des objets pour le traitement massif de données, les véhicules intelligents et le Cloud, etc.

Modalités :

Présentiel et FOAD.

Des séances de TP sont proposées pour illustrer les différents concepts de Cloud Computing et de BigData en s'appuyant sur un Cloud privé ou un fournisseur de Cloud public (comme IBM, Windows Azure, ou autre). Certains TPs traitent de la virtualisation, d'autres de la programmation d'applications basées sur le Cloud. Des plates-formes de BigData sont étudiées et des travaux pratiques utilisant Spark ou Hadoop sont aussi proposés.

Compétences acquises:

- Le modèle de services: SaaS, PaaS, IaaS
- Illustration du modèle de services à travers une plateforme Cloud
- Techniques de virtualisation et gestion de VMs
- Techniques de conteneurisation.
- Principes des différents types de Cloud : stockage, calcul et réseau.
- Développement d'applications avec externalisation sur le Cloud.

Savoirs : Principes d'intégration de matériels et de logiciels ; Technologie de l'internet ; Système embarqué ; Systèmes d'exploitation informatique (Linux, UNIX). Système temps réel ; Système de Gestion de Bases de Données.

Modalités de validation:

Examen final.

Prérequis :

RSX102 et SMB101

## U.E. Conception et développement pour systèmes mobiles - SMB116

Responsable : Jean-Michel Douin (jean-michel.douin@cnam.fr)

Page web : <http://jfod.cnam.fr/SMB116>

### Objectifs pédagogiques :

Le contenu de l'UE est dédié à la conception et au développement d'applications pour mobiles, communicants entre eux et intégrés dans un environnement constitué de réseaux de différentes technologies. L'auditeur apprendra à concevoir des applications mobiles sous Android et à utiliser les technologies Google liées à cet environnement.

### Description :

Les concepts fondamentaux de la plateforme Android sont décrits sous l'angle de la mobilité et de l'interactivité. Un intérêt particulier est porté à l'interaction avec le matériel et ainsi qu'à la communication entre mobiles. Les aspects réseau et communication représentent une partie importante de cet enseignement. Les mécanismes de persistance et de partage des données sont également traités.

### Sujets traités :

- La plate-forme Android et les fondamentaux
  - Architecture Android, structure d'une application, les composants fondamentaux.
- Interfaces utilisateurs
  - Vues et conteneurs, gestion des événements, menus et dialogues.
- Les *intents*
  - Principe de fonctionnement, les concepts associés actions, données, catégories
  - Récepteur d'*intents* (Broadcast Receiver).
- Persistance et partage
  - Les préférences partagées, le stockage dans des fichiers, les bases de données SQLite.
- Services
  - Threads, notifications et alarmes.
  - Services locaux et services distants.
- Interaction avec le matériel
  - Capteurs (gyroscope, accéléromètre, boussole, ...).
  - Géolocalisation, cartes géographiques (Google Maps).
- Interaction communautaire
  - Téléphonie, carte SIM, Wi-Fi, Bluetooth (BLE).
  - Communication en champ proche (NFC).
  - Réseaux de mobiles
    - Cloud-messaging (Firebase).
    - Découverte de service, mDNS-SD, LoWPAN, NearBy.
- Objets Android interconnectés
  - Serveur/serveur, clients/serveur.
  - Montres, AndroidThings (Raspberry Pi), etc.

### Modalités :

FOAD en direct et podcast.

### Compétences acquises :

- L'environnement Android
- Développement d'applications pour mobiles
- Réseaux de mobiles interconnectés

Savoirs : Langage de programmation (Java) ; Principes d'intégration de matériels et de logiciels ; Technologie de l'internet ; Système embarqué ; Systèmes d'exploitation informatique (Android).  
Système temps réel.

### Modalités de validation :

Examen écrit, travaux pratiques.

### Prérequis :

Les auditeurs doivent avoir une connaissance et une pratique de la programmation objets et du langage Java.

## U.E. Infrastructure technologique et nouveaux systèmes - SMB214

Responsable : Pierre Paradinas (pierre.paradin@cnam.fr)

Objectifs pédagogiques :

L'UE SMB214 s'intéresse au système en tant qu'infrastructure technologique supportant les applications numériques.

Plusieurs infrastructures sont étudiées, incluant l'Internet des objets et ses liens avec le « Cloud computing », avec des points particuliers comme les très grands systèmes de fichiers, l'algorithmique et les architectures distribuées, avec des préoccupations de qualité, efficacité, sécurité, déploiement, passage à l'échelle, etc. De plus les relations entre ces systèmes et l'utilisateur final sont au cœur de cette UE. Les systèmes distribués étudiés vont des grilles de calcul aux réseaux de capteurs en passant par le Cloud computing et l'Internet des objets. L'objectif est de former les auditeurs aux différentes architectures des systèmes contemporains.

Description :

Dans le cadre de son déploiement au centre de Paris, cette UE aborde les principes des éléments de sécurité (SE et de leur déploiement, des « HSM » (Hardware Security Module), l'Internet des objets à travers l'étude et le test d'objets intelligents connectés comme l'Android, l'Arduino ou Raspberry pi, avec prise en compte des dimensions « confiance numérique », « interaction avec le Cloud computing ».

Sujets traités :

- Internet des objets ;
- Eléments de sécurité (SE et de leur déploiement, des « HSM » (Hardware Security Module), l'Internet des objets à travers l'étude et le test d'objets intelligents connectés comme l'Android, l'Arduino ou Raspberry pi, avec prise en compte des dimensions « confiance numérique », « interaction avec le Cloud computing ».
- les systèmes embarqués communicants ;
- les réseaux de capteurs sans fil, le Cloud computing et la virtualisation ;
- le smart grid, la consommation d'énergie ou le « Big data » .

Modalités :

L'UE est construite sur une approche collaborative et participative, avec des séminaires, cours et TDs pour les 2/3 du temps et présentations faites par les participants de résultats de travaux menés en groupe de recherche (1/3).

Compétences acquises :

- Connaissance approfondie de systèmes embarqués à travers l'étude d'architectures, des contraintes et de la programmation de ces systèmes.

*Savoirs* : Principes d'intégration de matériels et de logiciels ; Technologie de l'internet ; Intelligence artificielle ; Systèmes d'exploitation informatique ; Système embarqué. Système temps réel ; Système de Gestion de Bases de Données ; Règles de sécurité Informatique. Petits systèmes personnels sécurisés, éléments de sécurité (SE: Security Element). TPM & HSM.

Modalités de validation :

Examens et exposés.

Prérequis :

UTC502, SMB101, RSX112 et SMB111.

## U.E. Infrastructure technologique et confiance - SMB215

Responsable : Pierre Paradinas (pierre.paradinas@cnam.fr)

Objectifs pédagogiques :

Approfondir différents aspects concernant les infrastructures technologiques et les nouveaux systèmes, sur le plan de l'architecture système et technique et des systèmes informatiques répartis. L'UE a pour objectif de faire découvrir les concepts les plus avancés des éléments de sécurité, du Cloud et des applications du numérique.

L'objectif pédagogique est de développer une vision du futur et des technologies qui seront mises en œuvre dans les nouvelles applications du numérique.

Description :

Les applications identifiées vont des villes intelligentes, la maison connectée, les systèmes de paiement, l'Internet des objets et les systèmes cyber-physiques en réseau, la blockchain, etc. La liste des applications complète est actualisée en fonction des préoccupations de l'actualité informatique et numérique.

Modalités :

L'UE est construite sur une approche collaborative et participative, avec des séminaires, cours et TDs pour les 1/3 du temps et présentations faites par les participants de résultats de travaux menés en groupe de recherche (2/3).

Compétences acquises :

- Concepts pour la construction d'architectures de systèmes distribués.

*Savoirs* : Principes d'intégration de matériels et de logiciels ; Technologie de l'internet ; Intelligence artificielle ; Systèmes d'exploitation informatique ; Système embarqué. Système temps réel ; Système de Gestion de Bases de Données ; Algorithmique. Règles de sécurité Informatique. Petits systèmes personnels sécurisés, éléments de sécurité (SE: Security Element). TPM & HSM.

Modalités de validation :

Examen et exposés.

Prérequis :

UTC502.  
SMB101 et SMB111.  
NFP209.

## *Filière en Multimedia*

Les UE relevant du domaine "multimédia" offertes au catalogue pour le diplôme d'ingénieur HTT était jusqu'à 2018/2019 les suivantes :

- NSY116 : Multimédia et interaction humain-machine
- RSX104 : Synthèse d'image et réalité virtuelle (intitulé modifié en sept. 2018)
- NSY110 : Interaction Humain-Machine
- SMB117 : Design d'interaction pour mobile (actuellement seulement en certificat)
- RSX205 : Conception d'application multimédia I
- RSX206 : Conception d'application multimédia II

On pourrait ajouter à cette liste NSY122 (Analyse des images et des sons numériques). Cette dernière est en pratique gérée par l'équipe pédagogique SIBD et a plus une finalité "big data" que design d'interaction.

Depuis quelques années, aucune de ces UE n'est dispensée en présentiel au Cnam-Paris, faute d'effectif suffisant. RSX205-6 sont disponibles par une FOAD opérée au CCR Aquitaine. La situation s'explique au moins en partie par le fait que, dans la précédente organisation du diplôme, ces UE étaient en "concurrence" entre elles, empêchant les auditeurs de suivre un parcours cohérent qui conclue logiquement par les UE de spécialisation (ici RSX205-6).

Il n'y a aucun doute sur la réalité métier des UE proposées, avec la montée en puissance des métiers du design d'interaction ("expérience utilisateur - UX") associés au web, aux mobiles, aux objets intelligents, etc. Le Cnam porte d'ailleurs deux diplômes spécifiques au domaine : le diplôme ingénieur en alternance "Science et technologie des médias numériques" (STMN, opéré à Angoulême et Toulon) et le Master "Jeu vidéo et média interactif" (JMIN à l'ENJMIN Angoulême). A cela s'ajoute un Mastère opéré avec Les Gobelins (IDE, "Designer d'expérience interactive et ludique"). Ces trois diplômes mobilisent intensément l'équipe pédagogique en charge aussi du diplôme ingénieur HTT.

Nous avons marginalement mis à jour le contenu des UE et leurs intitulés. Une autre modification utile dans la suite est d'identifier les UE multimédia par un code spécifique : MUX. Nous décrivons dans la suite ces UE avec leur programme actuel et le nouveau préfixe suivi d'un numéro séquentiel également nouveau afin de ne pas confondre les auditeurs. Notre ambition est de pouvoir les ouvrir au Cnam Paris en modalité hybride.

Nous articulerons à la fin leur intégration précise dans le cycle d'ingénieur en informatique HTT.

## U.E. Multimédia et interaction humain-machine - MUX101

(anciennement NSY116)

Responsable : Pierre Cubaud (pierre.cubaud@cnam.fr)

Objectifs pédagogiques :

Acquérir les bases de l'informatique multimédia et de l'interaction humain-machine.

Description :

Sujets traités :

- Généralité sur les médias
- Présentation de Processing
- Interfaces graphiques
- Numérisation de l'image et du son
- Traitement d'image
- Techniques graphiques 2D
- Animation interactive 2D
- Traitement du son
- Synthèse sonore
- Le texte et la lecture numérique
- Visualisation d'information
- Image 3D et immersion
- Réalité augmentée et smart objects
- Soutenances projets

Bibliographie

- J.M. Gérard et J.N. Lafargue : Processing, le code informatique comme outil de création. Pearson, 2011.
- B. Shneiderman et C. Plaisant : Designing the user interface, Pearson, 2010
- A. DIX, J. FINLAY, G. ABOWD, R. BEALE : Human-Computer Interaction, London, Prentice Hall Europe, 1998

Modalités :

Hybride.

Compétences acquises :

- Connaissances théoriques de différents médias visuels et sonores.

Savoirs : produits multimédia, Système interactif d'aide à la Décision (SIAD).

Modalités de validation :

Evaluation de projets et examen final.

Prérequis :

Niveau BAC+2.

## U.E. Interaction humain-machine - MUX102

(anciennement NSY110)

Responsable : Tifanie Bouchara (tifanie.bouchara@cnam.fr)

Objectifs pédagogiques :

Apprendre à concevoir et à écrire des interfaces utilisateurs en mettant l'accent sur les règles d'ergonomie.

Description :

Sujets traités :

- Les générations d'IHM : importance, évolution et perspectives.
- Bases d'ergonomie des IHM.
- Outils et méthodes de base pour les IHM.
- Bibliothèque et API pour les IHM : AWT et Swing Java, XML et XSLT.
- L'apport des sciences cognitives.
- Processeur humain, théorie de l'action, modèle mental et modèle conceptuel.
- Recommandations ergonomiques (Afnor, organisation de l'écran, traitement des erreurs).
- WWW et style guide.
- Méthodes de conception et évaluation d'interfaces.
- Présentation d'informations pour le web.
- Concepts du web : HTTP, HTML, programmation coté serveur et coté client.
- Interactivité (JavaScript, Ajax, servlet et JSP).
- Les Interfaces humain-machine pour les équipements mobiles : Android.
- Projet de synthèse.

Bibliographie

- Farinone, Pujos : site web de la valeur IHM du CNAM
- Flanagan, David : Java in a nutshell édition O'Reilly France
- Damien GUIGNARD, Julien CHABLE, Emmanuel ROBLES, Nicolas SOREL : Programmation Android

Modalités :

Hybride.

Compétences acquises :

- Etre capable de programmer des interfaces humain-machine suivant les règles d'ergonomie reconnues.

Savoirs : produits multimédia, Système interactif d'aide à la Décision (SIAD). Architectures de réseaux multimédia, internet

Modalités de validation :

Evaluation de projets et examen final.

Prérequis :

MUX101.



## U.E. Design d'interaction pour mobiles - MUX103

(anciennement SMB117)

Responsable : Jérôme Dupire (jerome.dupire@cnam.fr)

Objectifs pédagogiques :

Savoir concevoir, réaliser et tester une application interactive dans un contexte d'informatique ubiquitaire/ambiante.

Description :

Sujets traités :

- Bases psycho-cognitives et ergonomie
- Exemples de contextes applicatifs
- Spécificité des applications embarquées, limites et richesses
- Méthodologies de conception
- Interactions graphiques
- Interactions par les capteurs
- Interactions par les réseaux de communication
- Interactions sonore et haptique
- Principes et applications de réalité virtuelle, augmentée et mixte
- Techniques d'évaluation

Bibliographie

- Philippe Fuchs (sous la direction de) : Le traité de la réalité virtuelle, Troisième édition Transvalor - Presses des Mines.
- Rogers, Sharp, Preece : Interaction Design

Modalités :

Hybride.

Compétences acquises :

Etre capable de mener la réalisation d'une application fortement interactive avec son environnement, au travers des dispositifs embarqués, en utilisant les interfaces et interactions les plus adaptées pour répondre à un cahier des charges.

Savoirs : produits multimédia, Système interactif d'aide à la Décision (SIAD). Architectures de réseaux multimédia, internet

Modalités de validation :

Evaluation de projets et examen final.

Prérequis :

MUX102.

## U.E. Synthèse d'image et réalité virtuelle - MUX104

(anciennement RSX104)

Responsable : Pierre Cubaud (pierre.cubaud@cnam.fr)

Objectifs pédagogiques :

Acquérir les bases techniques et algorithmiques de la synthèse d'images et de la réalité virtuelle

Description :

Sujets traités :

- Introduction, Image numérique, couleur, perception visuelle
- Rendu 1 : lancé de rayon, radiosité
- Rendu 2 : pipeline standard de rendu
- Rendu 3 : synthèse temps réel, GPU, shaders
- Modélisation 1 : polyèdres, facettage
- Modélisation 2 : surfaces paramétrées
- Modélisation 3 : graphe de scène
- Techniques d'interaction 3D
- Animatique 1 : trajectoires
- Animatique 2 : déformations
- Le relief, l'immersion
- Réalité virtuelle
- Modalité d'évaluation

Bibliographie

- Malgouyres, R. : Algorithmes pour la synthèse d'images et l'animation 3D, DUNOD, 2002
- Fuchs, P. (dir.) : Traité de la réalité virtuelle, Presse des Mines

Modalités :

Hybride.

Compétences acquises :

- Maîtrise des bases techniques et algorithmiques de la synthèse d'images et de la réalité virtuelle.

Savoirs : produits multimédia, Système interactif d'aide à la Décision (SIAD).

Modalités de validation :

Evaluation de projets et examen final.

Prérequis :

MUX101.

## U.E. Média numériques avancés - MUX205

(anciennement RSX205)

Responsable : Guillaume Levieux (guillaume.levieux@cnam.fr)

Objectifs pédagogiques :

Acquérir la maîtrise des médias numériques, images et sons.

Description :

Sujets traités :

- Programmation GPU, shaders
- Synthèse du son et spatialisation
- Unity et autres moteurs

Modalités :

Hybride, FOAD.

Compétences acquises :

- Capacité à maîtriser des médias numériques complexes.

Savoirs : produits multimédia, Système interactif d'aide à la Décision (SIAD).

Modalités de validation :

Evaluation de projets et examen final.

Prérequis :

MUX104

## U.E. Conception de médias interactifs - MUX206

(anciennement RSX206)

Responsable : Stéphanie Mader (stephanie.mader@cnam.fr)

### Objectifs pédagogiques :

Spécifier, concevoir des applications multimédias s'appuyant sur des interfaces multimédia interactives dans les domaines culturels (jeux et logiciels culturels interactifs, édition électronique, télévision interactive), industriel (télémanipulation, interfaces de commande de processus, simulateurs d'entraînement), de la communication (publicité et communication d'entreprise, la visiophonie, la téléconférence et de façon plus générale tous les types de communication interactives à distance).

### Description :

Sujets traités :

- Jeu vidéo et gamification
- Installations interactives
- Visualisation d'information (avec RCP216)
- Séances mutualisées

### Modalités :

Hybride, FOAD.

### Compétences acquises :

- Capacité de comprendre un texte ou faire un exposé sur un sujet avancé dans le domaine du multimédia et en particulier dans le domaine de l'animation, du jeu vidéo et des rapports image/son.

Savoirs : produits multimédia, Système interactif d'aide à la Décision (SIAD).

### Modalités de validation :

Evaluation de projets ou exposés finaux.

### Prérequis :

MUX205 ou MUX103.

## *Intégration au sein du cycle d'ingénieur en informatique*

L'intégration des trois filières avec les prérequis a nécessité des changements de la maquette IRSM. Nous reportons dans la suite la proposition de la nouvelle maquette, avec des changements aux 6 UE de 6 ECTS curriculaires juste après le groupe UTC, et des changements marginaux pour les autres groupes de choix en **gras** pour les ajouts, en *italique* pour les changements de code et en ~~texte barré~~ pour les UE retirées.

- I. 5 UE de tronc commun (UTC) pour un total de 15 ECTS
  - UTC501, UTC502, UTC503, UTC504, UTC505
- II. 1 UE de langue anglaise de 6 ECTS à choisir parmi 3
  - ANG100, ANG200, ANG300
- III. 6 UE de 6 ECTS, dont au moins 1 pour chaque parcours et au moins 2 dans son parcours :
  - Parcours AISL : NSY103, NSY104, NFP119, NFP121, NSY115, GLG105, SEC102, NSY014
  - Parcours IRSM : RSX101, RSX102, RSX103, MUX101, MUX102, SMB101, **SEC105**, ~~SEC104~~
  - Parcours ISI : NFE108, NFP107, NFE115, NFE114, SEC101
  - Parcours IMO : RCP101, RCP105, RCP104, RCP110, NFP108
- IV. 2 UE IRSM de 6 ECTS à choisir parmi 6
  - SMB111, SMB116, RSX116, RSX112, **MUX103**, *MUX104*, RSX103, RCP103, ~~RSX102, NSY122~~
- II. 18 ECTS à choisir dans une liste de 27 UE extra-disciplinaires
- V. 2 UE IRSM de 6 ECTS à choisir avec un des groupes d'UE suivants
  - *RSX217 et RSX218*
  - SMB214 et SMB215
  - *MUX205 et MUX206*
- VI. 5 UE obligatoires (72 ECTS)
  - ENG221 (6 ECTS), UA2B30 (0 ECTS), UAMM91 (42 ECTS); UAP01 + UAEP03 d'expérience professionnelle (9+15 ECTS)

Avec les règles de prérequis suivantes à expliciter :

- RSX101 est un prérequis pour RSX102 et RSX103 au niveau de III/IRSM.
- RCP101 ou RCP105 sont un prérequis pour les autres UE au niveau de III/IMO.

Et les règles d'exclusion spécifiques aux parcours suivantes à expliciter :

- Une seule UE entre RCP101 et RCP105 à prendre au niveau de III/IMO.

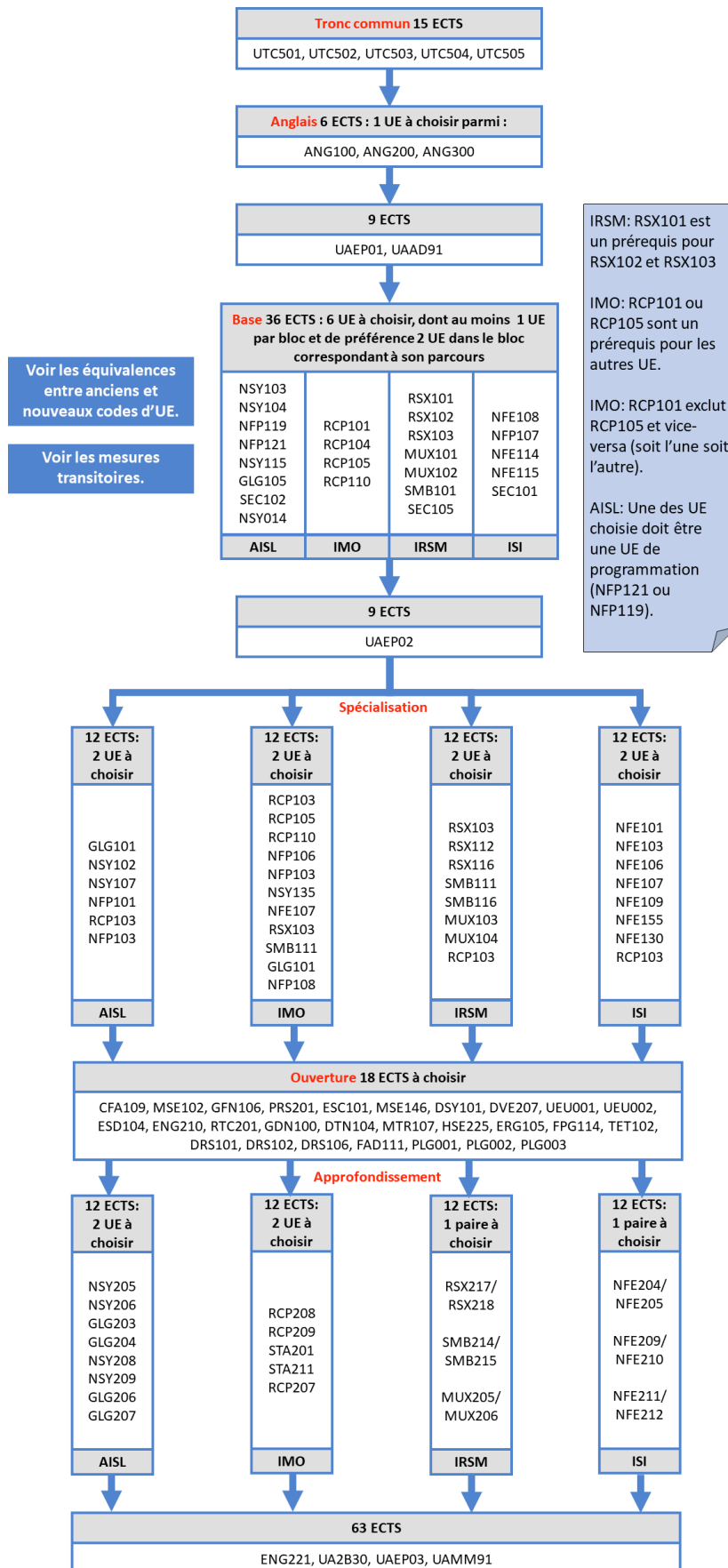
Il est à noter qu'en régime transitoire trois UE SEC sont ajoutés au sein du bloc III pour les parcours AISL, IRSM, ISI et ce afin de faciliter l'admission au cycle d'ingénieur des auditeurs du nouvel parcours Cybersecrurité du RNCP II. D'autres mesures transitoires seront également définies pour le bloc IV.

Distribution sur les semestres pour les UE RSX et SMB :

1<sup>er</sup> semestre : RSX101, RSX116, RSX217, SMB101, SMB111, SMB214

2<sup>nd</sup> semestre : RSX102, RSX103, RSX112, RSX218, SMB116, SMB215

Nous reportons dans la suite un schéma global décrivant la nouvelle forme du cycle d'ingénieur en informatique à partir de 2019/2020.



## *Intégration au sein du cycle d'ingénieur en télécommunications et réseaux*

Nous reportons dans la suite le parcours donné actuellement aux auditeurs, avec des changements marginaux en **gras** pour les ajouts, en *italique* pour les changements de code et en ~~texte barré~~ pour les UE retirées.

- I. 5 UE de tronc commun (UTC) pour un total de 15 ECTS
  - UTC601, UTC602, UTC301, UTC302, UTC303
- II. 1 UE d'anglais de 6 ECTS à choisir parmi 3
  - ANG100, ANG200, ANG300,
- III. 4 UE
  - UAEP01, UAAD91, ELE103, RSX101
- IV. 1 UE à choisir de 6 ECTS
  - ~~RSX102~~, RSX116
- V. 4 UE
  - UAEP02, RSX103, ELE112, RSX112
- VI. 3 UE multi-disciplinaires de 6 ECTS à choisir parmi 27.
- VII. 2 UE
  - ELE109, ELE208
- VIII. 2 UE de 6 ECTS à choisir parmi 3.
  - ELE207, *RSX217*, *RSX218*
- IX. 4 UE finales
  - ENG223, UA2B30, UAEP03, UAMM97

L'UE RSX102 est beaucoup moins pertinente au parcours TR que RSX116 au niveau du choix IV et devrait être retirée.

Suite aux changements dus au tronc commun (UTC505), RSX101 ne contiendrait plus les protocoles de sous-couche MAC, ce qui pourrait être problématique pour le diplôme TR, mais UTC303 semble pouvoir couvrir cela, au moins partiellement.

## *Intégration au sein de la licence générale*

L'évolution décrite a un impact au niveau du L3 de la licence générale (LG02501A). Nous reportons dans la suite le parcours donné actuellement aux auditeurs au niveau L3, en sachant qu'au niveau L2 NFA003 (principes et fonctionnement des systèmes d'exploitation) et NFA009 (principes des réseaux informatiques) sont la première UE en réseaux et systèmes, respectivement, qui préparent les auditeurs au contenu en L3, organisé comme il suit.

- I. 5 UE de 3 ECTS de tronc commun (UTC) pour un total de 15 ECTS (comme pour le choix I dans cycle d'ingénieur en informatique)
  - UTC501, UTC502, UTC503, UTC504, UTC505

Un choix de 3 UE de 6 ECTS dans 3 domaines sur 5 est à prendre. Deux domaines qui concernent directement les UE RSM sont « Architecture et intégration des systèmes » et « Réseaux et systèmes multimédia » .

- II. Dans le domaine « Architecture et intégration des systèmes », 1 UE de 6 ECTS à choisir parmi 3.
  - NSY103, NSY104, NSY014, *SMB101*, SEC102
- III. Dans le domaine « Réseaux et systèmes multimédia », 1 UE IRSM de 6 ECTS à choisir parmi 5
  - ~~SMB104~~, RSX101, RSX102, *MUX101*, SEC105, ~~RSX112~~
- IV. Pour un auditeur qui voudrait se former pour la filière IRSM, une autre UE de 6 ECTS est à prendre parmi les 3 autres domaines restants.
- V. Une UE de 4 ECTS
  - GDN100
- VI. 1 UE de 6 ECTS en anglais à prendre parmi
  - ANG200, ANG300

Les changements sont les suivants :

- Au niveau du troisième choix, SMB104 fusionne avec RSX101 comme déjà expliqué pour le cycle d'ingénieur IRSM.
- Retrait de RSX112 car pédagogiquement trop difficilement accessible en L3.

La présence de SEC102 et RSX102 au niveau III dans le même bloc que SEC101 et RSX101 se justifie par le fait que les auditeurs pourraient posséder un bagage de connaissances très hétérogène et pourraient déjà posséder des connaissances correspondantes à RSX101 et SEC101. Une vérification du parcours de chacun est souhaitable lorsqu'un auditeur demande l'inscription à SEC102 et RSX102 à ce niveau.



## *Intégration au sein du RNCP II – CAI*

L'évolution décrite a un impact au niveau du RNCP II – Concepteur en Architecture Informatique, dans sa nouvelle maquette 2019/2020.

Nous reportons dans la suite le bloc de choix du parcours Réseaux et Systèmes.

- I. 5 UE de 3 ECTS
  - UTC501, UTC502, UTC503, UTC504, UTC505
- II. 1 UE de 6 ECTS
  - ANG100, ANG200, ANG300
- III. 1 UE de 6 ECTS
  - RSX101, RSX102
- IV. 1 UE de 6 ECTS
  - NSY103, NSY104, NSY014, SMB101
- V. 1 UE de 6 ECTS
  - RCP101, RCP105, NFE107, NFE108, NFE114, NFE115, GLG105, NFP120, NFP119, NFP121, SEC101, SEC102, SEC105
- VI. 1 UE de 6 ECTS
  - NSY115
- VII. 2 UE de 6 ECTS
  - RCP103, NFE155, NFE130, GLG101, GLG102, RCP104
- VIII. 1 UE DE 6 ECTS
  - NFE107, NFE109, SEC104, SEC105, SEC106, SEC108

## *Intégration au sein du master télécommunications et réseaux*

Certains UE RSX sont reprises dans le master télécommunications et réseaux. Seul le parcours technologies haut-débit est à ce jour ouvert.

Nous reportons dans la suite le parcours donné actuellement aux auditeurs, avec des changements marginaux en **gras** pour les ajouts, en *italique* pour les changements de code et en ~~texte barré~~ pour les UE retirées.

- I. 6 UE de 6 ECTS de tronc commun M1
  - ELE103, RSX101, TET101, MSE102, ELE115, ELE109
- II. 1 UE de 6 ECTS parmi 2
  - ELE106, ELE118
- III. 1 UE de 6 ECTS parmi 2
  - RSX103, ~~ELE111~~
- IV. 1 UE de 6 ECTS
  - UA312K
- V. 3 UE de 6 ECTS
  - ELE 207, ELE203, ELE208
- VI. Une UE de 6 ECTS parmi 2
  - RSX101, *RSX218*
- VII. 5 UE extra-curriculaires
  - UA2B26, ELE124, UA311X, UA312L, UA311W

Il n'y a pas de changements majeurs, à part le fait que la sous-couche MAC n'est plus traitée dans RSX101 suite à l'introduction du tronc commun dans le parcours IRSM et L3 et devrait donc idéalement être reprise dans l'une des UE restantes (comme par exemple ELE103).

ELE111 au bloc III est actuellement fermée.

RSX101 au bloc VI est présente en cas d'admission M2 venant d'un autre master.

Il serait envisageable d'éventuellement inclure RSX208 au niveau du bloc V dans l'avenir pour balancer le poids faible des cours en réseaux dans la maquette actuelle, ce qui pourrait augmenter l'intérêt vers le master en absence d'un parcours réseaux (le parcours réseaux d'entreprise ayant été fermé à partir de 2018/2019).

Enfin, dans le cadre du master international « telecommunications and networks » les UE RSX101, RSX103, RSX116 en M1 le jour en anglais, et RSX112 et RSX207 (RSX218) en M2, sont proposées. De plus, un parcours « major M2 Networks », pour des admissions directement en M2, les UE suivantes sont proposées : RSX112, RSX116, RSX207 (RSX218) et RSX208 (RSX217) ; une UE « IOT » est également proposée (le jour en anglais).

Sauf RSX116, les UE RSX en M2 sont celles exécutées en HTT en français. Pour RSX207(RSX218), le suivi est toutefois en anglais pour les groupes du master international.

## *Correspondance entre codes anciens et nouveaux*

Différents changements de code vont avoir lieu comme déjà décrit. Ils devront être enregistrés dans le système de gestion des équivalences du Cnam. Ces changements sont résumés dans le tableau suivant.

<u>Code jusqu'à 2018/2019</u>	<u>Codes à partir de 2019/2020</u>
RSX207	RSX218
RSX208	RSX217
SMB137	SMB101
NSY116	MUX101
NSY110	MUX102
SMB117	MUX103
RSX204	MUX104
RSX205	MUX205
RSX206	MUX206
SMB104	RSX101

Pour le dernier code, il s'agit d'une équivalence entre un code UE qui ferme et son équivalent dans la nouvelle maquette (RSX101).

## *Métiers IRSM*

Nous proposons la liste suivante des métiers selon le référentiel pôle emploi, décrits avec les blocs de compétences (savoir-faire et savoirs correspondants), et les UE qui permettent d'acquérir ces compétences.

La distribution des savoirs est précisée dans le descriptif de chaque UE.

La majorité des UE contribuent aux savoir-faire indiqués à différentes degrés, avec une distinction pour les UE qui forment à la gestion des projet (NSY115, RSX217, RSX218, SMB214, SMB215, MUX205, MUX206) qui apportent des savoir-faire spécifiques.

Il vaut mentionner que cette liste n'a pas vocation à être un référentiel à suivre strictement par les auditeurs, car elle n'inclue tout naturellement ne couvre pas des métiers nouveaux émergeant dans le domaine IRSM ainsi que des métiers de niche (comme par exemple « expert des systèmes de stockage distribués » ou « expert en systèmes et applications multimédia interactifs ») qui existent bien dans le tissu économique.

## Métier 1 : Architecte réseaux informatiques

Savoir-faire	Savoir	UE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser les besoins du client</li> <li>Analyser les besoins d'un projet</li> <li>Définir les caractéristiques techniques du produit</li> <li>Concevoir les solutions techniques</li> <li>Concevoir l'architecture d'un système d'information</li> <li>Evaluer le résultat de ses actions</li> <li>Procéder aux phases de tests et de recettes des applications développées</li> <li>Mettre en place les procédures techniques d'exploitation, d'utilisation et de sécurité des équipements informatiques</li> <li>Définir et contrôler l'application des procédures qualité et sécurité des systèmes d'information et de télécoms</li> <li>Effectuer une assistance technique</li> <li>Traiter l'information (collecter, classer et mettre à jour)</li> <li>Mettre à jour une documentation technique</li> <li>Intervenir en gros systèmes</li> <li>Intervenir en mini systèmes</li> <li>Concevoir des documents techniques</li> <li>Etablir un cahier des charges</li> <li>Mener ou accompagner un projet d'intégration (implémentation) ou de développement de solutions matérielles, logicielles</li> <li>Intervenir en support avant-vente</li> <li>Répondre à un appel d'offre</li> <li>Réaliser un appel d'offre</li> <li>Réaliser la mise en place et le suivi d'indicateurs et vérifier l'application de normes et de standards par les équipes informatiques (études, exploitation, production, ...)</li> <li>Réaliser une analyse de risques (identification, hiérarchisation et évolution)</li> <li>Etablir le plan de sécurité d'un système d'information d'entreprise</li> <li>Mettre en place des outils d'aide à la surveillance, à la sécurité et à l'exploitation des équipements informatiques</li> <li>Veiller au respect de la loi Informatique et Libertés et du RGPD dans l'entreprise, gérer la liste des traitements de données à caractère personnel, faire l'interface avec la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés - CNIL</li> <li>Mettre en oeuvre une politique de gestion des risques des systèmes d'information</li> <li>Coordonner les différentes étapes d'un projet</li> <li>Piloter un projet</li> <li>Préconiser des actions préventives ou curatives</li> <li>Coordonner l'activité d'une équipe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cahier des charges</li> <li>Méthodes d'analyse (systémique, fonctionnelle, de risques, ...)</li> <li>Normes et standards d'exploitation</li> <li>Principes d'intégration de matériels et de logiciels</li> <li>Normes qualité</li> <li>Règles de sécurité Informatique et Télécoms</li> <li>Normes rédactionnelles</li> <li>Modélisation informatique</li> <li>Droit du Numérique</li> <li>Technologies de l'accessibilité numérique</li> <li>Urbanisation des systèmes d'information</li> <li>Évaluation de risques sécurité Informatique et Télécoms</li> <li>Gestion de bases de données</li> <li>Domaine informatique client-serveur</li> <li>Génie logiciel</li> <li>Micro-informatique</li> <li>Technologie de l'internet</li> <li>Produits multimédia</li> <li>Progiciels de Gestion Intégrée (PGL) / Entreprise Resource Planning (ERP)</li> <li>Réseaux informatiques et télécoms</li> <li>Systèmes d'exploitation informatique</li> <li>Informatique scientifique</li> <li>Informatique industrielle</li> <li>Protocoles et normes télécoms</li> <li>Intelligence artificielle</li> <li>Informatique de gestion</li> <li>Procédures d'appels d'offres</li> <li>Gestion des risques (Risk Management)</li> <li>Conduite d'opérations de gestion de crise</li> <li>Cryptologie</li> <li>Analyse d'incidents</li> <li>Règlement Général européen sur la Protection des Données (RGPD)</li> <li>Gestion administrative</li> <li>Gestion comptable</li> <li>Gestion de projet</li> <li>Audit des systèmes d'information</li> <li>Procédures de tests</li> <li>Audit interne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UTC501</li> <li>UTC502</li> <li>UTC503</li> <li>UTC504</li> <li>UTC505</li> <li>RSX101</li> <li>RSX102</li> <li>RSX103</li> <li>RSX112</li> <li>SMB111</li> <li>RSX217</li> <li>RSX218</li> <li>NSY115</li> <li>NFE107</li> <li>RCP101</li> <li>DTN107</li> <li>DNT104</li> <li>ENG210</li> </ul>

## Métier 2 : Architecte réseaux de télécom

Savoir-faire	Savoir	UE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recueillir et définir les besoins de l'entreprise, des clients, des utilisateurs en matière de systèmes télécoms (capacité, fiabilité, sécurité, ...)</li> <li>Concevoir un projet télécom</li> <li>Définir et élaborer les spécifications fonctionnelles et techniques d'un réseau, d'équipements télécoms (matériel, logiciel, implantation)</li> <li>Déterminer des composants d'architecture, des technologies, des équipements, des outils supports et les intégrer selon les spécifications</li> <li>Définir et contrôler les procédures, les protocoles d'essais, de tests ou de validation de réseaux télécoms</li> <li>Dimensionner, planifier et suivre la capacité du réseau télécom et de ses interconnexions</li> <li>Analyser les conditions de fonctionnement et d'utilisation et mettre en place des solutions d'ajustements, d'évolutions ou de migrations de réseaux et de ressources</li> <li>Traiter l'information (collecter, classer et mettre à jour)</li> <li>Intervenir sur des architectures, ingénieries de réseaux</li> <li>Concevoir le design, les spécifications ou configurations d'un réseau télécoms</li> <li>Etudier des terrains potentiels</li> <li>Déterminer les implantations de relais, pylônes et câbles</li> <li>Suivre et négocier l'installation (droit de passage, baux) d'un site d'implantation et d'infrastructures de réseaux télécoms (pylônes, antennes, câbles, ...)</li> <li>Sélectionner des fournisseurs, sous-traitants, prestataires</li> <li>Négocier un contrat</li> <li>Contrôler la réalisation d'une prestation</li> <li>Réaliser un appel d'offre</li> <li>Conseiller un utilisateur dans des choix de technologies, de matériels, de logiciels</li> <li>Concevoir et décliner la mise en oeuvre de la stratégie technique de l'opérateur télécoms</li> <li>Coordonner les différentes étapes d'un projet</li> <li>Piloter un projet</li> <li>Coordonner l'activité d'une équipe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protocoles et normes télécoms</li> <li>Protocoles IP</li> <li>Technologies radiofréquences</li> <li>Technologies numériques</li> <li>Technologies analogiques</li> <li>Technologie des fibres optiques</li> <li>Traitement du son</li> <li>Techniques de multiplexage</li> <li>Règles de sécurité Informatique et Télécoms</li> <li>Utilisation d'outil de supervision</li> <li>Logiciels de modélisation et simulation</li> <li>Traitement du signal</li> <li>Architecture réseau</li> <li>Réseaux de télécommunication</li> <li>Intégration de réseaux</li> <li>Procédés de validation de réseaux</li> <li>Architectures de plateformes de service</li> <li>Architectures de réseaux audiovisuels</li> <li>Architectures de réseaux de localisation</li> <li>Architectures de réseaux de téléphonie fixe</li> <li>Architectures de réseaux de téléphonie mobile</li> <li>Architectures de réseaux de transport</li> <li>Réseaux informatiques et télécoms</li> <li>Architectures de réseaux multimédia, internet</li> <li>Architectures de réseaux multiservices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UTC501</li> <li>UTC502</li> <li>UTC503</li> <li>UTC504</li> <li>UTC505</li> <li>RSX101</li> <li>RSX102</li> <li>RSX103</li> <li>RSX112</li> <li>RSX116</li> <li>RSX217</li> <li>RSX218</li> <li>NSY115</li> <li>NFE107</li> <li>RCP103</li> <li>DTN107</li> <li>DNT104</li> <li>ENG210</li> </ul>

## Métier 3 : Ingénieur/ingénieure réseaux télécoms

Savoir-faire	Savoir	UE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recueillir et définir les besoins de l'entreprise, des clients, des utilisateurs en matière de systèmes télécoms (capacité, fiabilité, sécurité, ...)</li> <li>Concevoir un projet télécom</li> <li>Définir et élaborer les spécifications fonctionnelles et techniques d'un réseau, d'équipements télécoms (matériel, logiciel, implantation)</li> <li>Déterminer des composants d'architecture, des technologies, des équipements, des outils supports et les intégrer selon les spécifications</li> <li>Définir et contrôler les procédures, les protocoles d'essais, de tests ou de validation de réseaux télécoms</li> <li>Dimensionner, planifier et suivre la capacité du réseau télécom et de ses interconnexions</li> <li>Analyser les conditions de fonctionnement et d'utilisation et mettre en place des solutions d'ajustements, d'évolutions ou de migrations de réseaux et de ressources</li> <li>Traiter l'information (collecter, classer et mettre à jour)</li> <li>Concevoir le design, les spécifications ou configurations d'un réseau télécoms</li> <li>Etudier des terrains potentiels</li> <li>Déterminer les implantations de relais, pylônes et câbles</li> <li>Suivre et négocier l'installation (droit de passage, baux) d'un site d'implantation et d'infrastructures de réseaux télécoms (pylônes, antennes, câbles, ...)</li> <li>Sélectionner des fournisseurs, sous-traitants, prestataires</li> <li>Négocier un contrat</li> <li>Contrôler la réalisation d'une prestation</li> <li>Réaliser un appel d'offre</li> <li>Conseiller un utilisateur dans des choix de technologies, de matériels, de logiciels</li> <li>Concevoir et décliner la mise en oeuvre de la stratégie technique de l'opérateur télécoms</li> <li>Coordonner les différentes étapes d'un projet</li> <li>Piloter un projet</li> <li>Coordonner l'activité d'une équipe</li> <li>Intervenir sur des architectures, ingénieries de réseaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protocoles et normes télécoms</li> <li>Protocoles IP</li> <li>Technologies radiofréquences</li> <li>Technologies numériques</li> <li>Technologies analogiques</li> <li>Technologie des fibres optiques</li> <li>Traitement du son</li> <li>Techniques de multiplexage</li> <li>Règles de sécurité Informatique et Télécoms</li> <li>Utilisation d'outil de supervision</li> <li>Logiciels de modélisation et simulation</li> <li>Traitement du signal</li> <li>Architecture réseau</li> <li>Réseaux de télécommunication</li> <li>Intégration de réseaux</li> <li>Procédés de validation de réseaux</li> <li>Architectures de plateformes de service</li> <li>Architectures de réseaux audiovisuels</li> <li>Architectures de réseaux de localisation (GPS, Galiléo)</li> <li>Architectures de réseaux de téléphonie fixe</li> <li>Architectures de réseaux de téléphonie mobile</li> <li>Architectures de réseaux de transport</li> <li>Réseaux informatiques et télécoms</li> <li>Architectures de réseaux multimédia, internet</li> <li>Architectures de réseaux multiservices</li> <li>Techniques commerciales</li> <li>Procédures d'appels d'offres</li> <li>Gestion de projet</li> <li>Gestion budgétaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UTC501</li> <li>UTC502</li> <li>UTC503</li> <li>UTC504</li> <li>UTC505</li> <li>RSX101</li> <li>RSX102</li> <li>RSX103</li> <li>RSX112</li> <li>RSX116</li> <li>RSX217</li> <li>RSX218</li> <li>NSY115</li> <li>NFE107</li> <li>RCP103</li> <li>DTN107</li> <li>DNT104</li> <li>ENG210</li> </ul>

## Métier 4 : Responsable de programmes réseaux de télécoms

Savoir-faire	Savoir	UE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recueillir et définir les besoins de l'entreprise, des clients, des utilisateurs en matière de systèmes télécoms (capacité, fiabilité, sécurité, ...)</li> <li>Concevoir un projet télécom</li> <li>Définir et élaborer les spécifications fonctionnelles et techniques d'un réseau, d'équipements télécoms (matériel, logiciel, implantation)</li> <li>Déterminer des composants d'architecture, des technologies, des équipements, des outils supports et les intégrer selon les spécifications</li> <li>Définir et contrôler les procédures, les protocoles d'essais, de tests ou de validation de réseaux télécoms</li> <li>Dimensionner, planifier et suivre la capacité du réseau télécom et de ses interconnexions</li> <li>Analyser les conditions de fonctionnement et d'utilisation et mettre en place des solutions d'ajustements, d'évolutions ou de migrations de réseaux et de ressources</li> <li>Traiter l'information (collecter, classer et mettre à jour)</li> <li>Intervenir sur des architectures, ingénieries de réseaux</li> <li>Concevoir le design, les spécifications ou configurations d'un réseau télécoms</li> <li>Etudier des terrains potentiels</li> <li>Déterminer les implantations de relais, pylônes et câbles</li> <li>Suivre et négocier l'installation (droit de passage, baux) d'un site d'implantation et d'infrastructures de réseaux télécoms (pylônes, antennes, câbles, ...)</li> <li>Sélectionner des fournisseurs, sous-traitants, prestataires</li> <li>Négocier un contrat</li> <li>Contrôler la réalisation d'une prestation</li> <li>Réaliser un appel d'offre</li> <li>Conseiller un utilisateur dans des choix de technologies, de matériels, de logiciels</li> <li>Concevoir et décliner la mise en oeuvre de la stratégie technique de l'opérateur télécoms</li> <li>Coordonner les différentes étapes d'un projet</li> <li>Piloter un projet</li> <li>Coordonner l'activité d'une équipe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protocoles et normes télécoms</li> <li>Protocoles IP</li> <li>Technologies radiofréquences</li> <li>Technologies numériques</li> <li>Technologies analogiques</li> <li>Technologie des fibres optiques</li> <li>Traitement du son</li> <li>Techniques de multiplexage</li> <li>Règles de sécurité Informatique et Télécoms</li> <li>Utilisation d'outil de supervision</li> <li>Logiciels de modélisation et simulation</li> <li>Traitement du signal</li> <li>Architecture réseau</li> <li>Réseaux de télécommunication</li> <li>Intégration de réseaux</li> <li>Procédés de validation de réseaux</li> <li>Architectures de plateformes de service</li> <li>Architectures de réseaux audiovisuels</li> <li>Architectures de réseaux de localisation (GPS, Galiléo)</li> <li>Architectures de réseaux de téléphonie fixe</li> <li>Architectures de réseaux de téléphonie mobile</li> <li>Architectures de réseaux de transport</li> <li>Réseaux informatiques et télécoms</li> <li>Architectures de réseaux multimédia, internet</li> <li>Architectures de réseaux multiservices</li> <li>Techniques commerciales</li> <li>Procédures d'appels d'offres</li> <li>Gestion de projet</li> <li>Gestion budgétaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UTC501</li> <li>UTC502</li> <li>UTC503</li> <li>UTC504</li> <li>UTC505</li> <li>RSX101</li> <li>RSX102</li> <li>RSX103</li> <li>RSX112</li> <li>RSX116</li> <li>RSX217</li> <li>RSX218</li> <li>NSY115</li> <li>NFE107</li> <li>RCP103</li> <li>DTN107</li> <li>DNT104</li> <li>ENG210</li> </ul>

## Métier 5 : Expert/experte en communication et réseaux

Savoir-faire	Savoir	UE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser les besoins du client</li> <li>Analyser les besoins d'un projet</li> <li>Définir les caractéristiques techniques du produit</li> <li>Concevoir les solutions techniques</li> <li>Concevoir l'architecture d'un système d'information</li> <li>Evaluer le résultat de ses actions</li> <li>Procéder aux phases de tests et de recettes des applications développées</li> <li>Mettre en place les procédures techniques d'exploitation, d'utilisation et de sécurité des équipements informatiques</li> <li>Définir et contrôler l'application des procédures qualité et sécurité des systèmes d'information et de télécoms</li> <li>Effectuer une assistance technique</li> <li>Traiter l'information (collecter, classer et mettre à jour)</li> <li>Mettre à jour une documentation technique</li> <li>Intervenir en gros systèmes</li> <li>Intervenir en mini systèmes</li> <li>Concevoir des documents techniques</li> <li>Etablir un cahier des charges</li> <li>Mener ou accompagner un projet d'intégration (implémentation) ou de développement de solutions matérielles, logicielles</li> <li>Intervenir en support avant-vente</li> <li>Répondre à un appel d'offre</li> <li>Réaliser un appel d'offre</li> <li>Réaliser la mise en place et le suivi d'indicateurs et vérifier l'application de normes et de standards par les équipes informatiques (études, exploitation, production, ...)</li> <li>Réaliser une analyse de risques (identification, hiérarchisation et évolution)</li> <li>Etablir le plan de sécurité d'un système d'information d'entreprise</li> <li>Mettre en place des outils d'aide à la surveillance, à la sécurité et à l'exploitation des équipements informatiques</li> <li>Veiller au respect de la loi Informatique et Libertés et du RGPD dans l'entreprise, gérer la liste des traitements de données à caractère personnel, faire l'interface avec la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés - CNIL</li> <li>Mettre en oeuvre une politique de gestion des risques des systèmes d'information</li> <li>Coordonner les différentes étapes d'un projet</li> <li>Piloter un projet</li> <li>Préconiser des actions préventives ou curatives</li> <li>Coordonner l'activité d'une équipe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cahier des charges</li> <li>Méthodes d'analyse (systémique, fonctionnelle, de risques, ...)</li> <li>Normes et standards d'exploitation</li> <li>Principes d'intégration de matériels et de logiciels</li> <li>Normes qualité</li> <li>Règles de sécurité Informatique et Télécoms</li> <li>Normes rédactionnelles</li> <li>Modélisation informatique</li> <li>Droit du Numérique</li> <li>Technologies de l'accessibilité numérique</li> <li>Urbanisation des systèmes d'information</li> <li>Évaluation de risques sécurité Informatique et Télécoms</li> <li>Gestion de bases de données</li> <li>Domaine informatique client-serveur</li> <li>Génie logiciel</li> <li>Micro-informatique</li> <li>Technologie de l'internet</li> <li>Produits multimédia</li> <li>Logiciels de Gestion Intégrée (PGI) / Enterprise Resource Planning (ERP)</li> <li>Réseaux informatiques et télécoms</li> <li>Systèmes d'exploitation informatique</li> <li>Informatique scientifique</li> <li>Informatique industrielle</li> <li>Protocoles et normes télécoms</li> <li>Intelligence artificielle</li> <li>Informatique de gestion</li> <li>Procédures d'appels d'offres</li> <li>Gestion des risques (Risk Management)</li> <li>Conduite d'opérations de gestion de crise</li> <li>Cryptologie</li> <li>Analyse d'incidents</li> <li>Règlement Général européen sur la Protection des Données (RGPD)</li> <li>Gestion administrative</li> <li>Gestion comptable</li> <li>Gestion de projet</li> <li>Audit des systèmes d'information</li> <li>Procédures de tests</li> <li>Audit interne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UTC501</li> <li>UTC502</li> <li>UTC503</li> <li>UTC504</li> <li>UTC505</li> <li>RSX101</li> <li>RSX102</li> <li>RSX103</li> <li>RSX112</li> <li>SMB111</li> <li>RSX217</li> <li>RSX218</li> <li>NSY115</li> <li>NFE107</li> <li>RCP101</li> <li>DTN107</li> <li>DNT104</li> <li>ENG210</li> </ul>



## Métier 6 : Programmeur/programmeuse réseaux de télécoms

Savoir-faire	Savoir	UE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recueillir et définir les besoins de l'entreprise, des clients, des utilisateurs en matière de systèmes télécoms (capacité, fiabilité, sécurité, ...)</li> <li>Concevoir un projet télécom</li> <li>Définir et élaborer les spécifications fonctionnelles et techniques d'un réseau, d'équipements télécoms (matériel, logiciel, implantation)</li> <li>Déterminer des composants d'architecture, des technologies, des équipements, des outils supports et les intégrer selon les spécifications</li> <li>Définir et contrôler les procédures, les protocoles d'essais, de tests ou de validation de réseaux télécoms</li> <li>Dimensionner, planifier et suivre la capacité du réseau télécom et de ses interconnexions</li> <li>Analyser les conditions de fonctionnement et d'utilisation et mettre en place des solutions d'ajustements, d'évolutions ou de migrations de réseaux et de ressources</li> <li>Traiter l'information (collecter, classer et mettre à jour)</li> <li>Intervenir sur des architectures, ingénieries de réseaux</li> <li>Concevoir le design, les spécifications ou configurations d'un réseau télécoms</li> <li>Etudier des terrains potentiels</li> <li>Déterminer les implantations de relais, pylônes et câbles</li> <li>Suivre et négocier l'installation (droit de passage, baux) d'un site d'implantation et d'infrastructures de réseaux télécoms (pylônes, antennes, câbles, ...)</li> <li>Sélectionner des fournisseurs, sous-traitants, prestataires</li> <li>Négocier un contrat</li> <li>Contrôler la réalisation d'une prestation</li> <li>Réaliser un appel d'offre</li> <li>Conseiller un utilisateur dans des choix de technologies, de matériels, de logiciels</li> <li>Concevoir et décliner la mise en oeuvre de la stratégie technique de l'opérateur télécoms</li> <li>Coordonner les différentes étapes d'un projet</li> <li>Piloter un projet</li> <li>Coordonner l'activité d'une équipe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protocoles et normes télécoms</li> <li>Protocoles IP</li> <li>Technologies radiofréquences</li> <li>Technologies numériques</li> <li>Technologies analogiques</li> <li>Technologie des fibres optiques</li> <li>Traitement du son</li> <li>Techniques de multiplexage</li> <li>Règles de sécurité Informatique et Télécoms</li> <li>Utilisation d'outil de supervision</li> <li>Logiciels de modélisation et simulation</li> <li>Traitement du signal</li> <li>Architecture réseau</li> <li>Réseaux de télécommunication</li> <li>Intégration de réseaux</li> <li>Procédés de validation de réseaux</li> <li>Architectures de plateformes de service</li> <li>Architectures de réseaux audiovisuels</li> <li>Architectures de réseaux de localisation (GPS, Galiléo)</li> <li>Architectures de réseaux de téléphonie fixe</li> <li>Architectures de réseaux de téléphonie mobile</li> <li>Architectures de réseaux de transport</li> <li>Réseaux informatiques et télécoms</li> <li>Architectures de réseaux multimédia, internet</li> <li>Architectures de réseaux multiservices</li> <li>Techniques commerciales</li> <li>Procédures d'appels d'offres</li> <li>Gestion de projet</li> <li>Gestion budgétaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UTC501</li> <li>UTC502</li> <li>UTC503</li> <li>UTC504</li> <li>UTC505</li> <li>RSX101</li> <li>RSX102</li> <li>RSX103</li> <li>RSX112</li> <li>RSX116</li> <li>RSX217</li> <li>RSX218</li> <li>NSY115</li> <li>NFE107</li> <li>RCP101</li> <li>DTN107</li> <li>DNT104</li> <li>ENG210</li> </ul>

## Métier 7 : administrateur/administratrice réseaux - télécoms

Savoir-faire	Savoir	UE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualiser les systèmes d'information en fonction des évolutions</li> <li>• Mettre en place les procédures techniques d'exploitation, d'utilisation et de sécurité des équipements informatiques</li> <li>• Analyser les performances d'un système d'information</li> <li>• Améliorer un système d'information</li> <li>• Gérer les droits d'accès des utilisateurs</li> <li>• Diagnostiquer la nature et l'origine des incidents et mettre en oeuvre les mesures correctives</li> <li>• Sélectionner les équipements informatiques</li> <li>• Installer un équipement informatique</li> <li>• Conseiller des équipes de développement, de production et des utilisateurs</li> <li>• Traiter l'information (collecter, classer et mettre à jour)</li> <li>• Administrer un Système d'Information (SI)</li> <li>• Intégrer un script</li> <li>• Rédiger un script</li> <li>• Réaliser les interventions de télémaintenance d'équipements d'utilisateurs</li> <li>• Attribuer des ressources logiques et matérielles de réseaux</li> <li>• Former un public à l'utilisation d'un équipement</li> <li>• Concevoir des outils d'aide à la surveillance, à la sécurité ou à l'exploitation des équipements informatiques</li> <li>• Mettre en place des outils d'aide à la surveillance, à la sécurité et à l'exploitation des équipements informatiques</li> <li>• Coordonner l'activité d'une équipe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métrologie</li> <li>• Algorithmique</li> <li>• Règles d'installation informatiques</li> <li>• Règles de sécurité Informatique et Télécoms</li> <li>• Règlement Général européen sur la Protection des Données (RGPD)</li> <li>• Protection des données numériques</li> <li>• Normes qualité</li> <li>• Normes rédactionnelles</li> <li>• Paramétrage de logiciels</li> <li>• Principes d'intégration de matériels et de logiciels</li> <li>• Caractéristiques des logiciels d'interface (middleware)</li> <li>• Système à temps partagé ou transactionnel</li> <li>• Système embarqué</li> <li>• Système de messagerie</li> <li>• Système interactif d'aide à la Décision (SIAD)</li> <li>• Système réseau (LAN, MAN, WAN)</li> <li>• Système temps réel</li> <li>• Systèmes d'exploitation</li> <li>• Site web</li> <li>• Système de Gestion de Bases de Données</li> <li>• Ingénierie d'exploitation</li> <li>• Infogérance / télémaintenance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UTC501</li> <li>• UTC502</li> <li>• UTC503</li> <li>• UTC504</li> <li>• UTC505</li> <li>• RSX101</li> <li>• RSX102</li> <li>• RSX103</li> <li>• RSX112</li> <li>• SMB111</li> <li>• RSX217</li> <li>• RSX218</li> <li>• NSY115</li> <li>• NFE107</li> <li>• RCP101</li> <li>• DTN107</li> <li>• DNT104</li> <li>• ENG210</li> </ul>

## Métier 8 : Architecte cloud

Savoir-faire	Savoir	UE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser les besoins du client</li> <li>Analyser les besoins d'un projet</li> <li>Définir les caractéristiques techniques du produit</li> <li>Concevoir les solutions techniques</li> <li>Concevoir l'architecture d'un système d'information</li> <li>Evaluer le résultat de ses actions</li> <li>Procéder aux phases de tests et de recettes des applications développées</li> <li>Mettre en place les procédures techniques d'exploitation, d'utilisation et de sécurité des équipements informatiques</li> <li>Définir et contrôler l'application des procédures qualité et sécurité des systèmes d'information et de télécoms</li> <li>Effectuer une assistance technique</li> <li>Traiter l'information (collecter, classer et mettre à jour)</li> <li>Mettre à jour une documentation technique</li> <li>Intervenir en gros systèmes</li> <li>Intervenir en mini systèmes</li> <li>Concevoir des documents techniques</li> <li>Etablir un cahier des charges</li> <li>Mener ou accompagner un projet d'intégration (implémentation) ou de développement de solutions matérielles, logicielles</li> <li>Intervenir en support avant-vente</li> <li>Répondre à un appel d'offre</li> <li>Réaliser un appel d'offre</li> <li>Réaliser la mise en place et le suivi d'indicateurs et vérifier l'application de normes et de standards par les équipes informatiques (études, exploitation, production, ...)</li> <li>Réaliser une analyse de risques (identification, hiérarchisation et évolution)</li> <li>Etablir le plan de sécurité d'un système d'information d'entreprise</li> <li>Mettre en place des outils d'aide à la surveillance, à la sécurité et à l'exploitation des équipements informatiques</li> <li>Veiller au respect de la loi Informatique et Libertés et du RGPD dans l'entreprise, gérer la liste des traitements de données à caractère personnel, faire l'interface avec la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés - CNIL</li> <li>Mettre en oeuvre une politique de gestion des risques des systèmes d'information</li> <li>Coordonner les différentes étapes d'un projet</li> <li>Piloter un projet</li> <li>Préconiser des actions préventives ou curatives</li> <li>Coordonner l'activité d'une équipe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cahier des charges</li> <li>Méthodes d'analyse (systémique, fonctionnelle, de risques, ...)</li> <li>Normes et standards d'exploitation</li> <li>Principes d'intégration de matériels et de logiciels</li> <li>Normes qualité</li> <li>Règles de sécurité Informatique et Télécoms</li> <li>Normes rédactionnelles</li> <li>Modélisation informatique</li> <li>Droit du Numérique</li> <li>Technologies de l'accessibilité numérique</li> <li>Urbanisation des systèmes d'information</li> <li>Évaluation de risques sécurité Informatique</li> <li>Gestion de bases de données</li> <li>Domaine informatique client-serveur</li> <li>Génie logiciel</li> <li>Micro-informatique</li> <li>Technologie de l'internet</li> <li>Produits multimédia</li> <li>Progiciels de Gestion Intégrée (PGI) / Entreprise Resource Planning (ERP)</li> <li>Réseaux informatiques et télécoms</li> <li>Systèmes d'exploitation informatique</li> <li>Informatique scientifique</li> <li>Informatique industrielle</li> <li>Protocoles et normes télécoms</li> <li>Intelligence artificielle</li> <li>Informatique de gestion</li> <li>Procédures d'appels d'offres</li> <li>Gestion des risques (Risk Management)</li> <li>Conduite d'opérations de gestion de crise</li> <li>Cryptologie</li> <li>Analyse d'incidents</li> <li>Règlement Général européen sur la Protection des Données (RGPD)</li> <li>Gestion administrative</li> <li>Gestion comptable</li> <li>Gestion de projet</li> <li>Audit des systèmes d'information</li> <li>Procédures de tests</li> <li>Audit interne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UTC501</li> <li>UTC502</li> <li>UTC503</li> <li>UTC504</li> <li>UTC505</li> <li>SMB101</li> <li>RSX101</li> <li>RSX102</li> <li>SMB111</li> <li>SMB116 ou RSX112</li> <li>SMB214</li> <li>SMB215</li> <li>NFP121</li> <li>NFE107</li> <li>RCP101</li> <li>DTN107</li> <li>DNT104</li> <li>ENG210</li> </ul>

## Métier 9 : Développeur/développeuse multimédia

Savoir-faire	Savoir	UE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser les besoins du client</li> <li>Etablir un cahier des charges</li> <li>Rédiger une Spécification Technique de Besoin (STB)</li> <li>Réaliser un prototype de la solution technique pour validation par le donneur d'ordres (configuration type, ...)</li> <li>Concevoir et développer les programmes et applications informatiques</li> <li>Déterminer les phases et procédures de tests techniques et fonctionnels de programmes et applications informatiques</li> <li>Analyser des problèmes techniques</li> <li>Déterminer des mesures correctives</li> <li>Réaliser des supports techniques</li> <li>Traiter l'information (collecter, classer et mettre à jour)</li> <li>Réaliser des études et développements informatiques</li> <li>Intervenir en informatique de gestion</li> <li>Programmer dans un langage informatique spécifique</li> <li>Développer une application en lien avec une base de données</li> <li>Paramétrer un progiciel</li> <li>Déterminer des choix techniques d'architecture logicielle et matérielle et sélectionner des technologies, matériels, logiciels, configurations</li> <li>Concevoir des outils d'aide à la surveillance, à la sécurité ou à l'exploitation des équipements informatiques</li> <li>Concevoir une maquette de présentation</li> <li>Sélectionner, assembler et intégrer des composants informatiques (progiciels, bases de données, développements spécifiques, ...)</li> <li>Réaliser la mise en production de solution logicielle dans un environnement d'exploitation</li> <li>Planifier les étapes d'un projet</li> <li>Définir les moyens humains, matériels et financiers d'un projet</li> <li>Sélectionner des fournisseurs, sous-traitants, prestataires</li> <li>Négocier un contrat</li> <li>Contrôler la réalisation d'une prestation</li> <li>Réaliser un appel d'offre</li> <li>Présenter un produit fini à son commanditaire</li> <li>Promouvoir un projet</li> <li>Former un public à l'utilisation d'un équipement</li> <li>Animer une formation</li> <li>Superviser et coordonner les réalisations, études ou développements informatiques (collaborateurs, sous-traitants)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algorithmique</li> <li>Technologies de l'accessibilité numérique</li> <li>Protocoles et normes télécoms</li> <li>Langages de programmation informatique</li> <li>Systèmes d'exploitation informatique</li> <li>Règles de sécurité Informatique et Télécoms</li> <li>Gestion de configuration</li> <li>Modélisation informatique</li> <li>Architecture d'applications</li> <li>Architecture des systèmes d'information</li> <li>Programmation informatique</li> <li>Programmation logicielle</li> <li>Système embarqué</li> <li>Matériel de contrôle embarqué</li> <li>Informatique de gestion</li> <li>Business Intelligence (BI) / Informatique décisionnelle</li> <li>Informatique industrielle</li> <li>Produits multimédia</li> <li>Réseaux informatiques et télécoms</li> <li>Langage de programmation</li> <li>Informatique scientifique et technique</li> <li>Architecture propriétaire</li> <li>Architecture web</li> <li>Finance</li> <li>Comptabilité générale</li> <li>Gestion des Ressources Humaines</li> <li>Gestion commerciale, relation clients</li> <li>Marketing / Mercatique</li> <li>Processus et procédures d'achats</li> <li>Gestion de production</li> <li>Progiciels de Gestion Intégrée (PGI) / Entreprise Resource Planning (ERP)</li> <li>Formalisation de processus de gestion</li> <li>Publication Assistée par Ordinateur (PAO)</li> <li>Principes d'intégration de matériels et de logiciels</li> <li>Procédures d'appels d'offres</li> <li>Gestion de projet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UTC501</li> <li>UTC502</li> <li>UTC503</li> <li>UTC504</li> <li>UTC505</li> <li>MUX101</li> <li>SMB101</li> <li>MUX102</li> <li>MUX103</li> <li>MUX104</li> <li>MUX205</li> <li>MUX206</li> <li>NFP121</li> <li>NFE107</li> <li>RCP101</li> <li>DTN107</li> <li>DNT104</li> <li>ENG210</li> </ul>

## Métier 10 : Responsable Sécurité Informatique

Savoir-faire	Savoir	UE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser les besoins du client</li> <li>Analyser les besoins d'un projet</li> <li>Définir les caractéristiques techniques du produit</li> <li>Concevoir les solutions techniques</li> <li>Concevoir l'architecture d'un système d'information</li> <li>Evaluer le résultat de ses actions</li> <li>Procéder aux phases de tests et de recettes des applications développées</li> <li>Mettre en place les procédures techniques d'exploitation, d'utilisation et de sécurité des équipements informatiques</li> <li>Définir et contrôler l'application des procédures qualité et sécurité des systèmes d'information et de télécoms</li> <li>Effectuer une assistance technique</li> <li>Traiter l'information (collecter, classer et mettre à jour)</li> <li>Mettre à jour une documentation technique</li> <li>Intervenir en gros systèmes</li> <li>Intervenir en mini systèmes</li> <li>Concevoir des documents techniques</li> <li>Etablir un cahier des charges</li> <li>Mener ou accompagner un projet d'intégration (implémentation) ou de développement de solutions matérielles, logicielles</li> <li>Intervenir en support avant-vente</li> <li>Répondre à un appel d'offre</li> <li>Réaliser un appel d'offre</li> <li>Réaliser la mise en place et le suivi d'indicateurs et vérifier l'application de normes et de standards par les équipes informatiques (études, exploitation, production, ...)</li> <li>Réaliser une analyse de risques (identification, hiérarchisation et évolution)</li> <li>Etablir le plan de sécurité d'un système d'information d'entreprise</li> <li>Mettre en place des outils d'aide à la surveillance, à la sécurité et à l'exploitation des équipements informatiques</li> <li>Veiller au respect de la loi Informatique et Libertés et du RGPD dans l'entreprise, gérer la liste des traitements de données à caractère personnel, faire l'interface avec la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés - CNIL</li> <li>Mettre en oeuvre une politique de gestion des risques des systèmes d'information</li> <li>Coordonner les différentes étapes d'un projet</li> <li>Piloter un projet</li> <li>Préconiser des actions préventives ou curatives</li> <li>Coordonner l'activité d'une équipe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cahier des charges</li> <li>Méthodes d'analyse (systémique, fonctionnelle, de risques, ...)</li> <li>Normes et standards d'exploitation</li> <li>Principes d'intégration de matériels et de logiciels</li> <li>Normes qualité</li> <li>Règles de sécurité Informatique et Télécoms</li> <li>Normes rédactionnelles</li> <li>Modélisation informatique</li> <li>Droit du Numérique</li> <li>Technologies de l'accessibilité numérique</li> <li>Urbanisation des systèmes d'information</li> <li>Évaluation de risques sécurité Informatique et Télécoms</li> <li>Gestion de bases de données</li> <li>Domaine informatique client-serveur</li> <li>Génie logiciel</li> <li>Micro-informatique</li> <li>Technologie de l'internet</li> <li>Produits multimédia</li> <li>Progiciels de Gestion Intégrée (PGI) / Enterprise Resource Planning (ERP)</li> <li>Réseaux informatiques et télécoms</li> <li>Systèmes d'exploitation informatique</li> <li>Informatique scientifique</li> <li>Informatique industrielle</li> <li>Protocoles et normes télécoms</li> <li>Intelligence artificielle</li> <li>Informatique de gestion</li> <li>Audit des systèmes d'information</li> <li>Procédures de tests</li> <li>Audit interne</li> <li>Gestion administrative</li> <li>Gestion comptable</li> <li>Gestion de projet</li> <li>Règlement Général européen sur la Protection des Données (RGPD)</li> <li>Gestion des risques (Risk Management)</li> <li>Conduite d'opérations de gestion de crise</li> <li>Cryptologie</li> <li>Analyse d'incidents</li> <li>Procédures d'appels d'offres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UTC501</li> <li>UTC502</li> <li>UTC503</li> <li>UTC504</li> <li>UTC505</li> <li>RSX101</li> <li>SMB101</li> <li>SEC105</li> <li>RSX112</li> <li>SMB111</li> <li>RSX217 ou SMB214</li> <li>RSX218 ou SMB215</li> <li>NFP121 ou SEC102</li> <li>NFE107 ou SEC101</li> <li>RCP101</li> <li>DTN107</li> <li>DNT104</li> <li>ENG210</li> </ul>

## *Blocs de compétence*

En accord avec l'introduction du Compte Personnel de Formation (CPF) en 2019, successeur du Droit Individuel de Formation (DIF) pour les crédits en formation continue, le diplôme IRSM va être découpé en blocs de compétence.

Le découpage actuellement à l'étude est le suivant (les intitulés seront définis ultérieurement) :

### Blocs communs avec les autres parcours du diplôme d'ingénieur en informatique

BC1 (15 ECTS) : UTC501, UTC502, UTC503, UTC504, UTC505.

BC2 (24 ECTS) : 4 UE dont une dans chaque bloc de base (IMO, ISI, AISL, IRSM)

### Blocs spécifiques à IRSM

BC3\_4 (12 ECTS) : 2 UE du bloc de base IRSM

BC4\_4 (12 ECTS) : 2 UE de spécialisation dans le parcours IRSM

BC5\_4\_1 (12 ECTS) : 2 UE d'approfondissement en Réseaux (RSX217, RSX218)

BC5\_4\_2 (12 ECTS) : 2 UE d'approfondissement en Systèmes (SMB214, SMB215)

BC5\_4\_3 (12 ECTS) : 2 UE d'approfondissement en Multimédia (MUX205, MUX206)

Pour rappel le bloc de base IRSM inclut : RSX101, RSX102, RSX103, SMB101, MUX101, SEC105.

Pour rappel le bloc de spécialisation IRSM inclut : RSX103, RSX112, RSX116, SMB111, SMB116, MUX 103, MUX104, RCP103.

### Autres blocs propres au diplôme d'ingénieur :

BC5 (18 ECTS) : groupe d'UE SHS

BC6 (6 ECTS) : une UE d'anglais

BC7 (6 ECTS) : oral probatoire (ENG221)

BC8 (42 ECTS) : mémoire (UAMM91)

BC9 (33 ECTS) : expérience professionnelle (UAEP1, UAEP2, UAEP3)

A ces blocs de compétence, d'autres blocs de compétences à faire paraître dans la plateforme CPF (appelés BC-CPF dans la suite) pour les UE d'entrée de cycle sont à prévoir, afin de favoriser par la suite une inscription éventuel en diplôme d'ingénieur. La réflexion actuelle porte sur ces possibles blocs :

BC-CPF-1 (9 ECTS) : UTC505 + RSX101 (initiation aux réseaux)

BC-CPF2 (12 ECTS) : RSX102 + RSX103 (prise en main des réseaux informatiques et d'entreprise)

BC-CPF 3 (15 ECTS) : UTC 505 + RSX 101 + RSX116 (réseaux mobiles).

BC-CPF-4 (16 ECTS) : SMB116 + UARS01 (programmation mobile sur Android).

BC-CPF-5 (28 ECTS) : NFP121 + NSY102 + SMB116 + UARS01 (Programmation mobile avancée sur Android).

BC-CPF-6 (40 ECTS) : NFP121 + SMB116 + NSY102 + RSX116 + MUX103 + UARS01 (Certificat de compétences intégrateurs d'applications mobiles)

Une version mise à jours de ce document décrira les blocs de compétence retenus.