



Syllabus

des enseignements

Spécialité Informatique

ESIROI | Université de La Réunion

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2026 - 2027

Accréditation CTI 2025 - 2030

Table des matières

Maquette pédagogique	7
Spécialité Informatique	12
Semestre S5	12
UE5-CYBER	12
0.0.1 ANG503SEC : Anglais	13
0.0.2 LV2504SEC : Anglais ou LV2	14
0.0.3 SEC501 : Fondamentaux : Mathématiques discrètes pour l'informatique	16
0.0.4 SEC502 : Cybersécurité : Principes, Pratiques et Me- naces	17
UE5-DATA	18
0.0.5 DAT501 : Bases de Données : Concepts et Pratiques	18
0.0.6 DAT502 : Données : Description, présentation et ana- lyse	20
0.0.7 DAT503 : Système d'Information géographique (SIG)	22
0.0.8 TRANS505DAT : TES 1 : Anthropocène et Diversité, Egalité, Inclusion	23
UE5-DEV	24
0.0.9 DEV501 : Algorithmes et structures de données en C	24
0.0.10 DEV502 : Programmation web : REST, API	26
0.0.11 DEV504 : Outils pour l'ingénieur : Versionning, Dé- ploiement et Documentation	27

0.0.12	SPORT504DEV : Sport	28
UE5-IOT		29
0.0.13	IOT501 : Internet Des Objets : Principes et Architectures	29
0.0.14	IOT502 : SAÉ Internet des Objets	31
0.0.15	SHS503IOT : Outils pour l'ingénieur : Gestion de projet informatique	33
0.0.16	SHS504IOT : Méthodologie de l'innovation	34
UE5-SYSRES		35
0.0.17	SHS503SR : Outils pour l'ingénieur : Veille et de rédaction de documents techniques	35
0.0.18	SR501 : Réseaux Informatiques : Concepts Fondamentaux	36
0.0.19	SR502 : Administration des Systèmes : Concepts, Outils et Services	37
0.0.20	SR503 : SAÉ systèmes et réseaux	38
0.0.21	SR504 : Fondamentaux : Probabilités, Variables aléatoires	39
Semestre S6		40
UE6-CYBER		40
0.0.22	ANG604SEC : Anglais	40
0.0.23	LV2605SEC : Anglais ou LV2	41
0.0.24	SEC601 : Théorie de l'information	43
0.0.25	SEC602 : Cybersécurité : Cryptographie et applications	44
0.0.26	SEC603 : SAE Cybersécurité	45
UE6-DATA		46
0.0.27	DAT601 : Intelligence artificielle et recherche opérationnelle	46
0.0.28	DAT602 : Fouille de données	47
0.0.29	DAT603 : SAE Data	50
0.0.30	DAT604 : Processus stochastiques, files d'attente, simulation	51
0.0.31	TRANS605DAT : TES 2 : Nouveaux modèles économiques et de gouvernance d'entreprise	52
UE6-DEV		53
0.0.32	DEV601 : Modélisation et conception de logiciels	53
0.0.33	DEV602 : Programmation orientée objet	54
0.0.34	DEV603 : SAE Dev	55
0.0.35	DEV604 : Programmation client et interface WEB et utilisateur	56

0.0.36	SHS606DEV : Developpement et communications interpersonnelles	57
0.0.37	SPORT604DEV : Sport	59
UE6-IOT		60
0.0.38	IOT601 : Internet Des Objets : Prototypage	60
0.0.39	PROJ603IOT : Projet encadré + Evaluation des compétences (Anglais /stage)	61
0.0.40	SHS602IOT : Transformation numérique	64
UE6-SYSRES		65
0.0.41	SR601 : Réseaux Informatiques : Commutation et routage	65
0.0.42	SR602 : Administration des Systèmes : Annuaire	66
0.0.43	SR603 : Outils pour l'ingénieur : Environnements Virtuels et Pratiques de Collaboration	68
Semestre S7		69
UE7-CYBER		69
0.0.44	ESI-SPI-CI-IN4-UE4-EC1 : Cybersécurité : Architecture et Infrastructure Sécurisées	69
0.0.45	ESI-SPI-CI-IN4-UE4-EC2 : Cybersécurité : Méthodologies de Sécurité Offensive	70
0.0.46	ESI-SPI-CI-IN4-UE4-EC3 : Anglais	72
0.0.47	ESI-SPI-CI-IN4-UE4-EC4 : Anglais ou LV2	73
UE7-DATA		75
0.0.48	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE5-EC1 : Système de données massives	75
0.0.49	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE5-EC2 : Apprentissage automatique	78
0.0.50	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE5-EC3 : SAE Data	81
0.0.51	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE5-EC4 : Droit et Éthique en Ingénierie Informatique	83
0.0.52	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE5-EC5 : TES : SST, RSO, éthique	86
UE7-DEV		87
0.0.53	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE3-EC1 : Programmation mobile	87
0.0.54	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE3-EC2 : Théorie des langages	88
0.0.55	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE3-EC3 : Sport	89
UE7-IOT		90
0.0.56	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE2-EC1 : Internet Des Objets : Systèmes Embarqués et Temps Réel	90
0.0.57	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE2-EC2 : SAE Internet des Objets	92
0.0.58	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE2-EC3 : Concours d'innovation	94

0.0.59	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE2-EC4 : Analyse de données pour l'IOT	95
0.0.60	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE2-EC5 : Innovation numérique	97
UE7-SYSRES		98
0.0.61	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE1-EC1 : Réseaux Informatiques : Administration, Supervision et Gestion	98
0.0.62	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE1-EC2 : Administration des Systèmes : Orchestration, Conteneurs et Automatisation	99
0.0.63	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE1-EC3 : SAÉ systèmes et réseaux	102
0.0.64	ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE1-EC4 : Interconnexion des Réseaux : Théories et Protocoles	103
Semestre S8		104
UE8-CYBER		104
0.0.65	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC1 : Cybersécurité : Exfiltration, Évasion et Malwares	104
0.0.66	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC2 : SAE cybersécurité	106
0.0.67	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC3 : Cybersécurité : Risques, Incidents et Conformité	107
0.0.68	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC4 : Anglais	109
0.0.69	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC5 : Anglais ou LV2	110
UE8-DATA		112
0.0.70	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE5-EC1 : Apprentissage profond	112
0.0.71	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE5-EC2 : Analyse de données : Méthodes et Applications	115
UE8-DEV		119
0.0.72	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC1 : Gestion de qualité et éco-conception de logiciels	119
0.0.73	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC2 : Programmation serveur	120
0.0.74	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC3 : SAE développement logiciel	121
0.0.75	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC4 : Suivi individuel / Portefolio	122
0.0.76	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC5 : Sport	123
UE8-IOT		124
0.0.77	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE2-EC1 : Internet Des Objets : Projet de Conception	124
0.0.78	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE2-EC2 : Management et marketing et entrepreneuriat	126
0.0.79	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE2-EC3 : Concours d'innovation	128
0.0.80	ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE2-EC4 : Projet encadré	129

UE8-SYSRES	132
0.0.81 ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE1-EC1 : Réseaux Nouvelle Géné- ration : Concepts et Innovations	132
0.0.82 ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE1-EC2 : Administration Système : Stockage et Surveillance des Infrastructures	133
0.0.83 ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE1-EC3 : Administration Système : Virtualisation	136
Semestre S9	139
UE9-Projet	139
0.0.84 PROJ901 : Projet de fin d'étude / SAE individualisé .	139
UE9-Ressources	140
0.0.85 ANG804SEC : Anglais	140
0.0.86 DAT901 : Science des données avancées	141
0.0.87 DEV901 : Initiation à la recherche	142
0.0.88 IOT903 : Internet Des Objets : Déploiement	144
0.0.89 SEC901 : Cybersécurité : Reverse Engineering et Ex- ploitation des Failles	146
0.0.90 SR901 : Culture DevOps : Amélioration Continue et Collaboration	147
Semestre S10	148
Stages	148
0.0.91 PROJ100 : Stage technicien	148
0.0.92 PROJ102 : Stage anglophone	149
0.0.93 PROJ103 : Stage de fin d'Etudes	150

Maquette pédagogique

Informatique — 3A		SEMESTRE S5			
Code	Libellé	CM	TD	TP	ECTS
UE5-CYBER : UE5-CYBER					
ANG503SEC	Anglais	0	20	10	2
LV2504SEC	Anglais ou LV2	0	10	0	1
SEC501	Fondamentaux : Mathématiques discrètes pour l'informatique	8	16	0	2
SEC502	Cybersécurité : Principes, Pratiques et Menaces	0	16	0	1
UE5-DATA : UE5-DATA					
DAT501	Bases de Données : Concepts et Pratiques	4	12	8	2
DAT502	Données : Description, présentation et analyse	4	4	8	2
DAT503	Système d'Information géographique (SIG)	4	10	0	1
TRANS505DAT	TES 1 : Anthropocène et Diversité, Egalité, Inclusion	12	4	0	1
UE5-DEV : UE5-DEV					
DEV501	Algorithmes et structures de données en C	0	26	10	2
DEV502	Programmation web : REST, API	0	14	0	1
DEV504	Outils pour l'ingénieur : Versionning, Déploiement et Documentation	0	10	10	2
SPORT504DEV	Sport	0	12	0	1
UE5-IOT : UE5-IOT					
IOT501	Internet Des Objets : Principes et Architectures	6	6	12	1
IOT502	SAÉ Internet des Objets	4	0	0	2
SHS503IOT	Outils pour l'ingénieur : Gestion de projet informatique	0	28	0	2
SHS504IOT	Méthodologie de l'innovation	8	0	20	1
UE5-SYSRES : UE5-SYSRES					
SHS503SR	Outils pour l'ingénieur : Veille et de rédaction de documents techniques	0	16	8	1
SR501	Réseaux Informatiques : Concepts Fondamentaux	4	12	8	1
SR502	Administration des Systèmes : Concepts, Outils et Services	0	16	8	1
SR503	SAÉ systèmes et réseaux	4	0	0	2
SR504	Fondamentaux : Probabilités, Variables aléatoires	8	16	0	1

Informatique — 3A		SEMESTRE S6			
Code	Libellé	CM	TD	TP	ECTS
UE6-CYBER : UE6-CYBER					
ANG604SEC	Anglais	0	20	10	2
LV2605SEC	Anglais ou LV2	0	10	0	1
SEC601	Théorie de l'information	6	14	0	1
SEC602	Cybersécurité : Cryptographie et applications	6	22	0	1
SEC603	SAE Cybersécurité	4	0	0	1
UE6-DATA : UE6-DATA					
DAT601	Intelligence artificielle et recherche opérationnelle	4	10	6	1
DAT602	Fouille de données	4	10	6	1
DAT603	SAE Data	4	0	0	2
DAT604	Processus stochastiques, files d'attente, simulation	6	18	0	1
TRANS605DAT	TES 2 : Nouveaux modèles économiques et de gouvernance d'entreprise	6	0	0	1
UE6-DEV : UE6-DEV					
DEV601	Modélisation et conception de logiciels	4	6	10	1
DEV602	Programmation orientée objet	4	10	10	1
DEV603	SAE Dev	4	0	0	1
DEV604	Programmation client et interface WEB et utilisateur	4	14	2	1
SHS606DEV	Developpement et communications interpersonnelles	4	16	10	1
SPORT604DEV	Sport	0	12	0	1
UE6-IOT : UE6-IOT					
IOT601	Internet Des Objets : Prototypage	2	8	20	1
PROJ603IOT	Projet encadré + Evaluation des compétences (Anglais /stage)	0	0	0	3
SHS602IOT	Transformation numérique	0	0	0	2
UE6-SYSRES : UE6-SYSRES					
SR601	Réseaux Informatiques : Commutation et routage	4	18	14	2
SR602	Administration des Systèmes : Annuaire	0	10	14	2
SR603	Outils pour l'ingénieur : Environnements Virtuels et Pratiques de Collaboration	0	16	0	2

Informatique — 4A		SEMESTRE S7			
Code	Libellé	CM	TD	TP	ECTS
UE7-CYBER : UE7-CYBER					
ESI-SPI-CI-IN4-UE4-EC1	Cybersécurité : Architecture et Infrastructure Sécurisées	4	28	0	2

Informatique — 4A		SEMESTRE S7			
Code	Libellé	CM	TD	TP	ECTS
ESI-SPI-CI-IN4-UE4-EC2	Cybersécurité : Méthodologies de Sécurité Offensive	0	14	10	1
ESI-SPI-CI-IN4-UE4-EC3	Anglais	0	20	10	2
ESI-SPI-CI-IN4-UE4-EC4	Anglais ou LV2	0	10	0	1
UE7-DATA : UE7-DATA					
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE5-EC1	Système de données massives	4	16	4	1
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE5-EC2	Apprentissage automatique	4	12	8	1
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE5-EC3	SAE Data	4	0	2	2
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE5-EC4	Droit et Éthique en Ingénierie Informatique	8	20	10	1
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE5-EC5	TES : SST, RSO, éthique	22	0	0	1
UE7-DEV : UE7-DEV					
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE3-EC1	Programmation mobile	4	10	10	1
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE3-EC2	Théorie des langages	4	10	10	1
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE3-EC3	Sport	0	12	0	1
UE7-IOT : UE7-IOT					
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE2-EC1	Internet Des Objets : Systèmes Embarqués et Temps Réel	0	18	10	1
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE2-EC2	SAE Internet des Objets	4	0	2	2
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE2-EC3	Concours d'innovation	4	0	16	1

Informatique — 4A		SEMESTRE S7			
Code	Libellé	CM	TD	TP	ECTS
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE2-EC4	Analyse de données pour l'IOT	4	4	8	1
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE2-EC5	Innovation numérique	0	20	0	1
UE7-SYSRES : UE7-SYSRES					
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE1-EC1	Réseaux Informatiques : Administration, Supervision et Gestion	4	10	6	2
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE1-EC2	Administration des Systèmes : Orchestration, Conteneurs et Automatisation	4	10	6	1
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE1-EC3	SAÉ systèmes et réseaux	4	0	2	2
ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE1-EC4	Interconnexion des Réseaux : Théories et Protocoles	4	10	6	1

Informatique — 4A		SEMESTRE S8			
Code	Libellé	CM	TD	TP	ECTS
UE8-CYBER : UE8-CYBER					
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC1	Cybersécurité : Exfiltration, Évasion et Malwares	4	8	12	1
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC2	SAE cybersécurité	4	0	2	1
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC3	Cybersécurité : Risques, Incidents et Conformité	4	12	4	1
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC4	Anglais	0	20	10	2
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC5	Anglais ou LV2	0	10	0	1
UE8-DATA : UE8-DATA					
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE5-EC1	Apprentissage profond	4	18	0	2

Informatique — 4A		SEMESTRE S8			
Code	Libellé	CM	TD	TP	ECTS
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE5-EC2	Analyse de données : Méthodes et Applications	4	16	0	2
UE8-DEV : UE8-DEV					
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC1	Gestion de qualité et écoconception de logiciels	4	8	6	1
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC2	Programmation serveur	4	8	6	2
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC3	SAE développement logiciel	4	0	2	2
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC4	Suivi individuel / Portefolio	0	0	2	0
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC5	Sport	0	12	0	1
UE8-IOT : UE8-IOT					
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE2-EC1	Internet Des Objets : Projet de Conception	0	12	0	1
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE2-EC2	Management et marketing et entrepreneuriat	10	36	0	1
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE2-EC3	Concours d'innovation	0	4	10	1
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE2-EC4	Projet encadré	0	0	0	3
UE8-SYSRES : UE8-SYSRES					
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE1-EC1	Réseaux Nouvelle Génération : Concepts et Innovations	6	4	14	2
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE1-EC2	Administration Système : Stockage et Surveillance des Infrastructures	4	6	6	2
ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE1-EC3	Administration Système : Virtualisation	6	8	6	2

Informatique — 5A		SEMESTRE S9			
Code	Libellé	CM	TD	TP	ECTS
UE9-Projet : UE9-Projet					
PROJ901	Projet de fin d'étude / SAE individualisé	40	40	0	3
UE9-Ressources : UE9-Ressources					
ANG804SEC	Anglais	10	0	0	2
DAT901	Science des données avancées	10	8	6	3
DEV901	Initiation à la recherche	5	11	6	2
IOT903	Internet Des Objets : Déploiement	10	8	6	3
SEC901	Cybersécurité : Reverse Engineering et Exploitation des Failles	10	8	6	3
SR901	Culture DevOps : Amélioration Continue et Collaboration	8	8	8	3

Informatique — 5A		SEMESTRE S10			
Code	Libellé	CM	TD	TP	ECTS
Stages : Stages					
PROJ100	Stage technicien				
PROJ102	Stage anglophone	0	0	0	10
PROJ103	Stage de fin d'Etudes	0	0	0	20

IDENTIFICATION

Code matière : ANG503SEC
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 0
TD : 20
TP : 10
Total : 30

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Évaluation interne : Mise en situation sur des compétences professionnelles 2 contrôles au minimum par semestre Évaluation externe : TOEIC S8/S9

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Anglais général : Sujets d'actualité, presse, Internet Anglais de spécialité : Ressources techniques et scientifiques Anglais à visée professionnelle : CV, Lettre de motivation, courriel Annales du TOEIC

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Edel LYNCH
edel.lynch@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-CYBER

MATIÈRE : Anglais

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Cet enseignement dispensé en langue anglaise, vise à développer des compétences pragmatiques, socioculturelles et linguistiques du CECRL (<https://rm.coe.int/1>) dans les quatre activités de communication langagière, grâce à des modalités pédagogiques variées en CM / TD interactifs et TP pratiques. Des activités de compréhension orale et écrite, des productions écrites (essais, synthèses, mémo, rapport de stage) et orales (exposés, projets de groupe, improvisations, discussions et débats) préparent les étudiants à l'utilisation de l'anglais dans un contexte professionnel tout en développant l'esprit critique.

Acquis d'apprentissage visés

- Utiliser des documents techniques en anglais
- Communiquer à l'oral et à l'écrit, en s'adaptant au niveau des connaissances techniques de ses interlocuteurs
- Préparer le TOEIC : Niveau 1 (B1.1)

PROGRAMME

- Compréhension de documents à l'écrit et à l'oral ;
- Rédaction d'une courte synthèse ;
- Reformulation/ résumé de texte ;
- Correction grammaticale – groupe verbal, les temps, groupe nominal ;
- Maîtrise de phonèmes spécifiques à l'anglais, rythme et intonation ;
- Registre de langue standard.

BIBLIOGRAPHIE

- Documents authentiques écrits et oraux, Internet, ressources télévisées, presse étrangère, outils numériques, outils linguistiques
- Global Exam, British Council, BBC Learning English, VoA, dictionnaires unilingues.
- Annales de TOEIC.
- Sites web des organisations internationales et européennes d'ordre général et spécifique :
 - Général : UN, WHO, WEF, IMF, WTO, World Bank...
 - Spécifique : IEEE, IETF, NIST, ENISA, NCSC ...

PRE-REQUIS

Peut comprendre les points essentiels quand un langage clair et standard est utilisé et s'il s'agit de choses familières dans le travail, à l'école, dans les loisirs, etc. Peut se débrouiller dans la plupart des situations rencontrées en voyage dans une région où la langue cible est parlée. Peut produire un discours simple et cohérent sur des sujets familiers et dans ses domaines d'intérêt. Peut raconter un événement, une expérience ou un rêve, décrire un espoir ou un but et exposer brièvement les raisons ou explications pour un projet ou une idée.

IDENTIFICATION

Code matière : LV2504SEC
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 10
TP : 0
Total : 10

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

1. Chinois ou espagnol (Au moins un contrôle continu). 2. Anglais renforcé (Évaluation interne : Mise en situation sur des compétences professionnelles; Anglais TOEIC; 1 contrôle par semestre; Évaluation externe : TOEIC S8/S9).

SUPPORT PEDAGOGIQUE

1. Chinois ou espagnol (Diaporamas et fiches de travaux dirigés). 2. Anglais renforcé (Anglais général : Sujets d'actualité, presse, internet; Anglais des affaires : travail, affaires, voyages, personnel, météo, annonces, publicités, gestion, finance; Annales du TOEIC).

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Axelle Malaterre-Septembre
axelle.malaterre-septembre@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-CYBER

MATIÈRE : Anglais ou LV2

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

1. Chinois ou espagnol

Ce cours vise à développer les compétences linguistiques, culturelles et communicatives des étudiants en langue vivante 2. Il met l'accent sur l'acquisition des bases de la langue, l'aisance orale et écrite, ainsi que sur la découverte des cultures associées, afin de préparer les étudiants à des interactions dans des contextes personnels, professionnels ou académiques.

2. Anglais renforcé

Cet enseignement dispensé en langue anglaise vise à développer des compétences du TOEIC. Le cours est adossé au CECRL dans les deux principales activités de communication langagière de compréhension afin de mieux comprendre les stratégies. Des activités de compréhension orale et écrite préparent les étudiants à comprendre l'utilisation de l'anglais dans un contexte professionnel (anglais des affaires). La compréhension de la fonction sémantique de la langue est essentielle pour réussir au TOEIC (Partie 5 / QCM de grammaire).

Acquis d'apprentissage visés

1. Chinois ou espagnol

- Communiquer avec les différentes parties impliquées (clients, direction, utilisateurs, responsables SI, organismes — CNIL, ANSSI), à l'écrit et à l'oral
- Assurer une communication adéquate avec les parties prenantes, incluant les clients, les administrations, les citoyens et la société civile

2. Anglais renforcé

- Comprendre à l'oral et à l'écrit
- S'exprimer à l'écrit et à l'oral (en interaction en cours / en groupes)
- Utiliser des documents d'ordre général et spécifique (anglais des affaires)
- Préparer le TOEIC : niveau 1 (B1)

PROGRAMME

1. Chinois ou espagnol

- **Initiation linguistique**
 - Constructions grammaticales élémentaires : présent de l'indicatif, adjectifs, pronoms.
- **Communication orale**
 - Techniques pour améliorer la prononciation et la fluidité orale.
- **Compréhension et expression écrite**
 - Rédaction de lettres simples ou de courriels (présentation personnelle, demande d'information).
- **Approfondissement linguistique et interculturel**
 - Étude de chansons, poèmes ou extraits littéraires adaptés au niveau.
- **Projet pratique et évaluation continue**
 - Évaluations orales et écrites régulières pour suivre la progression.

2. Anglais renforcé

- Compréhension de documents à l'écrit et à l'oral; reformulation et paraphrase
- Correction grammaticale : groupe verbal, les temps, groupe nominal
- Maîtrise de phonèmes spécifiques à l'anglais, rythme et intonation
- Registre de langue standard

BIBLIOGRAPHIE

1. Anglais renforcé

- Documents authentiques écrits et oraux, ressources télévisées, presse étrangère
- Outils numériques et linguistiques : Global Exam, British Council, BBC Learning English, VoA, dictionnaires unilingues
- Annales du TOEIC
- Sites web de la presse courante

PRE-REQUIS

1. Chinois ou espagnol Aucun.

2. Anglais renforcé Peut comprendre les points essentiels quand un langage clair et standard est utilisé et s'il s'agit de choses familières dans le travail, à l'école, dans les loisirs, etc. Peut se débrouiller dans la plupart des situations rencontrées en voyage dans une région où la langue cible est parlée. Peut produire un discours simple et cohérent sur des sujets familiers et dans ses domaines d'intérêt. Peut raconter un événement, une expérience ou un rêve, décrire un espoir ou un but et exposer brièvement les raisons ou explications pour un projet ou une idée.

IDENTIFICATION

Code matière : SEC501
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 8
TD : 16
TP : 0
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôle continu : deux évaluations écrites

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Joël GROUFFAUD
joel.grouffaud@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-CYBER

MATIÈRE : Fondamentaux : Mathématiques discrètes pour l'informatique

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Fournir aux élèves-ingénieurs les bases de mathématiques discrètes indispensables à la résolution de problèmes fréquents dans tous les domaines de l'informatique.

Acquis d'apprentissage visés

- Choisir les outils cryptographiques adaptés au besoin d'un cahier des charges
- Mettre en place, de la conception à la mise en production, le réseau informatique d'une entreprise en intégrant les problématiques de QoS et de sécurité
- Réaliser une analyse exploratoire de données

PROGRAMME

- Rappels : bases de la théorie des ensembles, logique propositionnelle, preuves
- Relations d'équivalence et relations d'ordre, ensemble quotient
- Structures algébriques : groupes, anneaux, corps
- Arithmétique de base : division euclidienne, pgcd, nombres premiers, théorème de Bezout, indicatrice d'Euler
- Structure de l'ensemble $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ et opérations dans cet ensemble
- Théorèmes de l'arithmétique : Fermat-Euler, théorème des restes chinois
- L'anneau $K[X]$ des polynômes, arithmétique dans $K[X]$

BIBLIOGRAPHIE

- Richard Hammack - Book of proofs - À télécharger : <http://www.people.vcu.edu/~rhamack/BookOfProof/> (licence Creative Common)
- Jacques Vélou - Méthodes mathématiques pour l'informatique - Editions Dunod, collection Sciences Sup
- J.P. Ramis et A. Warusfel (sous la direction de) - Mathématiques : tout-en-un pour la Licence, Niveau L1 - Éditions Dunod

PRE-REQUIS

Mathématiques discrètes apprises au lycée puis en CPGE/L1-L3/IUT/BTS

IDENTIFICATION

Code matière : SEC502
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 16
TP : 0
Total : 16

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Au moins deux contrôles continus.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, MOOC SecNumAcademy (ANSSI).

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Joël GROUFFAUD
joel.grouffaud@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-CYBER

MATIÈRE : Cybersécurité : Principes, Pratiques et Menaces

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Découvrir les risques encourus par un individu et un système d'information sur Internet, et comprendre les raisons qui font de la cybersécurité un défi à mettre en œuvre.

Acquis d'apprentissage visés

- Décrire les modes opératoires des APT
- Choisir les outils cryptographiques adaptés au besoin d'un cahier des charges
- Prendre en main des outils de test de pénétration réseau/système
- Utiliser des documents techniques en anglais

PROGRAMME

- Organisation de la cybersécurité en France : l'ANSSI.
- Les critères de sécurité : disponibilité, intégrité, confidentialité et preuve.
- Comprendre les concepts de risque, de menace, de vulnérabilité et de vecteur d'attaque (y compris le fait que la sécurité parfaite n'existe pas).
- Les acteurs de la cybercriminalité et leurs modes opératoires
- Documenter un exemple de "contre-mesures" pour des menaces spécifiques simples.
- Dresser une liste des capacités et des outils qui permettent d'identifier les risques de cybersécurité de manière continue.
- Montrer le concept de gestion de l'identité et son importance.
- Donner du sens aux concepts d'authentification, d'autorisation et de contrôle d'accès.
- Argumenter l'intérêt de l'authentification multifactorielle.

BIBLIOGRAPHIE

Solange Ghernaouti - Sécurité informatique et réseaux - Collection Sciences Sup - Éditions Dunod

PRE-REQUIS

Aucun prérequis théorique pour ce module, connaissances minimales en informatique et en réseau.

IDENTIFICATION

Code matière : DAT501
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 12
TP : 8
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et travaux pratiques évalués.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNoux
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-DATA

MATIÈRE : Bases de Données : Concepts et Pratiques

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

L'objectif de ce cours est de comprendre les principes de la gestion des données.

- Concepts de données et d'information
- Modélisation des données
- Langages d'interrogation de bases de données
- Architecture d'organisation des données
- Bases de données spécialisées
- Gestion de l'environnement de la base de données

Acquis d'apprentissage visés

Concevoir et interroger efficacement une base de données

PROGRAMME

- **Perspectives et impact des bases de données** Décrire l'évolution du stockage et la récupération des données. Comprendre les avantages d'une approche par base de données par rapport au traitement traditionnel des fichiers. Décrire l'impact de la croissance d'Internet sur la quantité, la manipulation et le traitement des données. Décrire l'historique des modèles de bases de données et de leur évolution.
- **Concepts de données et d'information** Décrire le rôle des données, des informations et des bases de données dans les organisations. Comparer et utiliser des termes clés tels que : information, données, base de données, système de gestion de base de données, métadonnées et exploration de données. Illustrer la qualité, l'exactitude et l'actualité des données, et expliquer l'impact de leur absence sur les organisations. Décrire les mécanismes de collecte des données et leurs implications (collecte automatisée des données, formulaires de saisie, sources). Décrire les questions de base de la conservation des données, y compris la nécessité de la conservation, le stockage physique, la sauvegarde et la sécurité.
- **Modélisation des données** Concevoir des diagrammes Entité-Relation basés sur des règles organisationnelles appropriées pour un scénario donné. Décrire la relation entre un modèle logique et un modèle physique. Évaluer l'importance des contraintes de base de données. Concevoir un modèle physique pour obtenir les meilleures performances, y compris l'impact de la normalisation et des index. Comparer et opposer les différences et les similitudes entre le modèle relationnel et le modèle dimensionnel de données (OLTP vs. OLAP).
- **Langages d'interrogation de bases de données** Créer, modifier et interroger des objets de base de données à l'aide du langage de requête structuré (SQL). Effectuer le filtrage et le tri des données en utilisant diverses clauses, notamment where, order by, between, like, group by et having. Utiliser des jointures pour sélectionner des données dans plusieurs tables. Utiliser des requêtes SQL intégrées. Effectuer des calculs dans une requête à l'aide de champs calculés et de fonctions d'agrégation. Créer des vues actualisables et non actualisables.

- **Architecture d'organisation des données** Démontrer les opérations relationnelles de sélection, de projection, d'union, d'intersection, de différence d'ensemble et de jointure naturelle à l'aide d'exemples simples de relations fournies. Contraster et comparer les concepts de bases de données relationnelles et les bases de données non relationnelles, notamment les bases de données orientées objet, XML, NewSQL et NoSQL. Exprimer la relation entre les dépendances fonctionnelles et les clés, et donner des exemples. Évaluer l'intégrité des données et donner des exemples d'intégrité d'entité et d'intégrité référentielle. Analyser comment la fragmentation, la réplication et l'allocation des données affectent les performances des bases de données.
- **Bases de données spécialisées** Décrire les principaux concepts des bases de données orientées objet, XML, NewSQL et NoSQL. Démontrer une compréhension du traitement analytique en ligne et des systèmes d'entrepôt de données. Décrire les méthodes d'exploration des données et ce que ces méthodes permettent d'apprendre.
- **Gestion de l'environnement de la base de données** Contraster et comparer l'administration des données et l'administration des bases de données. Décrire les tâches couramment effectuées par les administrateurs de bases de données. Créer et gérer les utilisateurs, les rôles et les privilèges des bases de données. Prendre en compte le concept de sécurité des bases de données et de sauvegarde et récupération. Évaluer l'importance des méta-données dans un environnement de base de données. Modifications.

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

Pas de prérequis.

IDENTIFICATION

Code matière : DAT502
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 4
TP : 8
Total : 16

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et travaux pratiques évalués.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNOUX
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-DATA

MATIÈRE : Données : Description, présentation et analyse

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Présenter des données sous une forme appropriée est une entreprise difficile mais importante. Pour le scientifique des données, cela leur permet fondamentalement d'afficher les données sous une forme attrayante, facilement et correctement compréhensibles pour les utilisateurs, mais est également potentiellement d'une grande valeur pour fournir des informations pertinentes et la structure sous-jacente aux données. Ce cours vise à décrire les outils, moyens et bonnes pratiques pour extraire de l'information et la visualiser, que ce soit dans le cadre d'analyse exploratoire ou de description de résultats aboutis.

Acquis d'apprentissage visés

Réaliser une analyse exploratoire de données Visualiser des données

PROGRAMME

Approches de visualisation adaptées aux types de données Le rôle de la visualisation dans la science des données. Illustrations, y compris des exemples historiques et contemporains, de la visualisation. Caractéristiques d'une visualisation efficace. Adéquation de différentes techniques pour différentes données et pour différents utilisateurs. Tableaux de bord et visualisation interactive. Outils logiciels pour la visualisation. Inférence basée sur la visualisation. Préparation de la visualisation - mise à l'échelle, rôle de la couleur. Types de graphiques - tableaux, diagrammes de dispersion, camemberts, histogrammes, graphiques, cartes de données, y compris les représentations à base de pixels, de glyphes, de graphiques et de cartes.

Travailler avec différents types de données Représentation des données : nombres, texte, images, précision des données. Traitement des données textuelles : sac de mots, comptage de mots, TF-IDF, n-grammes, analyse lexicale, analyse syntaxique, analyse sémantique, filtrage des mots vides, radicalisation, applications de base. Traitement d'images : représentation des données : matrices multidimensionnelles d'entiers, traits, opérateurs d'images, opérateurs vidéo. Reconnaissance d'objets. Extraction de caractéristiques d'ordre supérieur.

Extraction d'informations L'extraction d'informations (IE) est la tâche consistant à extraire automatiquement des informations structurées à partir de documents lisibles par machine non structurés et/ou semi-structurés. documents non structurés et/ou semi-structurés lisibles par machine. Il s'agit d'une technique importante pour d'acquérir des données à partir de documents, de pages Web et même de supports multimédias.

Transformation des données Pipeline de transformation de données. Méthodes simples de transformation de fonctions et leurs applications. Normalisation des données et ses applications. Normalisation des données et ses applications. Approches d'encodage des données et leurs applications. Approches de lissage des données et leurs applications.

Nettoyage des données Les dimensions de la qualité des données. Les approches visant à améliorer la qualité des données. Les algorithmes de nettoyage des données, notamment la résolution des entités, la découverte de vérités, le nettoyage des données basé sur des règles. nettoyage. Différentes formes pour les règles de qualité des données telles que les dépendances fonctionnelles (FD), les dépendances conditionnelles. fonctionnelles conditionnelles (CFD), les dépendances d'inclusion conditionnelles (CIND), et les dépendances de correspondance (MD).

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

- Notion de python.
- DATA 051 : Base de données.
- DEV 052 : Programmation web

IDENTIFICATION

Code matière : DAT503
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 10
TP : 0
Total : 14

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Un contrôle de connaissances et un compte rendu de TP.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNOUX
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-DATA

MATIÈRE : Système d'Information géographique (SIG)

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Le but de ce cours est de fournir les notions nécessaires en système d'information géographique afin de manipuler ces données efficacement dans le cadre de projets IoT ou de projets d'analyse de données spatiales.

Acquis d'apprentissage visés

Réaliser une analyse exploratoire de données Visualiser des données

PROGRAMME

Les Systèmes d'Information Spatio-temporelle

- Les données spatio-temporelles et la modélisation spatio-temporelle ;
- L'indexation spatiale ;
- Les requêtes spatiales ;
- Les contraintes d'intégrité spatiales ;
- L'interopérabilité des SIG ;
- Les principaux Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) du marché.

La télé-géomatique

- Géomatique des Télécommunications ;
- Les systèmes modernes de positionnement (GPS, ...);
- La prise de décision en temps réel ;
- L'échange d'informations entre sites géographiquement distribués.

Les applications

- Panorama des applications potentielles : Gestion des catastrophes naturelles et urgences, agriculture de précision ; foresterie ; santé et sécurité publique ; infos mobilité et télé-géomatique ; navigation et surveillance dans le transport ; océans et zones côtières ; terres et milieux humides.
- Exemples d'applications spécialisées (exemple : La surveillance temps réel de volcans) ;
- Exemple d'applicatifs basés sur les services web (exemple : la gestion de la circulation de matières dangereuses).

BIBLIOGRAPHIE

Systèmes d'information géographique : Cours et exercices corrigés avec Grass et Qgis

PRE-REQUIS

Programmation python, notions de bases de données, notions de géométrie de niveau lycée.

IDENTIFICATION

Code matière : TRANS505DAT
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 12
TD : 4
TP : 0
Total : 16

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Evaluation individuelle Présentation orale
Remise d'un rapport

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Support de cours

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

François GARDE

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-DATA

MATIÈRE : TES 1 : Anthropocène et Diversité, Égalité, Inclusion

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Comprendre le fonctionnement du système Terre et son évolution (passée, actuelle, future) en mettant en évidence le caractère inédit de l'évolution actuelle (rythme, grande accélération) et des phénomènes de basculement, en montrant l'origine anthropique de ces perturbations, et en prenant en compte toutes les échelles de temps

Avoir une vision d'ensemble des formes d'inégalités et de discriminations en situation professionnelle

Acquis d'apprentissage visés

- Réduire l'impact environnemental d'un produit et intégrer les enjeux d'une transition écologique juste, équitable et inclusive
- Intégrer les enjeux d'une transition écologique juste, équitable et inclusive

PROGRAMME

12h (10h CM / 2h TD) - L'Anthropocène : origines et enjeux globaux — Climat et transitions énergétiques — Biodiversité et enjeux du vivant — Gestion des ressources naturelles — Solutions et perspectives : vers un futur durable

4h (2h CM / 2h TD) - Atelier collectif lors de la semaine d'intégration : — Prévention des inégalités et discriminations dans le management des ressources humaines

BIBLIOGRAPHIE

Portail de l'UVED - MOOC

NF ISO 30415 : Management des ressources humaines-Diversité et inclusion, septembre 2021. NF ISO 53800 : Lignes directrices relatives à la promotion et à la mise en œuvre de l'égalité entre les femmes et les hommes et à l'empouvoirement des femmes, mai 2024. AFNOR SPEC Z77-103-0 : L'inclusion numérique : Guide de bonnes pratiques pour une adaptation sur mesure, février 2022. Guide pour un recrutement sans discrimination, Défenseur des droits, juin 2019. Discriminations liées à l'orientation sexuelle et l'identité de genre, Défenseur des droits, mars 2020.

PRE-REQUIS

Aucun

IDENTIFICATION

Code matière : DEV501
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 0
TD : 26
TP : 10
Total : 36

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNOUX
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-DEV

MATIÈRE : Algorithmes et structures de données en C

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Le but de ce cours est d'apprendre à programmer en réutilisant des techniques et structures de données classiques et en intégrant les contraintes de complexité. Le langage imposé est le C, ce qui permettra une compréhension fine de la mise en oeuvre des structures de données qui sera notamment utile en embarqué.

Acquis d'apprentissage visés

- Appliquer une méthodologie et un formalisme pour concevoir et développer une application
- Écrire et réaliser des tests logiciels

PROGRAMME

Présentation générale du langage C : instructions et types de base, fonctions, pointeurs, fichiers...

- **Développement du programme** Développer un programme correct pour résoudre les problèmes en utilisant un processus itératif, la documentation des composants du programme et la consultation des utilisateurs du programme. Utiliser les abstractions appropriées pour faciliter l'écriture de programmes : collections, procédures, interfaces de programmation d'applications et bibliothèques. Évaluer la façon dont un programme est écrit en termes de style de programme, de comportement prévu pour des entrées spécifiques, de correction des composants du programme et de description des fonctionnalités du programme. Développer un programme en utilisant des outils adaptés aux pratiques actuelles de l'industrie : contrôle de version, hébergement de projet et services de déploiement.
- **Structures de données fondamentales** Écrire des programmes qui utilisent des structures de données (intégrées, de bibliothèque et définies par le programmeur) : chaînes de caractères, listes et cartes. Analyser les performances de différentes implémentations de structures de données. Décider des structures de données appropriées pour modéliser un problème donné. Expliquer le bien-fondé des structures de données choisies.
- **Principes et développement des algorithmes** Décrire pourquoi et comment les algorithmes résolvent les problèmes de calcul. Créer des algorithmes pour résoudre un problème de calcul. Expliquer comment les programmes mettent en oeuvre les algorithmes en termes de traitement des instructions, d'exécution du programme et de processus en cours. Appliquer les concepts mathématiques appropriés à la programmation : expressions, types de données abstraites, relations de récurrence et raisonnement formel sur l'efficacité et la correction des algorithmes. Évaluer empiriquement l'efficacité d'un algorithme.

BIBLIOGRAPHIE

- Open data structures, Pat Morin (opensource <https://opendatastructures.org/>)

- Introduction to algorithms, Erik Demaine, Jason Ku, Justin Solomon <https://ocw.mit.edu/courses/6-006-introduction-to-algorithms-spring-2020/>
- The C programming language. Kernighan, Brian W.;Ritchie, Dennis M. Prentice Hall, (2016)
- Data Structures and Program Design In C. Robert L. Kruse, Bruce P. Leung, Clovis L. Tondo, (1996, Pearson)

PRE-REQUIS

Programmation en C et C++ de CPI (syntaxe, pointeurs, organisation des fichiers d'un programme en C ...).

IDENTIFICATION

Code matière : DEV502
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 14
TP : 0
Total : 14

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Deux contrôles continus au minimum.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-DEV

MATIÈRE : Programmation web : REST, API

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Le but de ce cours est de comprendre plus en détails la conception et la mise en œuvre d'applications Web (avec Python par exemple), JavaScript et SQL. Des framework spécifiques pourront être utilisés. Les sujets incluent la conception de la base de données, l'évolutivité, la sécurité et l'expérience utilisateur. Grâce à des projets pratiques, les étudiants apprennent à écrire et à utiliser des API, à créer des interfaces utilisateur interactives. Les élèves ingénieurs auront ainsi une expérience des principes, des langages et des outils qui leur permettra de concevoir et de déployer des applications sur Internet.

Acquis d'apprentissage visés

- Maîtriser les paradigmes fondamentaux de la programmation, des langages et des algorithmes pour concevoir et développer des applications sur tout type d'environnement
- Maîtriser et utiliser les procédures et mécanismes essentiels des systèmes d'exploitations, réseaux, de la virtualisation et du cloud pour la mise en production et la maintenance de services accessibles à tous

PROGRAMME

- HTML, CSS
- Git
- Langage de programmation back-end
- SQL
- JavaScript
- Interface utilisateur
- Tests, CI/CD
- Sécurité et passage à l'échelle

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

Pas de prérequis.

IDENTIFICATION

Code matière : DEV504
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 0
TD : 10
TP : 10
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-DEV

MATIÈRE : Outils pour l'ingénieur : Versionning, Déploiement et Documentation

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours a pour objectif d'initier les étudiants aux outils essentiels utilisés dans le cycle de vie du développement logiciel : versionnement, déploiement et documentation. Il vise à fournir les compétences pratiques et théoriques nécessaires pour collaborer efficacement en équipe, gérer les versions d'un projet, automatiser les déploiements, et produire une documentation technique claire et maintenable.

Acquis d'apprentissage visés

- Produire de la documentation technique
- Organiser le projet selon les méthodologies de gestion de projet
- Rédiger de la documentation technique et concevoir des supports de présentation en français et en anglais
- Déployer et administrer manuellement des services
- Produire et gérer la documentation d'une infrastructure informatique

PROGRAMME

- Introduction au versionnement avec Git
- Automatisation des workflows
- Documentation technique et outils associés
- Pratique intégrée : gestion d'un projet de bout en bout

BIBLIOGRAPHIE

- Scott Chacon and Ben Straub, Pro Git Book, Apress (2014)

PRE-REQUIS

Pas de prérequis.

IDENTIFICATION

Code matière : SPORT504DEV
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 12
TP : 0
Total : 12

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Suivi des performances et mise en place d'objectifs personnels.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Documentations

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Thomas BARBEREAU
thomas.barbereau@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-DEV

MATIÈRE : Sport

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours vise à promouvoir la santé, le bien-être, et les valeurs du sport à travers la pratique d'activités physiques variées, en renforçant leur capacité à travailler en équipe et à se surpasser. À travers une variété d'activités sportives et de jeux coopératifs, les étudiants seront encouragés à développer des compétences interpersonnelles essentielles telles que la communication, la collaboration, et le leadership.

Acquis d'apprentissage visés

- Communiquer à l'oral, en s'adaptant au niveau des connaissances techniques de ses interlocuteurs
- Organiser le projet selon les méthodologies de gestion de projet.

PROGRAMME

- Initiation et préparation physique
- Sports collectifs et esprit d'équipe
- Sports individuels et développement personnel
- Santé et prévention

BIBLIOGRAPHIE

- Jonny Wilkinson, Mémoires d'un perfectionniste, 2012
- Horn Mike, Vouloir toucher les étoiles, 2016
- Grégoire Chevnard, De mon canapé à la course la plus dure au monde, 2018

PRE-REQUIS

Pas de prérequis.

IDENTIFICATION

Code matière : IOT501
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 6
TD : 6
TP : 12
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Deux contrôles continus au minimum.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNOUX
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-IOT

MATIÈRE : Internet Des Objets : Principes et Architectures

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Fournir aux élèves-ingénieurs les bases pour identifier les applications permises par l'Internet des Objets ainsi que les éléments de l'écosystème IoT à utiliser pour mettre en oeuvre ces applications.

Acquis d'apprentissage visés

- Énumérer et mettre en oeuvre les protocoles réseaux pour l'IoT
- Mettre en oeuvre les protocoles de distribution de données spécifiques à l'IoT
- Choisir des environnements de développement (IDE) adaptés pour le prototypage et le développement de produit

PROGRAMME

1. Introduction à l'IoT et ses applications

- Définition et enjeux de l'IoT.
- Exemples d'applications dans différents domaines (santé, agriculture, smart cities, industrie 4.0).²
- Étude de cas sur des projets IoT existants.

2. Connectivité IoT : Protocoles et réseaux

- Réseaux LPWAN : LoRaWAN, SigFox, LTE-M, NB-IoT.
- Réseaux de capteurs : Zigbee, Thread, 6TiSCH, BLE-mesh.
- Critères de choix d'un protocole (portée, consommation, bande passante).

3. Architectures matérielles : Microcontrôleurs IoT

- Présentation des architectures ARM Cortex et RISC-V.
- Critères de sélection d'un microcontrôleur en fonction des contraintes IoT.
- Exemples pratiques avec des cartes de développement.

4. Environnements de programmation

- Introduction aux outils : Segger, STM32CubeIDE, Zephyr.
- Mise en oeuvre pratique : création d'un projet IoT simple (capteur + communication).

5. Formats de données et protocoles associés

- Exploration des formats CBOR et des protocoles CoAP, Matter, 6LoWPAN.
- Cas pratiques : transmission et interprétation de données IoT.

6. Revue des capteurs IoT classiques

- Présentation des capteurs de température, humidité, accéléromètre, vibration, luminosité, son.
 - Méthodes d'intégration des capteurs dans un écosystème IoT.
7. Mesure et optimisation de la consommation énergétique
- Principes de mesure de consommation.
 - Techniques d'optimisation pour prolonger la durée de vie des dispositifs IoT.
 - Étude des compromis entre performances et consommation.

BIBLIOGRAPHIE

- Timothy Chou, Precision : Principles, Practices and Solutions for the Internet of Things, 2016

PRE-REQUIS

Algorithmes et structures de données en C

IDENTIFICATION

Code matière : IOT502
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 0
TP : 0
Total : 4

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

La compétence sera évaluée à partir des éléments fournis dans les livrables, par le biais d'une grille critériée présentée en amont aux élèves ingénieurs.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ensemble des documents utilisés à l'occasion des enseignements. Si besoin, de nouvelles références documentaires pourront être mobilisées.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNoux
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-IOT

SAÉ Internet des Objets

OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR CETTE SAÉ

Compétence visée

Concevoir une architecture pour l'Internet des Objets

Niveau évalué

Développer une application et connecter un objet à Internet, et s'initier à la gestion de projet et à la valorisation de produits IoT.

SITUATION

Je travaille pour RIoT et au sein de cette société, je suis en charge de la mise en œuvre du projet ReefTEMP à la Réunion. Dans le cadre de ce projet, nous déployons et maintenons en état opérationnel des objets qui collectent des données (e.g. température, salinité, humidité ...) avec une fréquence de 2Hz. Les objets sont dans des zones difficilement accessibles e.g. forêt, lagon, bouée à proximité de la côte. Les données sont stockées sur une carte SD et des opérateurs vont périodiquement collecter les données (e.g. tous les 6 mois). Ces données sont par la suite traitées puis mise à disposition sur un portail open-data. Elles ont alors divers usage tels que le suivi du réchauffement climatique, l'impact des événements météo locaux, l'impact des activités humaines, déterminer si des zones compatibles avec les activités humaines (...). Les utilisateurs de ces données ne se contentent plus de la mise à disposition des données à posteriori. Ils envisagent désormais des applications qui nécessitent de disposer des données au plus quelques minutes après qu'elles aient été mesurées. Ils ont fait pression auprès des financeurs du projet ReefTEMP (i.e. l'Europe) pour que le cadre réglementaire évolue. À compter du 1 avril 2025, il sera obligatoire que les données soit :

- mise à disposition sur la plateforme opendata au plus 10min après son acquisition par le capteur
- avec une précision de X

Si nous ne respectons pas ces nouvelles contraintes, nous perdrons le contrat. Nos objets sont pour la plupart basés sur les MCU STM32WL55 auquel ont été ajoutées des cartes SD. Nous pouvons mettre à jour le firmware sur le MCU. Malheureusement, il n'est pas économiquement viable de remplacer les objets ou même de modifier le matériel présent sur les objets. Une connaissance m'a indiqué qu'il y avait beaucoup de dépendance statistique entre chaque échantillon prélevé et que cela devait pouvoir se compresser efficacement. Néanmoins, dans mes lointains souvenir, la notion de compression efficace ne me semble pas compatible avec les contraintes de délai de mise à disposition. Pour le 15 novembre, j'aurais besoin d'une solution, de son implémentation en C, et d'une preuve de concept qui pourra être déployée sur le MCU STM32WL55. A titre d'exemple, je te sou mets une série temporelle de températures issues de nos capteurs. Elle est représentative de la dynamique des métriques mesurées par les objets de notre réseau. Je te remercie par avance pour le service que tu pourras nous fournir. Il faudra rester sous les 30 homme-jour.

LIVRABLES ATTENDUS ET CRITÈRES D'ÉVALUATION

- Applications
- Dépôt GIT
- Documentation
- Présentation

ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

- Enseignant des matières liées à l'IOT et des outils pour l'ingénieur
- Professionnels de l'IoT

IDENTIFICATION

Code matière : SHS503IOT
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 0
TD : 28
TP : 0
Total : 28

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Fanilo HARIVÉLO
fanilo.harivelo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-IOT

MATIÈRE : Outils pour l'ingénieur : Gestion de projet informatique

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours vise à fournir aux étudiants les compétences essentielles pour planifier, organiser, et gérer efficacement des projets informatiques. À travers l'apprentissage d'outils modernes et de méthodologies agiles, les étudiants seront capables de collaborer en équipe, d'assurer le suivi des projets et de livrer des résultats alignés avec les objectifs et contraintes définis.

Acquis d'apprentissage visés

- Appliquer une méthodologie et un formalisme pour concevoir et développer une application
- Organiser le projet selon les méthodologies de gestion de projet
- Choisir des environnements de développement (IDE) adaptés pour le prototypage et le développement de produit

PROGRAMME

- Introduction à la gestion de projet informatique
- Outils pour la gestion de projet
- Méthodologies de gestion de projet
- Projet pratique : gestion d'un projet informatique

BIBLIOGRAPHIE

Robert K. Wysocki, Effective Project Management : Traditional, Agile, Extreme, Hybrid, 2019

PRE-REQUIS

Pas de prérequis.

IDENTIFICATION

Code matière : SHS504IOT
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 8
TD : 0
TP : 20
Total : 28

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Evaluation de groupe Evaluation individuelle

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Fiches, matériel

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Khalid ADDI
khalid.addi@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-IOT

MATIÈRE : Méthodologie de l'innovation

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Les étudiants sont capables de développer un prototype innovant en se basant sur les outils de l'immersion, la créativité, le marketing, faisabilité et viabilité économique et de gestion de projet dans le respect des principes de la durabilité.

Acquis d'apprentissage visés

Analyser les besoins et le contexte Détecter l'opportunité (traduire à l'aide de l'analyse fonctionnelle) Générer les idées et les combiner en produit/service innovant Analyser une faisabilité technique et financière simple

PROGRAMME

- Recherche : inspiration et analyse
- Compréhension des besoins usagers, idéation, prototypage, et test.
- Travail d'équipe : Collaboration efficace, répartition des tâches, et communication.
- Prototypage rapide : Création de maquettes et prototypes fonctionnels.
- Résolution de problèmes : Identification et analyse de problèmes complexes, maîtrise d'outils de résolution de problème, génération et sélection de solutions innovantes, savoir élaborer un plan d'action
- Communication : Présentation claire et persuasive des idées et des solutions, réponse aux questions du jury

BIBLIOGRAPHIE

Design Sprint : A Practical Guidebook for Building Great Digital Products, Richard Banfield, Todd Lombardo, Trace Wax, 2015 Sprint, Jake Knapp, John Zeratsky, Braden Kowitz, 2016 Le Design Sprint en pratique, Pauline Thomas, 2020

PRE-REQUIS

Outils de la recherche et de la veille d'information (web...) Gérer les données (trier, stocker fichiers, outils de sauvegarde et de partage...) Outils de traitement de texte Utiliser les tableurs (organiser, classer, trier, opérations simples...) Utiliser les logiciels de traitement de texte

IDENTIFICATION

Code matière : SHS503SR
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 16
TP : 8
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-SYSRES

MATIÈRE : Outils pour l'ingénieur : Veille et de rédaction de documents techniques

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours vise à développer les compétences nécessaires pour effectuer une veille efficace et rédiger des rapports structurés et clairs. ce cours permettra d'apprendre à utiliser diverses méthodes de veille, à analyser les informations collectées et à présenter leurs résultats.

Acquis d'apprentissage visés

- Produire de la documentation technique
- Rédiger de la documentation technique et concevoir des supports de présentation en français et en anglais
- Produire et gérer la documentation d'une infrastructure informatique
- Utiliser des documents techniques en anglais

PROGRAMME

- Introduction à la veille stratégique
- Méthodologies de veille
- Analyse des informations collectées
- Rédaction de rapports

BIBLIOGRAPHIE

- Justin Zobel, Writing for Computer Science, Springer (2015)
- Hélène DESVALS et Henri DOU, La veille technologique : l'information scientifique, technique et industrielle , Bulletin des bibliothèques de France (BBF), 1993

PRE-REQUIS

Pas de prérequis.

IDENTIFICATION

Code matière : SR501
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 12
TP : 8
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNOUX
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-SYSRES

MATIÈRE : Réseaux Informatiques : Concepts Fondamentaux

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

L'objectif de ce cours est de fournir un aperçu de l'ensemble des éléments et concepts constituant les réseaux informatiques. À l'issue de ce cours, les élèves devraient être en mesure de configurer des postes, d'identifier les problèmes de configuration, de proposer une structuration des entités du réseau et les protocoles adaptés à un contexte applicatif.

Acquis d'apprentissage visés

Mettre en place, de la conception à la mise en production, le réseau informatique d'une entreprise en intégrant les problématiques de QoS et de sécurité.

PROGRAMME

- Introduction : objectifs d'un réseau de communication, architecture des réseaux, modèle OSI.
- Généralités : Transmission des données (analogique, numérique), débit binaire et rapidité de modulation, multiplexage numérique, commutation, acheminement, adressage, routage et contrôle de congestion.
- Fiabilisation des échanges : contrôle d'erreurs, codes détecteurs d'erreurs, contrôle de flux.
- Structure de l'Internet. Les acteurs de la standardisation de la technologie Internet..
- Les applications réseau : connexion à distance, protocole TELNET, représentation NVT, rlogin, ssh. Transfert de fichiers, protocoles FTP et TFTP, rcp, scp. Architecture de messagerie, structure des messages, format MIME, protocoles SMTP, POP et IMAP. Annuaire, hiérarchie de nommage de l'Internet, protocole DNS. Administration, MIB, SMI, protocole SNMP, sonde RMON. Applications peer-to-peer
- La couche Transport : Introduction aux services de la couche transport. Notion de port. Mécanismes de contrôle de bout-en-bout (contrôle d'erreurs, temporisateurs, politiques de retransmissions, contrôle de flux et de congestion). Transport en mode non connecté : UDP. Transport en mode connecté : TCP et les différentes versions
- La couche réseau : Rappels sur la couche réseau. Protocole IPv4, adressage avec et sans classe (CIDR), découpage en sous-réseaux. Résolution d'adresses (ARP), le protocole ICMP. Translation (NAT) et filtrage d'adresses (Firewall). Auto-configuration (DHCP) et tunneling

BIBLIOGRAPHIE

James F. KUROSE et Keith W. ROSS - Computer Networking - Éditions Pearson

PRE-REQUIS

Pas de prérequis en réseaux.

IDENTIFICATION

Code matière : SR502
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 16
TP : 8
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNOUX
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-SYSRES

MATIÈRE : Administration des Systèmes : Concepts, Outils et Services

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

L'objectif de ce cours est de fournir les connaissances de bases sur les systèmes d'exploitation, leur utilisation, les différents utilitaires et sur les scripts d'automatisation des tâches.

Acquis d'apprentissage visés

Déployer et administrer manuellement des services

PROGRAMME

- Modes d'exploitation et fonctions d'un système d'exploitation
- Les processus : représentation, opérations, processus légers (threads Unix et Java), processeur : commutation d'états, interruptions.
- Synchronisation et concurrence : le problème d'exclusion mutuelle, sémaphore, moniteur, problèmes classiques d'exclusion mutuelle et de synchronisation, programmation concurrente en CSP, Java.
- Gestion de l'information : édition des liens, pile d'exécution.
- Gestion de la mémoire centrale : gestion par zones, pages, segments.
- Gestions des fichiers : mode d'accès séquentiel, accès direct, hash-coding.
- La gestion des utilisateurs : Login, commandes de base, Groupes et identification des utilisateurs
- Le système de gestion des fichiers : les concepts, les protections, principales commandes pour la gestion des fichiers et des répertoires, la gestion des périphériques disques.
- La gestion des utilisateurs et des processus : comprendre la gestion des droits et des priorités sous Unix, états et gestion courante des processus.
- Commandes avancées : Redirections, piping, Sed, awk, regexp
- Le shell : Les différents shells, Les variables d'environnement, L'écriture de script.
- Exploitation en réseau : X11, commandes réseau standard (traceroute, ping, nmap, ...).

BIBLIOGRAPHIE

- Operating Systems : Three Easy Pieces. Remzi H Arpaci-Dusseau, Andrea C Arpaci-Dusseau (2020)
- Operating System Concepts (Tenth Edition). Abraham Silberschatz, Peter B. Galvin, Greg Gagne (2018)

PRE-REQUIS

Pas de pré-requis

IDENTIFICATION

Code matière : SR503
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 0
TP : 0
Total : 4

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Les compétences seront évaluées à partir des éléments fournis dans le livrable, et précisés en amont aux élèves ingénieurs.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ensemble des documents utilisés à l'occasion des enseignements des ressources mobilisées. Si besoin, de nouvelles références documentaires seront fournies.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNOUX
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-SYSRES

SAÉ systèmes et réseaux

OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR CETTE SAÉ

Compétence visée

Concevoir l'architecture d'un système d'information

Niveau évalué

Concevoir et administrer un réseau d'entreprise, déployer des serveurs et des services.

SITUATION

Vous êtes ingénieur système et réseaux et devez assurer le déploiement d'une application. Cette action sera réalisée en deux phases. (1) Déterminer l'architecture adaptée pour répondre aux critères de robustesse, passage à l'échelle et sécurité; (2) Déployer l'ensemble des services nécessaire à l'application; Vous devrez justifier vos choix architecturaux, effectuer une démonstration du déploiement ainsi que des tests permettant d'illustrer tout ou partie des critères de robustesse et de passage à l'échelle.

LIVRABLES ATTENDUS ET CRITÈRES D'ÉVALUATION

Les livrables seront inclus dans un dépôt GIT qui aura été utilisé tout au long de la SAE. Il devra inclure les éléments de preuve de la structuration et de la répartition des tâches (e.g. issues, commit, branches ...). La tâche numéro 1 fera l'objet d'un rapport détaillant l'architecture retenu et justifiant sa pertinence au regard des contraintes exprimées dans le cahier des charges. Elle s'appuiera sur des articles scientifiques ou retours d'expérience publiés par les éditeurs ou les experts du domaine. L'ensemble des éléments nécessaire à tâche numéro 2 devront être inclus dans le dépôt GIT. Une documentation permettant de reproduire le déploiement devra être également présente. La procédure permettant d'évaluer la robustesse et la tolérance à la charge de la solution devra également figurer dans le dépôt.

ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

- Enseignants en réseau
- Enseignant en administration système
- Enseignant en base de données
- Enseignant en outils pour l'ingénieur

IDENTIFICATION

Code matière : SR504
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 8
TD : 16
TP : 0
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôle continu : deux évaluations écrites.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Joël GROUFFAUD
joel.grouffaud@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE5-SYSRES

MATIÈRE : Fondamentaux : Probabilités, Variables aléatoires

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Consolider les connaissances de probabilités indispensables à la résolution de problèmes modélisés par des expériences aléatoires et fréquents en informatique.

Acquis d'apprentissage visés

- Choisir les outils cryptographiques adaptés au besoin d'un cahier des charges
- Mettre en place, de la conception à la mise en production, le réseau informatique d'une entreprise en intégrant les problématiques de QoS et de sécurité
- Réaliser une analyse exploratoire de données

PROGRAMME

- Espace probabilisé : univers, tribu, probabilité
- Probabilités conditionnelles
- Variables aléatoires discrètes et continues : lois classiques, espérance, variance
- Convergence des suites de vecteurs aléatoires : loi des grands nombres, théorème central limite
- Estimation (ponctuelle, par intervalles de confiance), tests

BIBLIOGRAPHIE

J.P. Ramis et A. Warusfel (sous la direction de) - Mathématiques : tout-en-un pour la Licence, Niveau L2 - Éditions Dunod

PRE-REQUIS

Probabilités apprises au lycée puis en CPGE/L1-L3/IUT/BTS

IDENTIFICATION

Code matière : ANG604SEC
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 0
TD : 20
TP : 10
Total : 30

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Évaluation interne : Mise en situation sur des compétences professionnelles 2 contrôles au minimum par semestre Évaluation externe : TOEIC S8/S9

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Anglais général : Sujets d'actualité, presse, Internet Anglais de spécialité : Ressources techniques et scientifiques Anglais à visée professionnelle : CV, Lettre de motivation, courriel Annales du TOEIC

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Edel LYNCH
edel.lynch@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-CYBER

MATIÈRE : Anglais

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Cet enseignement dispensé en langue anglaise, vise à développer des compétences pragmatiques, socioculturelles et linguistiques du CECRL dans les quatre activités de communication langagière, grâce à des modalités pédagogiques variées en CM / TD interactifs et TP pratiques. Des activités de compréhension orale et écrite, des productions écrites (essais, synthèses, mémo, rapport de stage) et orales (exposés, projets de groupe, improvisations, discussions et débats) préparent les étudiants à l'utilisation de l'anglais dans un contexte professionnel tout en développant l'esprit critique.

Acquis d'apprentissage visés

- Utiliser des documents techniques en anglais
- Communiquer à l'oral et à l'écrit, en s'adaptant au niveau des connaissances techniques de ses interlocuteurs
- Argumenter, expliquer, persuader, nuancer à l'oral
- Préparer le TOEIC : Niveau 2 (B1.2)

PROGRAMME

- Compréhension de documents à l'écrit et à l'oral
- Rédaction d'une synthèse à partir d'une série de documents oraux et écrits
- Interaction, discussion, défendre un point de vue, débat
- Correction grammaticale – syntaxe avancée, mots de liaison niveau 1, structures argumentatives
- Rythme et prosodie de l'anglais
- Registre formel niveau 1

BIBLIOGRAPHIE

- Documents authentiques écrits et oraux, Internet, ressources télévisées, presse étrangère, outils numériques, outils linguistiques
- Global Exam, British Council, BBC Learning English, VoA, dictionnaires unilingues.
- Annales de TOEIC.
- Sites web des organisations internationales et européennes d'ordre général et spécifique :
 - Général : UN, WHO, WEF, IMF, WTO, World Bank...
 - Spécifique : IEEE, IETF, NIST, ENISA, NCSC...

PRE-REQUIS

Niveau B1.1 CECRL

IDENTIFICATION

Code matière : LV2605SEC
ECTS : 1

HORAIRES

Cours :	0
TD :	10
TP :	0
Total :	10

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

1. Chinois ou espagnol Au moins deux contrôles continus. ### 2. Anglais renforcé Évaluation interne : Mise en situation sur des compétences professionnelles : Anglais TOEIC 1 contrôle par semestre Évaluation externe : TOEIC S8/S9

SUPPORT PEDAGOGIQUE

1. Chinois ou espagnol (Diaporamas et fiches de travaux dirigés). ### 2. Anglais renforcé (Anglais général : Sujets d'actualité, presse, internet Anglais des affaires : travail, affaires, voyages, personnel, météo, annonces, publicités, gestion, finances....; Annales du TOEIC)

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Axelle MALATERRE-SEPTEMBRE
axelle.malaterre-septembre@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-CYBER

MATIÈRE : Anglais ou LV2

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

0.0.1 1. Chinois ou espagnol

Ce cours vise à développer les compétences linguistiques, culturelles et communicatives des étudiants en langue vivante 2 (chinois ou espagnol). Il met l'accent sur l'acquisition des bases de la langue, l'aisance orale et écrite, ainsi que sur la découverte des cultures associées, afin de préparer les étudiants à des interactions dans des contextes personnels, professionnels ou académiques.

0.0.2 2. Anglais renforcé

Cet enseignement dispensé en langue anglaise, vise à développer des compétences du TOEIC. Le cours est adossé au CECRL dans les deux principales activités de communication langagière de compréhension afin de mieux comprendre les stratégies. Des activités de compréhension orale et écrite préparent les étudiants à comprendre l'utilisation de l'anglais dans un contexte professionnel (anglais des affaires). La compréhension de la fonction sémantique de la langue est essentielle pour réussir au TOEIC (Partie 5 / QCM de grammaire)

Acquis d'apprentissage visés

0.0.3 1. Chinois ou espagnol

- Communiquer avec les différentes parties impliquées (clients, direction, utilisateurs, responsables SI, organismes -CNIL,ANSSI-), à l'écrit et à l'oral
- Assurer une communication adéquate avec les parties prenantes, incluant les clients, les administrations, les citoyens et la société civile. ### 2. Anglais renforcé
- Comprendre à l'oral et à l'écrit
- S'exprimer à l'écrit et à l'oral (en interaction en cours/ en groupes)
- Utiliser des documents d'ordre général et spécifique (anglais des affaires)
- Préparer le TOEIC : Niveau 1 (B1.1)

PROGRAMME

0.0.4 1. Chinois ou espagnol

Initiation linguistique - Constructions grammaticales élémentaires : présent de l'indicatif, adjectifs, pronoms. **Communication orale** - Techniques pour améliorer la prononciation et la fluidité orale. **Compréhension et expression écrite** - Rédaction de lettres simples ou de courriels (présentation personnelle, demande d'information). **Approfondissement linguistique et interculturel** - Étude de chansons, poèmes ou extraits littéraires adaptés au niveau. **Projet pratique et évaluation continue** - Évaluations orales et écrites régulières pour suivre la progression. ### 2. Anglais renforcé

- Compréhension de documents à l'écrit et à l'oral - Reformulation et paraphrase

- Correction grammaticale – groupe verbal, les temps, groupe nominal. - Maîtrise de phonèmes spécifiques à l'anglais, rythme et intonation - Registre de langue standard

BIBLIOGRAPHIE

0.0.5 2. Anglais renforcé

Documents authentiques écrits et oraux, Internet, ressources télévisées, presse étrangère, outils numériques, outils linguistiques – Global Exam, British Council, BBC Learning English, VoA, dictionnaires unilingues. Annales de TOEIC. Sites web de la presse courante.

PRE-REQUIS

0.0.6 1. Chinois ou espagnol

Aucun ### 2. Anglais renforcé

Peut comprendre les points essentiels quand un langage clair et standard est utilisé et s'il s'agit de choses familières dans le travail, à l'école, dans les loisirs, etc. Peut se débrouiller dans la plupart des situations rencontrées en voyage dans une région où la langue cible est parlée. Peut produire un discours simple et cohérent sur des sujets familiers et dans ses domaines d'intérêt. Peut raconter un événement, une expérience ou un rêve, décrire un espoir ou un but et exposer brièvement les raisons ou explications pour un projet ou une idée.

IDENTIFICATION

Code matière : SEC601
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 6
TD : 14
TP : 0
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôle continu : deux épreuves écrites

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Joël GROUFFAUD
joel.grouffaud@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-CYBER

MATIÈRE : Théorie de l'information

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

L'objectif de ce cours est de permettre aux élèves ingénieurs de comprendre comment la théorie de l'information permet d'évaluer mathématiquement les performances limites des systèmes de communication et de traitement des données.

Acquis d'apprentissage visés

- Choisir les outils cryptographiques adaptés au besoin d'un cahier des charges
- Mettre en place, de la conception à la mise en production, le réseau informatique d'une entreprise en intégrant les problématiques de QoS et de sécurité
- Énumérer et mettre en œuvre les protocoles réseaux pour l'IoT
- Réaliser une analyse exploratoire de données

PROGRAMME

- Source d'information : quantité d'information, entropie d'une source et codage de source, information mutuelle, algorithme de Huffman.
- Capacité d'un canal : notion de canal de communication et description en théorie de l'information, entropie conditionnelle, définition d'un canal discret et d'un code sur ce canal.
- Codes détecteurs et correcteurs d'erreurs : différents types de code (bloc, convolutif), décision optimale sur un canal à entrée binaire.
- Détection d'erreur : codes à redondance cyclique (CRC)
- Correction d'erreur : Reed-Salomon

BIBLIOGRAPHIE

Abdelghafour Berraissoul - Initiation à la théorie de l'information et au codage de sources Éditions Ellipses

PRE-REQUIS

Module "Probabilités, variables aléatoires" du S5.

IDENTIFICATION

Code matière : SEC602
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 6
TD : 22
TP : 0
Total : 28

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Deux contrôles continus écrits au minimum, et un compte-rendu de TP.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques, plateformes d'apprentissage en ligne (CryptoHack, Root-Me).

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Joël GROUFFAUD
joel.grouffaud@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-CYBER

MATIÈRE : Cybersécurité : Cryptographie et applications

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Cet enseignement vise à fournir les connaissances en cryptographie indispensables à tout ingénieur en informatique pour qu'il sache choisir les outils de sécurisation d'un système, qu'il soit logiciel ou matériel, en tenant compte des contraintes techniques de l'application (données temps réelles, équipements autonomes en énergie, etc), et selon les recommandations de l'ANSSI pour tenir compte de faiblesses avérées pour certains protocoles.

Acquis d'apprentissage visés

- Choisir les outils cryptographiques adaptés au besoin d'un cahier des charges
- Énumérer et mettre en œuvre les protocoles réseaux pour l'IoT
- Mettre en place, de la conception à la mise en production, le réseau informatique d'une entreprise en intégrant les problématiques de QoS et de sécurité
- Déployer et administrer manuellement des services

PROGRAMME

- Introduction à la cryptographie : vocabulaire de base, principaux concepts.
- Cryptographie classique : substitutions mono et poly-alphabétique, transposition, cryptanalyse.
- Cryptographie symétrique par blocs (AES), par flux (ChaCha20).
- Cryptographie asymétrique : Diffie-Hellman, RSA, ElGamal, courbes elliptiques.
- Fonctions de hachage, applications pour l'intégrité et l'authenticité : signature, HMAC.
- Certificats, infrastructures de gestion de clés.
- Utilisation dans des protocoles classiques : SSH, TLS.
- Exemples d'applications : blockchain, anonymisation sur Internet (Tor).
- Cryptanalyse : étude des faiblesses des outils et des protocoles utilisant la cryptographie.
- Introduction aux possibilités offertes par les SMPC et le chiffrement homomorphe.
- Cryptographie post-quantique : la menace quantique, les algorithmes post-quantiques.
- Stéganographie.

BIBLIOGRAPHIE

Johannes Buchmann - Introduction à la cryptographie - Collection Sciences Sup - Éditions Dunod

PRE-REQUIS

Modules "Mathématiques discrètes pour l'informatique" du S5 et "Principe de la cybersécurité 1" du S6.

IDENTIFICATION

Code matière : SEC603
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 0
TP : 0
Total : 4

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

La compétence sera évaluée à partir des éléments fournis dans les livrables, par le biais d'une grille critériée présentée en amont aux élèves ingénieurs.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ensemble des documents utilisés à l'occasion des enseignements. Si besoin, de nouvelles références documentaires pourront être mobilisées.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Joël GROUFFAUD
joel.grouffaud@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-CYBER

SAE Cybersécurité

OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR CETTE SAÉ

Compétence visée

Gérer la sécurité d'un système d'information

Niveau évalué

Sensibiliser le personnel de l'entreprise à la cybersécurité en s'appuyant sur les critères DICP et le cadre juridique

SITUATION

Vous êtes ingénieur en cybersécurité et vous êtes chargé d'organiser la sensibilisation du personnel de votre entreprise au risque Cyber. Cette action sera réalisée en deux phases : (1) Réalisation d'une capsule vidéo, en français, mettant en oeuvre un vol de données et/ou une attaque à partir de techniques de phishing et/ou d'objets dédiés (e.g. : clé USB piégée), et présentant les bonnes pratiques pour se protéger; (2) Exposé scientifique, destiné aux responsables de l'entreprise, et en anglais (car le public visé est aussi celui de succursales à l'étranger), sur des thématiques essentielles en cybersécurité (Tor, bitcoin, ransomware...) Ces exposés s'appuieront sur des articles de référence en anglais.

LIVRABLES ATTENDUS ET CRITÈRES D'ÉVALUATION

Tâche 1 : capsule vidéo + tutoriel pour reproduire la démonstration Tâche 2 : synthèse de l'article (en anglais) + diaporama et exposé oral (en anglais) Outre les aspects techniques précisés dans la description du niveau attendu, la SAE sera évaluée en tenant compte des critères suivants :

- Respect des normes et du cadre juridique national et international
- Réalisation d'une veille scientifique et technologique permanente
- Communication avec les différentes parties impliquées, à l'écrit et à l'oral, en français et en anglais
- Réduction continue des risques et des impacts des cyberattaques

ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

- Enseignant de mathématiques et cryptographie
- Spécialiste en cybersécurité, et en particulier sur les aspects réglementaires
- Enseignant d'anglais

IDENTIFICATION

Code matière : DAT601
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 10
TP : 6
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ensemble des documents utilisés à l'occasion des enseignements. Si besoin, de nouvelles références documentaires pourront être mobilisées.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Kévin HOARAU
kevin.hoarau@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-DATA

MATIÈRE : Intelligence artificielle et recherche opérationnelle

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours a pour objectif de former les étudiants à l'intersection de l'intelligence artificielle (IA) et de la recherche opérationnelle (RO) en mettant un accent particulier sur la diversité des problèmes pouvant être modélisés par les outils classiques de l'IA. Un scientifique des données doit être conscient du large éventail de problèmes qui peuvent être abordés par les méthodes de logique formelle, les méthodes probabilistes, et les méthodes exploratoires. Ce cours permet de développer une compréhension profonde des principes fondamentaux et de leur application dans des contextes variés.

Acquis d'apprentissage visés

- Réaliser une analyse exploratoire de données
- Exploiter des données massives à l'aide des techniques de fouilles de données
- Visualiser des données

PROGRAMME

IA et logique formelle :

- Logique des prédicats et exemples d'utilisations
- Raisonnement automatisé : chaînage avant, chaînage arrière
- Raisonnement intégré dans des systèmes à grande échelle (ex. Watson)

Approches probabilistes

- Modèles causaux
- Réseaux bayésiens
- Processus décisionnels de Markov (MDP)

Stratégies de recherches et d'optimisation

- Représentation dans l'espace d'états des solutions possibles à un problème
- Recherche en profondeur et en largeur (c'est-à-dire non informée) d'un espace d'états
- Recherche heuristique (c'est-à-dire informée) d'un espace d'états (par exemple, recherche A*)

BIBLIOGRAPHIE

Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence : A Modern Approach, 4th US ed.

PRE-REQUIS

- Probabilités et variables aléatoires
- Processus stochastiques
- Cours de l'UE DATA du S5

IDENTIFICATION

Code matière : DAT602
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 10
TP : 6
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques, plateformes d'apprentissage en ligne.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Kévin HOARAU
kevin.hoarau@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-DATA

MATIÈRE : Fouille de données

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours a pour objectif de permettre aux étudiants d'identifier les possibilités offertes par le data-mining et d'explorer ses principaux domaines d'application. Il introduit les notions théoriques nécessaires pour comprendre les algorithmes de fouille de données et présente les modalités pratiques de mise en œuvre de ces techniques sur des jeux de données réels.

Acquis d'apprentissage visés

- Exploiter des données massives à l'aide des techniques de fouilles de données
- Visualiser des données
- Concevoir et interroger efficacement une base de données

PROGRAMME

Mesure de proximité

- Propriétés de base des métriques.
- Mesures et cas particuliers - distance euclidienne, distance de Manhattan.
- Utilisation des scores et des classements ; caractéristiques souhaitables des scores et des classements.
- Normalisation des données pour favoriser la comparaison.
- Métriques impliquant du texte
- Coefficient de corrélation pour les séquences de données.
- Métriques de similarité de relations dans les graphes (e.g. simrank).
- Métriques sur les graphes.
- Similarité des séries temporelles (e.g. DTW)

Préparation des données

- La collecte de données, sa relation avec la résolution de problèmes, l'importance des connaissances spécialisées et de l'ouverture aux avis des experts
- Sources de données, y compris bases de données, Internet des objets, photographies et vidéos, sources d'informations en ligne ; adéquation des données aux objectifs
- Considérations éthiques concernant l'obtention et l'utilisation de données ; privacy
- Identifier les biais potentiels dans les données
- Munging data - traiter les erreurs dans les données, les lacunes dans les données, nettoyer les données, valider les données, transformer les données ;
- Méthodes de traitement des problèmes d'ensemble de données tels que le déséquilibre, l'insuffisance d'attributs et les attributs externes ; approches automatisées et manuelles et compromis entre ces dernières
- Le concept de feature ; extraction et représentation de features ; sélection des fonctionnalités et génération de fonctionnalités

Extraction d'informations

- Identifier les applications où l'extraction d'informations joue un rôle utile.
- Extraction d'entités et de relations.
- Les approches d'extraction d'informations basées sur des règles et leurs applications.
- Les approches d'extraction d'informations basées sur les statistiques et leurs applications.
- Les problèmes possibles dans les données extraites.

Analyse par clusters

- Identification de la mesure de similarité appropriée pour l'activité de clustering.
- Évaluation de la qualité du clustering.
- Algorithme de clustering k-means, y compris les considérations relatives aux itérations.
- Les algorithmes basés sur la densité.
- Applications du clustering.

Classification et régression

- Considérations concernant la sélection des fonctionnalités pour la classification
- Méthodes basées sur des instances telles que K-Nearest Neighbor (KNN)
- Méthodes d'arbre de décision
- Modèles probabilistes, Naïve Bayes

Recherche de motifs

- Le concept d'exploration de motifs d'association.
- Considérations relatives à la complexité informatique.
- L'exploration de règles d'association; les algorithmes d'Apriori et de croissance de motifs fréquents (FP).
- L'exploration de motifs séquentiels; les algorithmes GSP.
- Algorithmes efficaces et parallèles pour l'exploration de motifs.
- Domaines d'application

Détection de valeurs aberrantes

- Concept de valeur aberrante.
- Approche générale - élaborer un modèle des données, puis constater qu'un point de données ne correspond pas
- Méthodes paramétriques, telles que le z-score pour identifier les valeurs aberrantes numériques en 1-D.
- Utilisation des fonctions de distribution de probabilité.
- Utilisation des approches de profondeur première - après avoir identifié la coque convexe attendue d'un ensemble de points, est-elle à l'intérieur ou à l'extérieur; utilisation d'approches graphiques connexes.

Séries temporelles

- La nature des données de séries temporelles, y compris la comparaison avec les données temporelles séquentielles.
- Transformation des données - suppression du bruit, normalisation des données de séries temporelles.
- Les séries temporelles stationnaires et non stationnaires.
- La conversion des données de séries temporelles en données de séquences discrètes.
- Prédiction de séries chronologiques - prédire les valeurs futures sur la base des valeurs passées.
- Motifs de séries temporelles - motifs fréquemment rencontrés dans les données de séries temporelles.
- Le regroupement et la classification des séries temporelles.
- Détection des aberrations dans les séries temporelles - aberrations ponctuelles et aberrations de forme.

BIBLIOGRAPHIE

Aggarwal, C. C. (2015). Data mining : the textbook (Vol. 1). New York : springer.

PRE-REQUIS

- Probabilités et variables aléatoires
- Processus stochastiques
- Cours de l'UE DATA du S5

IDENTIFICATION

Code matière : DAT603
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 0
TP : 0
Total : 4

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Les compétences seront évaluées à partir des éléments fournis dans le livrable, et précisés en amont aux élèves ingénieurs.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ensemble des documents utilisés à l'occasion des enseignements des ressources mobilisées. Si besoin, de nouvelles références documentaires seront fournies.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Kévin HOARAU
kevin.hoarau@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-DATA

SAE Data

OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR CETTE SAÉ

Compétence visée

Traiter des données massives à l'aide des techniques d'intelligence artificielle

Niveau évalué

Préparer, stocker et analyser des données multidimensionnelles.

SITUATION

Un ingénieur en science des données, doit effectuer une analyse exploratoire afin de rendre compte de découvrir la structure sous-jacente aux données et en se focalisant en particulier sur les éléments d'intérêt exprimés dans le cahier des charges. L'ingénieur devra intégrer les problématique de respect de la vie privée et n'intégrer à son étude que les données qu'il juge pertinente et/ou qu'il est légalement possible d'utiliser. Les livrables incluent les résultats, la méthode utilisée et devront montrer que les bonnes pratiques ont été respectées.

LIVRABLES ATTENDUS ET CRITÈRES D'ÉVALUATION

- Demonstration
- Dépôt GIT
- Documentation
- Présentation

ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

- Enseignant des matières liées à l'UE DATA et des outils pour l'ingénieur
- Professionnels de l'analyse de données

IDENTIFICATION

Code matière : DAT604
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 6
TD : 18
TP : 0
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Au moins deux contrôles continus écrits.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Joël GROUFFAUD
joel.grouffaud@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-DATA

MATIÈRE : Processus stochastiques, files d'attente, simulation

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

L'objectif de ce cours est de donner des connaissances basiques indispensables à l'ingénieur afin que celui-ci puisse modéliser quelques problèmes d'ingénierie en utilisant des outils analytiques (Chaîne de Markov, files d'attente).

Acquis d'apprentissage visés

- Réaliser une analyse exploratoire de données
- Exploiter des données massives à l'aide des techniques de fouilles de données
- Mettre en place, de la conception à la mise en production, le réseau informatique d'une entreprise en intégrant les problématiques de QoS et de sécurité.

PROGRAMME

- Conditionnement relativement à une tribu d'événements : on se limitera au cas d'une tribu engendrée par une famille finie ou dénombrable d'événements deux-à-deux disjoints.
- Conditionnement relativement à une variable aléatoire : on se cantonnera au cas d'une variable aléatoire et discrète.
- Chaînes de Markov : Définitions, communication entre états, simulation.
- Résultats théoriques sur les files d'attente.

BIBLIOGRAPHIE

Bruno BAYNAT - Théorie des files d'attente : Des chaînes de Markov aux réseaux à forme produit - Éditions Hermes

PRE-REQUIS

SR504 : Fondamentaux : Probabilités, Variables aléatoires

IDENTIFICATION

Code matière : TRANS605DAT
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 6
TD : 0
TP : 0
Total : 6

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et travaux pratiques évalués.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Fabrice DOUBLET
fabrice.doulet@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-DATA

MATIÈRE : TES 2 : Nouveaux modèles économiques et de gouvernance d'entreprise

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours a pour objectif d'explorer les transformations des modèles économiques et des pratiques de gouvernance dans un contexte marqué par les défis environnementaux, sociaux et technologiques. Les étudiants apprendront à identifier, analyser et mettre en œuvre des stratégies innovantes adaptées aux enjeux contemporains tels que la durabilité, la responsabilité sociale, et l'économie numérique.

Acquis d'apprentissage visés

- Respecter les contraintes, les normes et le cadre juridique et en tenant compte des enjeux numériques, environnementaux et sociétaux.
- Intégrer les contraintes spécifiques liées à l'IoT telles que les technologies disponibles, les exigences des clients, la sécurité physique, le contexte de déploiement ou la responsabilité sociale et environnementale, ainsi que la gestion de l'énergie, la taille, la puissance de calcul et la mémoire.

PROGRAMME

- Introduction aux nouveaux modèles économiques
- Stratégies d'entreprise pour la transition durable
- Gouvernance d'entreprise : principes et nouveaux cadres
- Technologie et transformation des modèles économiques

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

Pas de prérequis.

IDENTIFICATION

Code matière : DEV601
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 6
TP : 10
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Fanilo HARIVÉLO
fanilo.harivelo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-DEV

MATIÈRE : Modélisation et conception de logiciels

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours vise à comprendre l'analyse et la conception de programmes satisfaisant divers critères de Génie Logiciel via l'utilisation de l'approche Orientée Objet, d'UML, de techniques de conduite de projet, de patrons de conception, et de techniques d'éco-conception.

Acquis d'apprentissage visés

- Appliquer une méthodologie et un formalisme pour concevoir et développer une application
- Produire de la documentation technique
- Écrire et réaliser des tests logiciels

PROGRAMME

- Éléments de Génie logiciel et de méthodologie pour l'Objet : Rappel de Génie Logiciel ; Les Cycles de vie de développement industriel de logiciels objets ; Des méthodes fonctionnelles aux méthodes "Objet" ; De l'analyse à la Conception.
- Les diagrammes de modélisation : UML, diagrammes d'objets, de collaboration, de classes, de cas d'utilisation, de séquence, d'états-transitions, d'activités, de composants, de déploiement. Relations entre les différents diagrammes.
- Environnements logiciels de spécification objets : outils logiciels de spécification d'applications objets, les problèmes de « reverse engineering ».
- Les Design Pattern ou patron de conception : Intérêts et objectif ; Types de patrons ; Formalisme ; Application de design pattern sur exemples concrets.
- Green-IT / éco-conception logiciel : Constat et enjeux globaux ; Exemples représentatifs ; Périmètre d'action (Green IT 1.0, Green IT 1.5 et Green IT 2.0) ; Eco-labels TIC , normes et guides ; Leviers d'action ; L'éco-conception par exemples concrets.

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

Algorithmes et structures de données en C et Outils pour l'ingénieur : Versioning, Déploiement et Documentation, Programmation orientée objet

IDENTIFICATION

Code matière : DEV602
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 10
TP : 10
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Rémy COURDIER
remy.courdier@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-DEV

MATIÈRE : Programmation orientée objet

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

L'objectif de ce cours est d'acquérir les fondamentaux du modèle de programmation orienté objet. Ce modèle repose sur les concepts d'objets et de classes réutilisables. Le système à développer est vu comme un ensemble d'objets qui collaborent et interagissent entre eux. Des notions telles que l'héritage ou le polymorphisme permettent de décrire ces relations. La maintenance, la modification et l'évolution du logiciel qui en découle s'en trouvent faciliter.

Acquis d'apprentissage visés

- Appliquer une méthodologie et un formalisme pour concevoir et développer une application
- Écrire et réaliser des tests logiciels

PROGRAMME

- L'approche Orientée Objet : Objets, Classe, Attributs, Méthodes, Constructeurs, Messages et communication inter objets
- L'abstraction, la surcharge
- Concepts orienté objet : Encapsulation et masquage des données, Héritage, Polymorphisme, Composition et Agrégation
- Les architectures à base d'objets.

BIBLIOGRAPHIE

The Object-Oriented Thought Process (Matt Weisfeld)

PRE-REQUIS

Algorithmes et structures de données en C et Outils pour l'ingénieur : Versioning, Déploiement et Documentation

IDENTIFICATION

Code matière : DEV603
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 0
TP : 0
Total : 4

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Les compétences seront évaluées à partir des éléments fournis dans le livrable, et précisés en amont aux élèves ingénieurs.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ensemble des documents utilisés à l'occasion des enseignements des ressources mobilisées. Si besoin, de nouvelles références documentaires seront fournies.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Rémy COURDIER Fanilo HARIVÉLO
remy.courdier@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-DEV

SAE Dev

OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR CETTE SAÉ

Compétence visée

Concevoir et développer un logiciel

Niveau évalué

Développer une application destinée à une plateforme ou un environnement selon des éléments de conception fournis

SITUATION

Vous êtes ingénieur en développement logiciel et vous êtes chargé de développer une application répondant à une problématique cliente exprimée sous forme de cahier des charges. Le travail comprend au moins les phases suivantes : (1) Analyse des besoins utilisateur et du système, établissement d'une spécification fonctionnelle (2) Conception d'une solution logiciel (3) Réalisation de l'application (4) Tests et recette

LIVRABLES ATTENDUS ET CRITÈRES D'ÉVALUATION

Tâche 1 : Cahier des charges fonctionnelles + Documents d'analyse du domaine
Tâche 2 : Documents et diagrammes de conception Tâche 3 : Code Tâche 4 : Application, démonstration et documentation Outre les aspects techniques précisés dans la description du niveau attendu, la SAE sera évaluée en tenant compte des critères suivants :

- Organisation et mobilisation efficace des ressources matérielles et humaines à disposition
- Réalisation d'une veille scientifique et technologique permanente
- Justification des choix des technologies, outils et solutions
- Réponse adaptée au cahier des charges en interaction avec les utilisateurs et les commanditaires

ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

- Enseignant en développement logiciel

IDENTIFICATION

Code matière : DEV604
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 14
TP : 2
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Denis PAYET
denis.payet@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-DEV

MATIÈRE : Programmation client et interface WEB et utilisateur

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours vise à fournir aux étudiants les connaissances, la compréhension et la maîtrise des langages nécessaires à la programmation Web "côté client" tout en respectant les standards garantissant l'interopérabilité. Il explore également la conception et la direction du développement d'interfaces dynamiques pour des sites Internet et Intranet, en mettant l'accent sur l'expérience utilisateur et l'adaptabilité.

Acquis d'apprentissage visés

- Créer une interface homme machine
- Écrire et réaliser des tests logiciels

PROGRAMME

Code côté client et interaction avec le serveur :

- Javascript : Éléments du langage, javascript et html. Objets, prototype et héritage, objets
- standards, gestion des erreurs.
- Document Object Model : structure, nœud, interface de programmation.
- Sérialisation et persistance : JSON, cookies, persistance javascript.
- Développement d'applications clients-riches.
- Web dynamique : AJAX et jQuery .
- Intégration d'éléments graphiques et multimédia.
- Echange de données complexes et structurées avec le serveur.
- API vers des services externes.

Conception d'interface WEB :

- Aspects du domaine d'application
- Expériences affectives des utilisateurs
- Évaluation centrée sur l'humain
- Technologies d'assistance et accessibilité

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

- Outils pour l'ingénieur
- Cours de l'UE DEV du S5

IDENTIFICATION

Code matière : SHS606DEV
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 16
TP : 10
Total : 30

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-DEV

MATIÈRE : Développement et communications inter-personnelles

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours a pour but de développer les compétences des étudiants en communication interpersonnelle et en gestion des relations dans des environnements professionnels. En s'appuyant sur des théories et outils tels que l'Analyse Transactionnelle, le modèle VAKOG, et les principes de l'affirmation de soi, les étudiants apprendront à mieux comprendre les interactions humaines, à gérer les conflits et à s'affirmer de manière constructive. L'objectif final est de favoriser une communication efficace et une collaboration harmonieuse.

Acquis d'apprentissage visés

- Communiquer à l'oral, en s'adaptant au niveau des connaissances techniques de ses interlocuteurs

PROGRAMME

1. Les fondamentaux de la communication

- Les étapes du processus de communication (formulation, transmission, réception) et le schéma de Shannon.
- Les éléments clés de la communication interpersonnelle : verbale, non-verbale, et paraverbale.
- Identification des bruits et barrières à la communication, et stratégies pour les surmonter (reformulation, feedback).

2. Analyse Transactionnelle (AT)

- Compréhension des états du moi (Parent, Adulte, Enfant) et de leurs interactions dans les relations humaines.
- Les transactions parallèles, croisées, et doubles.
- Identification et gestion des "jeux psychologiques" et des rôles (Pursécuté, Sauveteur, Victime) selon le triangle de Karpman.

3. L'affirmation de soi et le développement personnel

- Les positions de vie (OK/Non-OK) et leurs impacts sur les comportements (passif, agressif, manipulateur, assertif).
- Techniques d'affirmation de soi pour mieux gérer les interactions : dire "non", négocier, et exprimer ses besoins de manière claire et respectueuse.
- Approches pour surmonter les peurs liées à la communication (peur du jugement, du ridicule, ou de l'échec).

4. PNL et le modèle VAKOG

- Introduction à la Programmation Neuro-Linguistique (PNL) et ses applications en communication.
- Identification des canaux de perception (Visuel, Auditif, Kinesthésique, Olfactif, Gustatif) et synchronisation pour améliorer l'écoute active.

- Utilisation des reformulations dynamiques et des questions ouvertes pour lever les ambiguïtés et établir un rapport d'harmonie avec les interlocuteurs.

5. Projet pratique : améliorer les interactions et la communication

- Étude de cas pour analyser des scénarios de communication difficiles en milieu professionnel.
- Élaboration de stratégies adaptées pour gérer des situations telles que les conflits, les malentendus, ou les jeux psychologiques.
- Mise en pratique des concepts d'affirmation de soi et de synchronisation dans des jeux de rôle et simulations.

BIBLIOGRAPHIE

- Marshall B. Rosenberg, Les mots sont des fenêtres (ou bien ce sont des murs), 2016
- Ian Stewart et Vann Joines, Manuel d'analyse transactionnelle, 2014

PRE-REQUIS

Pas de prérequis.

IDENTIFICATION

Code matière : SPORT604DEV
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 12
TP : 0
Total : 12

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Suivi des performances et mise en place d'objectifs personnels.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Documentations

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Thomas BARBEREAU
thomas.barbereau@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-DEV

MATIÈRE : Sport

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours vise à promouvoir la santé, le bien-être, et les valeurs du sport à travers la pratique d'activités physiques variées, en renforçant leur capacité à travailler en équipe et à se surpasser. À travers une variété d'activités sportives et de jeux coopératifs, les étudiants seront encouragés à développer des compétences interpersonnelles essentielles telles que la communication, la collaboration, et le leadership.

Acquis d'apprentissage visés

- Communiquer à l'oral, en s'adaptant au niveau des connaissances techniques de ses interlocuteurs
- Organiser le projet selon les méthodologies de gestion de projet.

PROGRAMME

- Initiation et préparation physique
- Sports collectifs et esprit d'équipe
- Sports individuels et développement personnel
- Santé et prévention

BIBLIOGRAPHIE

- Jonny Wilkinson, Mémoires d'un perfectionniste, 2012
- Horn Mike, Vouloir toucher les étoiles, 2016
- Grégoire Chevnard, De mon canapé à la course la plus dure au monde, 2018

PRE-REQUIS

Pas de prérequis.

IDENTIFICATION

Code matière : IOT601
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 2
TD : 8
TP : 20
Total : 30

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNOUX
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-IOT

MATIÈRE : Internet Des Objets : Prototypage

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours vise à initier les étudiants aux concepts fondamentaux de l'Internet des Objets (IoT) et à leur donner les compétences nécessaires pour concevoir, développer et prototyper des objets connectés. À travers une approche pratique, les étudiants apprendront à utiliser des plateformes matérielles et logicielles adaptées, tout en explorant les enjeux techniques et les applications concrètes de l'IoT dans différents domaines.

Acquis d'apprentissage visés

- Organiser le projet selon les méthodologies de gestion de projet
- Énumérer et mettre en œuvre les protocoles réseaux pour l'IoT
- Mettre en œuvre les protocoles de distribution de données spécifiques à l'IoT
- Choisir des environnements de développement (IDE) adaptés pour le prototypage et le développement de produit

PROGRAMME

- Electronique numérique :
 - Introduction : notion de circuit logique, de système séquentiel asynchrones et synchrones.
 - Analyse de circuits numériques.
 - Utilisation de circuits élémentaires (portes, multiplexeurs, décodeurs, bascules, registres, mémoires).
 - Pratique de langages de synthèse de circuits numériques (ABEL, VHDL).
 - Mise en œuvre d'un circuit numérique programmable.
- Etude de langage assembleur :
 - Adressages.
 - Instructions, instructions spécialisées - échanges d'un processeur avec son environnement.
 - Mémoire virtuelle, mémoire cache, pipeline.

BIBLIOGRAPHIE

Noam Nisan, Shimon Schocken - The Elements of Computing Systems. Building a Modern Computer from First Principles-MIT (2005)

PRE-REQUIS

- Cours de l'UE DEV du S5
- Cours de l'UE IoT du S5

IDENTIFICATION

Code matière : PROJ603IOT
ECTS : 3

HORAIRES

Cours : 0
TD : 0
TP : 0
Total : 0

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Rapport, présentations, livrables du projet, la completion de l'outil gestion de projet, note du porteur.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNOUX
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-IOT

MATIÈRE : Projet encadré + Evaluation des compétences (Anglais /stage)

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Le but de ce cours est de placer les élèves-ingénieurs dans une démarche projet et mettre en pratique les différentes notions étudiées dans les modules de la première année de cycle ingénieur.

Acquis d'apprentissage visés

- Organiser le projet selon les méthodologies de gestion de projet
- Rédiger de la documentation technique et concevoir des supports de présentation en français et en anglais
- Appliquer une méthodologie et un formalisme pour concevoir et développer une application

PROGRAMME

Type de sujets

Sur la base d'une problématique proposée par une entreprise ou administration partenaire de l'ESIROI, les élèves ingénieur doivent proposer une solution répondant ladite problématique. Les élèves doivent définir un cahier des charges coconstruit avec l'entreprise, prioriser les fonctionnalités puis les associer à des tâches, jalons et livrables en appliquant une méthode de gestion de projets. Bien qu'il faille considérer les process du SI existant de l'entreprise, les sujets proposés nécessitent la mise en œuvre d'une solution complète. *E.g.* développer un plugin de QCM pour moodle n'est pas un sujet répondant à ce critère, tandis que proposer un objet pervasif pour l'évaluation du confort thermique appelle une solution bien plus complète incluant le développement d'un capteur, le traitement des données, leur visualisation via une interface Web, l'identification des problématiques de respect de la vie privée et la sécurisation de l'ensemble de la chaîne de collecte, traitement et stockage. Ainsi, il est attendu que les élèves intègrent et articulent des éléments de chacun des domaines enseignés à l'ESIROI (CYBER, DATA, DEV, SYS/RES et IOT) et permettent l'évaluation des compétences du bloc INF.

Cahier des charges et planification

Sur la base du cahier des charges, les élèves pourront effectuer le chiffrage du coût associé au développement, au déploiement et à l'exploitation de la solution. Ce coût inclut la main d'œuvre (homme/mois) et le matériel. Le coût pourra inclure l'impact carbone sur l'ensemble du cycle de vie de la solution selon les méthodologies vues en cours. Le cahier des charges et le chiffrage initial seront évalués.

Savoir-être

Les élèves interagiront avec l'entreprise et devront apporter un soin particulier à leur communication. À l'écrit, les élèves devront veiller à la qualité de leur rédaction, à la clarté de leur propos et à l'utilisation d'un langage adapté au contexte professionnel. Ils doivent également être attentifs à la forme de leurs documents qui doivent être bien présentés et structurés. Ils utilisent si possible les outils de suivi de projet (e.g. git-lab, git-hub, Jira ...) pour interagir avec

l'entreprise mais ils s'adaptent avant toute chose aux habitudes et niveau technique des porteurs de projet. Au niveau oral, les élèves doivent s'entraîner à présenter leurs travaux de manière claire, concise et convaincante et ce, avant chaque réunion. Ils doivent par ailleurs être capables de répondre aux questions de l'entreprise de manière pertinente et professionnelle. Les "savoir-être" de l'élève sont évalués tout au long du projet.

Gestion de projet

Il est attendu que les élèves tirent profit des outils de gestion de projet, pour définir les délais, objectifs, tâches en cours et à réaliser. Les réunions avec les partenaires doivent s'inscrire dans des étapes bien définies du projet (jalon, fonctionnalités, tâches techniques) et avoir des objectifs clairs, annoncés à l'avance et accompagné des documents permettant aux intervenants de se préparer et d'être efficace lors de la réunion. L'outil de gestion de projet devra être mis à jour à l'issue de la réunion. Par ailleurs, chaque réunion devra faire l'objet de prise de notes, d'un compte rendu clair et concis, éventuellement accompagné de notes techniques détaillées. Les élèves seront notamment évalués sur le volet gestion de projet et sur la qualité de leurs écrits dans l'outil de gestion de projet.

Membres des groupes, rôles et compétences

Les projets s'effectuent par groupes d'élèves de première et deuxième année de cycle ingénieur (3A et 4A). Il est attendu que l'élève de deuxième année de cycle ingénieur soit davantage moteur sur la gestion du projet. C'est à lui que revient le rôle de chef de projet mais il doit néanmoins s'attribuer des tâches techniques. Le ou les élèves de première année doivent progressivement monter en compétence sur le volet gestion de projet pour être finalement autonome lors du départ des élèves de deuxième année qui s'effectue 2 à 4 mois avant la fin du projet.

Rendus

Les projets sont associés à un minimum de quatre présentations.

- présentation de lancement (cahier des charges, chiffrage, découpage en tâches, jalons et planning)
- présentation de mi parcours (mi-décembre)
- présentation lors du départ des deuxième année (fin mars)
- présentation de fin de projet (fin mai)

Ces présentations sont internes à l'ESIROI mais le porteur de projet y est convié. Néanmoins, le porteur de projet peut solliciter d'autres présentations à destination de l'entreprise ou d'un public plus large.

À la fin du projet, les élèves de première année doivent rédiger un rapport qui pourra être diffusé au sein de l'ESIROI, de l'entreprise et, si cela est possible, aux extérieurs. Ce rapport pourra accompagner le portfolio de l'étudiant.

Accompagnement

Lorsque des notions nécessaires à la mise en œuvre du projet n'ont pas été couvertes par les modules d'enseignements préalablement suivis, l'équipe pédagogique pourra y palier en proposant des séances de courtes introductions aux concepts et technologies impliqués. L'équipe pédagogique pourra solliciter des intervenants extérieurs lorsqu'ils sont particulièrement pertinents sur l'usage

d'un outil. L'équipe pédagogique n'est pas tenue de pallier les potentielles carences techniques. C'est alors aux étudiants de s'auto-former, d'évaluer s'ils ont le temps de le faire et, le cas échéant, d'évaluer les alternatives.

Par ailleurs, les élèves peuvent solliciter l'équipe pédagogique pour :

- un accompagnement technique
- un accompagnement sur la conception de la solution
- un accompagnement sur la gestion de projet
- un accompagnement sur la rédaction de rapport et supports de présentation

La quantité et le type d'accompagnement sollicité par les élèves aura un impact sur les niveaux de compétences qui seront validés dans le cadre de ce projet.

Modalités d'évaluation des compétences

A définir.

0.0.1 Volume horaire

Une moyenne de 4h par semaine est attendue sur l'ensemble de l'année. Des semaines sont identifiées dans l'EDT comme étant majoritairement dédiées aux projets afin de limiter le changement de contexte entre les différentes activités imposées ou proposées aux élèves.

BIBLIOGRAPHIE

—

PRE-REQUIS

L'ensemble des modules des matières du S5.

IDENTIFICATION

Code matière : SHS602IOT
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 0
TD : 0
TP : 0
Total : 0

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Supports de spoc La transformation digitale au service de l'entreprise et de l'industrie du futur, supports de présentation.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

A définir

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-IOT

MATIÈRE : Transformation numérique

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Le but de ce cours est de comprendre les changements que peut apporter la transformation digitale pour les entreprises, d'anticiper les transformations générées par les technologies et déterminer l'impact et la valeur ajoutée de la transformation digitale pour les différents métiers de l'entreprise, son organisation et son management

Acquis d'apprentissage visés

- Définir et réaliser une analyse de risque s'appuyant sur une base documentaire, une campagne de cybersécurité offensive et le cadre réglementaire (1,5)-(3,4)
- Concevoir une architecture de stockage robuste et optimisée pour le traitement des données et adapté au cadre réglementaire.(1,5)-(2,4)
- Maîtriser et utiliser les procédures et mécanismes essentiels des systèmes d'exploitations, réseaux, de la virtualisation et du cloud pour la mise en production et la maintenance de services accessibles à tous(1,5)-(2,4)

PROGRAMME

TBD

BIBLIOGRAPHIE

TBD

PRE-REQUIS

TBD

IDENTIFICATION

Code matière : SR601
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 18
TP : 14
Total : 36

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Au moins deux contrôles continus et un compte rendu de TP.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Joël GROUFFAUD
joel.grouffaud@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-SYSRES

MATIÈRE : Réseaux Informatiques : Commutation et routage

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours permettra d'appréhender les technologies de réseau local d'entreprise afin de pouvoir piloter et/ou concevoir l'infrastructure de communication sécurisée, robuste et performante, de l'entreprise, et connaître, mettre en oeuvre et évaluer les principaux protocoles de routage interne.

Acquis d'apprentissage visés

- Mettre en place, de la conception à la mise en production, le réseau informatique d'une entreprise en intégrant les problématiques de QoS et de sécurité.
- Produire et gérer la documentation d'une infrastructure informatique

PROGRAMME

- Fonctions des réseaux locaux d'entreprise (RLE).
- Standards IEEE, protocoles, méthodes d'accès au support.
- Topologie du réseau d'entreprise, plan de câblage, composants matériels.
- Ethernet commuté, Spanning Tree, VLANs et routage inter-VLANs, commutateurs de niveau 3.
- Qualité de service
- Sécurisation du LAN
- Technologies du haut débit : fibre channel et les évolutions d'Ethernet.
- Le routage hiérarchique et l'architecture d'Internet : les systèmes autonomes.
- la traduction d'adresses en IPv4 (NAT).
- Le routage intra-domaine : OSPF.
- La redondance de niveau 3 : HSRP

BIBLIOGRAPHIE

- Danièle DROMARD et Dominique SERET - Architecture des réseaux, Synthèse de cours et exercices corrigés - Collection Synthex - Éditions Pearson Education
- James F. KUROSE et Keith W. ROSS - Computer Networking - Éditions Pearson

PRE-REQUIS

- SYSRES 501 : Réseaux Informatiques : Concepts Fondamentaux
- SR502Administration des Systèmes : Concepts, Outils et Services

IDENTIFICATION

Code matière : SR602
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 0
TD : 10
TP : 14
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et un compte rendu de TP.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Kevin ARNASSALOM
kevin.arnassalom@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-SYSRES

MATIÈRE : Administration des Systèmes : Annuaire

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours vise à former les étudiants à l'administration et à la gestion des systèmes d'annuaires, qui jouent un rôle clé dans la centralisation et la sécurisation des informations d'identités et des ressources au sein d'une infrastructure informatique. Les étudiants apprendront à configurer, administrer et exploiter des annuaires pour gérer les accès, les utilisateurs et les permissions dans un environnement réseau.

Acquis d'apprentissage visés

- Mettre en place, de la conception à la mise en production, le réseau informatique d'une entreprise en intégrant les problématiques de QoS et de sécurité.
- Déployer et administrer manuellement des services
- Produire et gérer la documentation d'une infrastructure informatique

PROGRAMME

1. Introduction aux systèmes d'annuaires

- Définition et rôle des annuaires dans l'administration des systèmes.
- Concepts fondamentaux : hiérarchie, objets, attributs, et schémas.
- Standards et protocoles : LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) et Active Directory.

2. Installation et configuration des services d'annuaire

- Mise en place d'un serveur d'annuaire.
- Création et gestion des schémas : définition des structures et des attributs personnalisés.
- Intégration des annuaires dans des environnements hétérogènes.

3. Gestion des utilisateurs et des groupes

- Création, modification et suppression d'objets utilisateur.
- Gestion des groupes et des rôles : organisation des permissions et des accès.
- Synchronisation avec d'autres systèmes (SSO, outils de gestion des identités).

4. Sécurisation et optimisation des systèmes d'annuaires

- Mise en œuvre de politiques de sécurité : contrôle d'accès basé sur les rôles (RBAC) et authentification sécurisée.
- Sauvegarde, réplication et haute disponibilité des annuaires.
- Optimisation des performances : indexation et configuration avancée.

5. Projet pratique : conception et administration d'un annuaire

- Mise en place d'un service d'annuaire pour un environnement fictif.

- Gestion des utilisateurs, des groupes, et des permissions.
- Application des concepts de sécurité et de performance sur le système d'annuaire.

BIBLIOGRAPHIE

UNIX and Linux System Administration Handbook, Fifth edition, 2017

PRE-REQUIS

- Outils pour l'ingénieur
- Cours de l'UE SYSRES du S5

IDENTIFICATION

Code matière : SR603
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 0
TD : 16
TP : 0
Total : 16

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et évaluations pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE6-SYSRES

MATIÈRE : Outils pour l'ingénieur : Environnements Virtuels et Pratiques de Collaboration

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours a pour objectif de former les étudiants à l'utilisation d'environnements virtuels et aux meilleures pratiques de collaboration en ingénierie. Il permet d'acquérir les compétences nécessaires pour travailler efficacement dans des environnements distribués, en utilisant des outils modernes pour le développement, la gestion des projets et la communication.

Acquis d'apprentissage visés

- Déployer et administrer manuellement des services
- Organiser le projet selon les méthodologies de gestion de projet
- Écrire et réaliser des tests logiciels
- Intégrer des API OpenData dans un pipeline ETL
- Choisir des environnements de développement (IDE) adaptés pour le prototypage et le développement de produit

PROGRAMME

- Introduction aux environnements virtuels
- Collaboration et gestion du code source
- Outils pour la collaboration en temps réel
- Pratiques de gestion de projets en environnement distribué
- Collaboration en environnement virtuel

BIBLIOGRAPHIE

Sameer Naik, Sébastien Goasguen, Jonathan Michaux, Kubernetes Cookbook : Building Cloud Native Applications, 2024

PRE-REQUIS

- Outils pour l'ingénieur : Versionning, Déploiement et Documentation
- Outils pour l'ingénieur : Gestion de projet informatique
- Outils pour l'ingénieur : Veille et de rédaction de documents techniques

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
UE4-EC1
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 28
TP : 0
Total : 32

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Au moins deux contrôles continus.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Concevoir une architecture sécurisée pour un système d'information.

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE7-CYBER

MATIÈRE : Cybersécurité : Architecture et Infrastructure Sécurisées

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

- Proposer une architecture sécurisée pour un système d'information (réseau / systèmes)
- Choisir et administrer les outils de détection et de corrélation des incidents de sécurité
- Rédiger des documents techniques en français et en anglais

PROGRAMME

- Détecter la présence de logiciels malveillants dans un système (réseau, ordinateur ou application).
- Utiliser des contre-mesures basées sur les signatures ou la détection du comportement pour lutter contre les mécanismes d'infection des logiciels malveillants : antivirus, EDR, IDS/IPS.
- Sécurisation du système d'information : pare-feu et zone démilitarisée (DMZ).
- Pare-feux à état : principes de fonctionnement, filtrage d'adresses et d'URL, filtrage de contenu.
- Accès distants sécurisés : IPsec, VPN SSL.
- Les CERT (Computer emergency Response Team).
- Mettre en oeuvre la haute disponibilité.
- Outils permettant la supervision et l'administration de la sécurité au travers d'outils de collecte, de corrélation d'événements et d'intervention à distance : SOC (Security Operation Center) et SIEM (Security Information and Event Management).

BIBLIOGRAPHIE

Solange Ghernaouti - Sécurité informatique et réseaux - Collection Sciences Sup - Éditions Dunod

PRE-REQUIS

Enseignements des Cybersécurité et de Systèmes et Réseaux des semestres précédents.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
UE4-EC2
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 14
TP : 10
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et travaux pratiques évalués.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Former les étudiants aux méthodologies et aux outils de la sécurité offensive afin qu'ils soient capables de conduire des tests d'intrusion de manière structurée et documentée. À travers une approche de hacking éthique, ils apprendront à identifier, exploiter et rapporter les vulnérabilités d'un système d'information, tout en respect du cadre juridique et réglementaire en vigueur (RGPD, NIS2).

UE : UE7-CYBER

MATIÈRE : Cybersécurité : Méthodologies de Sécurité Offensive

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

- Appliquer une méthodologie d'audit et de test de pénétration (PTES, OWASP, MITRE ATT&CK) sur un système d'information réel ou simulé
- Réaliser une analyse de risque s'appuyant sur une base documentaire, une campagne de cybersécurité offensive et le cadre réglementaire
- Identifier et exploiter des vulnérabilités réseau, système et applicatives à l'aide des outils appropriés
- Conduire une démarche de hacking éthique dans le respect du cadre juridique national et international (RGPD, NIS2)
- Rédiger un rapport d'intrusion structuré, incluant un résumé exécutif, les *findings* cotés CVSS et les recommandations associées

PROGRAMME

- **Introduction à la sécurité offensive et au hacking éthique** : cadre juridique (RGPD, NIS2, droit pénal), responsabilités du pentesteur, distinction Red Team / Blue Team / Purple Team, types d'engagements (boîte noire, grise, blanche).
- **Méthodologies et standards du test d'intrusion** : PTES, OWASP Testing Guide, OSSTMM, MITRE ATT&CK — tactiques, techniques et procédures (TTP), phases d'un pentest.
- **Reconnaissance et OSINT** : collecte passive d'informations (WHOIS, DNS, Shodan, FOCA), ingénierie sociale, cartographie de la surface d'attaque.
- **Scanning et énumération** : découverte d'hôtes et de ports (Nmap), détection de services et d'OS, énumération de services (SMB, SNMP, LDAP, HTTP).
- **Analyse et exploitation des vulnérabilités** : recherche de CVE (Exploit-DB, NVD), exploitation réseau et système avec Metasploit, attaques sur services non patchés.
- **Attaques sur les identités et les services web** : *brute force*, *password spraying*, injections SQL, XSS, IDOR, *buffer overflow*.
- **Attaques réseau** : attaques par déni de service (DoS/DDoS), *man-in-the-middle*, empoisonnement ARP.
- **Post-exploitation** : élévation de privilèges, pivoting, persistance, nettoyage des traces.
- **Détection et contre-mesures** : *honeypots*, systèmes de détection d'intrusion (IDS/IPS), corrélation d'événements.
- **Rédaction du rapport d'intrusion** : structure professionnelle, résumé exécutif, *findings* cotés CVSS, recommandations et plan de remédiation.

BIBLIOGRAPHIE

- Georgia Weidman - *Penetration Testing : A Hands-On Introduction to Hacking* - No Starch Press, 2014
- Kim Crowley - *The Pentester Blueprint* - Wiley, 2020

- Chris McNab - *Network Security Assessment* - O'Reilly, 3^e(e) éd., 2016
- Dafydd Stuttard & Marcus Pinto - *The Web Application Hacker's Handbook* - Wiley, 2^e(e) éd., 2011
- Jon Erickson - *Hacking : The Art of Exploitation* - No Starch Press, 2^e(e) éd., 2008
- PTES - *Penetration Testing Execution Standard* : <http://www.pentest-standard.org>
- OWASP Testing Guide v4.2 : <https://owasp.org/www-project-web-security-testing-guide/>
- MITRE ATT&CK Framework : <https://attack.mitre.org>
- NIST SP 800-115 - *Technical Guide to Information Security Testing and Assessment* : <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-115/final>
- OSSTMM v3 - ISECOM : <https://www.isecom.org/OSSTMM.3.pdf>
- ANSSI - Guides et recommandations : <https://www.ssi.gouv.fr/guide/>
- PortSwigger Web Security Academy : <https://portswigger.net/web-security>
- HackTheBox Academy : <https://academy.hackthebox.com>
- TryHackMe : <https://tryhackme.com>

PRE-REQUIS

- **SEC502 - Cybersécurité : Principes, Pratiques et Menaces** : modèles CIA, typologie des menaces (malwares, phishing, DoS), introduction aux attaques et aux défenses.
- **SEC602 - Cryptographie et applications** : chiffrement symétrique/asymétrique, fonctions de hachage, PKI, protocoles TLS/SSL — indispensables pour comprendre les vulnérabilités protocolaires.
- **SEC701 - Cybersécurité : Architecture et Infrastructure Sécurisées (parallèle)** : réseaux, firewalls, DMZ, segmentation, politiques de sécurité — contexte de déploiement des techniques offensives.
- **SYSRES 501 - Principes des réseaux et de l'IoT** : modèle OSI, protocoles TCP/IP, adressage IP, routage, DNS, HTTP, SMTP — base indispensable pour le scanning et l'exploitation réseau.
- **SYSRES 502 - Système d'exploitation et langage de commande** : administration Linux/Windows, gestion des processus, permissions, scripting Bash — maîtrise de l'environnement Kali Linux.
- **Compétences transversales attendues** :
 - Pratique du terminal Linux (shell, permissions, réseau)
 - Notions de scripting (Bash, Python)
 - Compréhension des architectures client-serveur et des services web
 - Lecture de documentation technique en anglais

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-UE4-EC3
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 0
TD : 20
TP : 10
Total : 30

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Évaluation interne Mise en situation sur des compétences professionnelles 2 contrôles au minimum par semestre Évaluation externe : TOEIC S8/S9

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Anglais général : Sujets d'actualité, presse, internet Anglais de spécialité : Ressources techniques et scientifiques Anglais à visée professionnelle : CV, Lettre de motivation, courriel Annales du TOEIC

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Cet enseignement dispensé en langue anglaise, vise à développer des compétences pragmatiques, socioculturelles et linguistiques du CECRL dans les quatre activités de communication langagière, grâce à des modalités pédagogiques variées en CM / TD interactifs et TP pratiques. Des activités de compréhension orale et écrite, des productions écrites (essais, synthèses, mémo, rapport de stage) et orales (exposés, projets de groupe, improvisations, discussions et débats) préparent les étudiants à l'utilisation de l'anglais dans un contexte professionnel tout en développant l'esprit critique.

UE : UE7-CYBER

MATIÈRE : Anglais

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Cet enseignement dispensé en langue anglaise, vise à développer des compétences pragmatiques, socioculturelles et linguistiques du CECRL dans les quatre activités de communication langagière, grâce à des modalités pédagogiques variées en CM / TD interactifs et TP pratiques. Des activités de compréhension orale et écrite, des productions écrites (essais, synthèses, mémo, rapport de stage) et orales (exposés, projets de groupe, improvisations, discussions et débats) préparent les étudiants à l'utilisation de l'anglais dans un contexte professionnel tout en développant l'esprit critique.

Acquis d'apprentissage visés

- Comprendre à l'oral et à l'écrit
- S'exprimer à l'écrit et à l'oral (production en continu et en interaction)
- Utiliser des documents d'ordre techniques et professionnels
- Préparer le TOEIC : Niveau 3 (B2.1)

PROGRAMME

- Compréhension de documents techniques de la spécialité à l'écrit et à l'oral
- Rédaction du rapport de stage, niveau 1
- Exposés techniques et professionnelles avec diaporama, niveau 1
- Correction grammaticale – syntaxe complexe, outils rhétoriques, collocation et phrasal verbs
- Variétés linguistiques de l'anglais
- Registre formel niveau 2 : prise en compte des hiérarchies de langue.

BIBLIOGRAPHIE

Dictionnaire Cambridge/Oxford en ligne. The British Council : Learn grammar. Annales de TOEIC. Sujets d'actualités, presse anglaise : The Guardian, TED, BBC, CNN, VoA

PRE-REQUIS

Niveau B2 en cours d'acquisition. Peut comprendre le contenu de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe, y compris une discussion technique dans sa spécialité. Peut communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance, tel qu'une conversation avec un locuteur natif ne comportant de tension ni pour l'un ni pour l'autre. Peut s'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets, émettre un avis sur un sujet d'actualité et exposer les avantages et les inconvénients de différentes possibilités.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-UE4-EC4
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 10
TP : 0
Total : 10

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

1. Chinois ou espagnol Au moins deux contrôles continus. ### 2. Anglais renforcé Évaluation interne : Mise en situation sur des compétences professionnelles : Anglais TOEIC 1 contrôle par semestre Évaluation externe : TOEIC S8/S9

SUPPORT PEDAGOGIQUE

1. Chinois ou espagnol (Diaporamas et fiches de travaux dirigés). ### 2. Anglais renforcé (Anglais général : Sujets d'actualité, presse, internet Anglais des affaires : travail, affaires, voyages, personnel, météo, annonces, publicités, gestion, finances....; Annales du TOEIC)

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Axelle MALATERRE-SEPTEMBRE
axelle.malaterre-septembre@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE7-CYBER

MATIÈRE : Anglais ou LV2

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

0.0.1 1. Chinois ou espagnol

Ce cours vise à développer les compétences linguistiques, culturelles et communicatives des étudiants en langue vivante 2 (chinois ou espagnol). Il met l'accent sur l'acquisition des bases de la langue, l'aisance orale et écrite, ainsi que sur la découverte des cultures associées, afin de préparer les étudiants à des interactions dans des contextes personnels, professionnels ou académiques.

0.0.2 2. Anglais renforcé

Cet enseignement dispensé en langue anglaise, vise à développer des compétences du TOEIC. Le cours est adossé au CECRL dans les deux principales activités de communication langagière de compréhension afin de mieux comprendre les stratégies. Des activités de compréhension orale et écrite préparent les étudiants à comprendre l'utilisation de l'anglais dans un contexte professionnel (anglais des affaires). La compréhension de la fonction sémantique de la langue est essentielle pour réussir au TOEIC (Partie 5 / QCM de grammaire)

Acquis d'apprentissage visés

0.0.3 1. Chinois ou espagnol

- Communiquer avec les différentes parties impliquées (clients, direction, utilisateurs, responsables SI, organismes -CNIL,ANSSI-), à l'écrit et à l'oral
- Assurer une communication adéquate avec les parties prenantes, incluant les clients, les administrations, les citoyens et la société civile. ### 2. Anglais renforcé
- Comprendre à l'oral et à l'écrit
- S'exprimer à l'écrit et à l'oral (en interaction en cours/ en groupes)
- Utiliser des documents d'ordre général et spécifique (anglais des affaires)
- Préparer le TOEIC : Niveau 1 (B1.1)

PROGRAMME

0.0.4 1. Chinois ou espagnol

Initiation linguistique - Constructions grammaticales élémentaires : présent de l'indicatif, adjectifs, pronoms. **Communication orale** - Techniques pour améliorer la prononciation et la fluidité orale. **Compréhension et expression écrite** - Rédaction de lettres simples ou de courriels (présentation personnelle, demande d'information). **Approfondissement linguistique et interculturel** - Étude de chansons, poèmes ou extraits littéraires adaptés au niveau. **Projet pratique et évaluation continue** - Évaluations orales et écrites régulières pour suivre la progression. ### 2. Anglais renforcé

- Compréhension de documents à l'écrit et à l'oral - Reformulation et paraphrase

- Correction grammaticale – groupe verbal, les temps, groupe nominal. - Maîtrise de phonèmes spécifiques à l'anglais, rythme et intonation - Registre de langue standard

BIBLIOGRAPHIE

0.0.5 2. Anglais renforcé

Documents authentiques écrits et oraux, Internet, ressources télévisées, presse étrangère, outils numériques, outils linguistiques – Global Exam, British Council, BBC Learning English, VoA, dictionnaires unilingues. Annales de TOEIC. Sites web de la presse courante.

PRE-REQUIS

0.0.6 1. Chinois ou espagnol

Aucun ### 2. Anglais renforcé

Peut comprendre les points essentiels quand un langage clair et standard est utilisé et s'il s'agit de choses familières dans le travail, à l'école, dans les loisirs, etc. Peut se débrouiller dans la plupart des situations rencontrées en voyage dans une région où la langue cible est parlée. Peut produire un discours simple et cohérent sur des sujets familiers et dans ses domaines d'intérêt. Peut raconter un événement, une expérience ou un rêve, décrire un espoir ou un but et exposer brièvement les raisons ou explications pour un projet ou une idée.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S7-UE5-EC1
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 16
TP : 4
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et travaux pratiques évalués.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Appréhender les défis techniques et algorithmiques liés au traitement de volumes de données massifs (Big Data), et maîtriser les solutions architecturales et les frameworks distribués qui y répondent. À travers une approche à la fois théorique et pratique, les étudiants acquerront les compétences nécessaires pour concevoir, déployer et exploiter des pipelines de traitement de données à grande échelle, en tenant compte des contraintes de performance, de scalabilité et de fiabilité.

ESIROI - Campus de Terre Sainte
40 Avenue de Soweto, 97455 Saint-Pierre, Cedex
Tél. : +262 262 81 83 01 / 02 ; www.esiroi-reunion.fr

UE : UE7-DATA

MATIÈRE : Système de données massives

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

- Identifier et analyser les problèmes de passage à l'échelle (*scalability*) liés aux projets mobilisant de larges volumes de données
- Concevoir et mettre en œuvre une architecture distribuée adaptée au stockage et au traitement de données massives
- Appliquer les paradigmes de programmation parallèle et distribuée (MapReduce, Spark) pour résoudre des problèmes de traitement à grande échelle
- Définir, mettre en œuvre et utiliser une analyse descriptive et prédictive en exploitant des données massives
- Évaluer et comparer les performances d'algorithmes parallèles et distribués en tenant compte des contraintes matérielles et architecturales

PROGRAMME

— Problèmes de facteur d'échelle :

- La nécessité de mesurer dans le contexte du Big Data : taille, capacité, débit et latence.
- Conséquences de la croissance rapide des données sur le calcul et le stockage.
- Modèles de complexité adaptés aux systèmes distribués ; nécessité de privilégier la simplicité architecturale.
- Approches de coordination entre entités de calcul ; évolutivité horizontale et verticale.

— Architectures matérielles pour le Big Data :

- Mécanismes d'entrée/sortie rapide et efficace ; hiérarchie mémoire et cohérence de cache.
- Architectures de calcul parallèle : multicœur, GPU, *grid computing*, mémoire partagée et distribuée, traitement vectoriel.
- Taxonomie de Flynn (SISD, SIMD, MISD, MIMD) et implications pour le choix architectural.
- Hiérarchie de stockage parallèle ; considérations d'optimisation des instructions.

— Frameworks pour le calcul distribué :

- Classification des modèles de calcul parallèle et distribué.
- Hadoop et l'écosystème HDFS / YARN ; paradigme MapReduce.
- Apache Spark : RDD, DataFrames, Spark SQL, Spark Streaming.
- Systèmes de messagerie distribuée : Apache Kafka pour les flux de données en temps réel.
- Interaction des processus : communication, coordination, tolérance aux pannes.

— **Stockage de données distribuées :**

- Approches de stockage distribué : HDFS, object storage (S3), bases NoSQL (HBase, Cassandra, MongoDB).
- Garantir la qualité des données : cohérence, nettoyage, représentativité.
- Théorème CAP et compromis cohérence / disponibilité / tolérance aux partitions.
- Techniques de passage à l'échelle : hachage consistant, partitionnement, réplication, *sharding*.
- Sauvegarde, archivage et récupération des données.

— **Programmation parallèle et distribuée :**

- Concurrency, parallélisme et systèmes distribués : différences et cas d'usage.
- Loi d'Amdahl et loi de Gustafson : limites théoriques du parallélisme.
- Algorithmes parallèles : équilibrage de charge, décomposition par tâches et par données.
- Complexité des algorithmes parallèles et distribués ; gestion des états et des effets de bord.

— **Pipelines de données et traitement en flux :**

- Architecture Lambda et architecture Kappa : traitement par lots (*batch*) et en flux (*stream*).
- Orchestration de pipelines de données : Apache Airflow.
- Cas d'usage : ingestion, transformation, agrégation et visualisation de données massives.

BIBLIOGRAPHIE

- Sakr, S. & Zomaya, A. Y. (Eds.) - *Encyclopedia of Big Data Technologies* - Springer International Publishing, 2019
- Tom White - *Hadoop : The Definitive Guide* - O'Reilly, 4^e éd., 2015
- Bill Chambers & Matei Zaharia - *Spark : The Definitive Guide* - O'Reilly, 2018
- Martin Kleppmann - *Designing Data-Intensive Applications* - O'Reilly, 2017
- Jimmy Lin & Chris Dyer - *Data-Intensive Text Processing with MapReduce* - Morgan & Claypool, 2010
- Documentation Apache Spark : <https://spark.apache.org/docs/latest/>
- Documentation Apache Kafka : <https://kafka.apache.org/documentation/>
- Documentation Apache Hadoop : <https://hadoop.apache.org/docs/stable/>
- Documentation Apache Airflow : <https://airflow.apache.org/docs/>

PRE-REQUIS

- **Probabilités et variables aléatoires (S5) :** distributions, espérance, variance — bases statistiques pour l'analyse et l'échantillonnage de données massives.
- **Processus stochastiques (S6) :** modélisation de flux de données et de séries temporelles.
- **Fouille de données (S6) :** algorithmes de clustering, classification, association — directement mobilisés sur des volumes distribués.

- **Apprentissage automatique (S7, parallèle) :** modèles prédictifs et pipelines ML à intégrer dans les architectures Big Data.
- **Compétences transversales attendues :**
 - Programmation Python (pandas, NumPy) et notions de programmation fonctionnelle
 - Maîtrise du terminal Linux et des commandes de base (fichiers, processus, réseau)
 - Notions d'algorithmique et de complexité (notation grand O)
 - Compréhension des architectures client-serveur et des bases de données relationnelles
 - Lecture de documentation technique en anglais

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE5-EC2
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 12
TP : 8
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et travaux pratiques évalués.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Compte tenu de la centralité des algorithmes d'apprentissage automatique dans de nombreuses tâches de science des données, les scientifiques des données doivent être conscients d'un large éventail d'approches d'apprentissage automatique, ainsi que de la longue histoire du domaine. Un data scientist doit également être conscient des concepts transversaux, tels que la nécessité d'évaluer les performances et les classes générales de défis rencontrés.

UE : UE7-DATA

MATIÈRE : Apprentissage automatique

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

- Identifier et choisir la famille d'algorithmes d'apprentissage automatique adaptée à un problème donné (supervisé, non supervisé, deep learning) en justifiant ce choix par des critères objectifs
- Implémenter, entraîner et évaluer des modèles de classification et de régression en appliquant les bonnes pratiques : séparation train/test/validation, validation croisée, réglage des hyperparamètres
- Analyser et interpréter les performances d'un modèle à l'aide de métriques appropriées (précision, recall, F1, AUROC, RMSE, R^2) et diagnostiquer les problèmes de biais et de variance
- Appliquer des algorithmes d'apprentissage non supervisé pour la réduction de dimensionnalité (PCA, ICA, NMF) et le clustering (k-means, GMM, clustering hiérarchique) sur des jeux de données réels
- Appliquer les méthodes d'analyse des données multimédia (images, signaux) à l'aide de modèles d'apprentissage appropriés
- Concevoir, développer et intégrer des outils et des applications exploitant des modèles d'apprentissage automatique pour la valorisation des données

PROGRAMME

— Bases de l'apprentissage automatique :

- Panorama des paradigmes : apprentissage supervisé, non supervisé, par renforcement et apprentissage profond.
- Apprentissage symbolique vs numérique ; approches statistiques vs structurelles/syntaxiques.
- Apprentissage comme problème d'optimisation ; exploration des données par le machine learning.
- Défis transversaux : qualité des données, régularisation, généralisation, malédiction de la dimensionnalité.

— Apprentissage supervisé :

- Tâches de régression et de classification : cas d'usage et critères de choix.
- Compromis biais/variance ; complexité du modèle et capacité de généralisation.
- Protocoles d'évaluation : séparation train/test/validation, validation croisée, réglage des hyperparamètres.
- Métriques de classification : précision, recall, F1, AUROC, matrice de confusion ; métriques de régression : RMSE, MAE, R^2 .
- Algorithmes fondamentaux : régression linéaire et logistique, KNN, Naive Bayes, arbres de décision.
- Extensions et méthodes d'ensemble : *bagging*, *boosting*, forêts aléatoires, caractéristiques polynomiales.

- Diagnostic d'un modèle : biais élevé vs variance élevée; stratégies de sélection et d'ingénierie des features.
- Classification multiclasse; algorithme avancé : SVM (*Support Vector Machine*).
- **Apprentissage non supervisé :**
 - Tâches principales : clustering et réduction de dimensionnalité.
 - Algorithmes de clustering : k-means, clustering hiérarchique (connectivité vs centroïde), DBSCAN, Gaussian Mixture Models (GMM).
 - Algorithmes de réduction de dimensionnalité : PCA (analyse en composantes principales), ICA (analyse en composantes indépendantes), NMF (factorisation matricielle non négative).
 - Évaluation des résultats en apprentissage non supervisé : indices de silhouette, inertie, interprétation des composantes.
- **Apprentissage profond (*Deep Learning*) — introduction :**
 - Réseaux de neurones artificiels : architecture, fonction d'activation, rétropropagation.
 - Réseaux convolutifs (CNN) pour l'analyse d'images; réseaux récurrents (RNN/LSTM) pour les signaux et séries temporelles.
 - Outils et frameworks : TensorFlow, PyTorch, Keras.
- **Défis pratiques et mise en œuvre :**
 - Prétraitement des données : normalisation, gestion des valeurs manquantes, encodage des variables catégorielles.
 - Pipelines d'apprentissage automatique avec scikit-learn.
 - Interprétabilité des modèles : SHAP, importance des features.
 - Déploiement d'un modèle : API de prédiction, bonnes pratiques de MLOps.

BIBLIOGRAPHIE

- Barra, V., Miclet, L. et Cornuéjols, A. - *Apprentissage artificiel — Concepts et algorithmes, de Bayes et Hume au Deep Learning* - Éditions Eyrolles, 4^e éd.
- Aurélien Géron - *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras and TensorFlow* - O'Reilly, 3^e éd., 2022
- Christopher M. Bishop - *Pattern Recognition and Machine Learning* - Springer, 2006
- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio & Aaron Courville - *Deep Learning* - MIT Press, 2016 : <https://www.deeplearningbook.org>
- Documentation scikit-learn : <https://scikit-learn.org/stable/>
- Documentation TensorFlow / Keras : https://www.tensorflow.org/api_docs
- Documentation PyTorch : <https://pytorch.org/docs/stable/>
- Kaggle — Jeux de données et compétitions ML : <https://www.kaggle.com>
- Papers With Code — État de l'art en ML : <https://paperswithcode.com>

PRE-REQUIS

- **Probabilités et variables aléatoires (S5)** : distributions de probabilité, espérance, variance, loi des grands nombres — fondements des modèles probabilistes (Naive Bayes, GMM, régression).
- **Processus stochastiques (S6)** : modélisation de séries temporelles et de signaux aléatoires — utiles pour les modèles séquentiels et le deep learning.
- **Fouille de données (S6)** : prétraitement des données, règles d'association, introduction au clustering — base directe de ce cours.
- **Compétences transversales attendues** :
 - Programmation Python (numpy, pandas, matplotlib) à un niveau intermédiaire
 - Notions d'algèbre linéaire (vecteurs, matrices, valeurs propres) et de calcul différentiel (gradient)
 - Compréhension des structures de données et algorithmique de base
 - Lecture de documentation technique et d'articles scientifiques en anglais

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S7-UE5-EC3
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 0
TP : 2
Total : 6

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Les compétences seront évaluées à partir des éléments fournis dans le livrable, et précisés en amont aux élèves ingénieurs.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ensemble des documents utilisés à l'occasion des enseignements des ressources mobilisées. Si besoin, de nouvelles références documentaires seront fournies.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Appliquer et évaluer des algorithmes d'apprentissage automatique et discuter de leurs pertinences pour un contexte donné.

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE7-DATA

SAE Data

OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR CETTE SAÉ

Compétence visée

Traiter des données massives à l'aide des techniques d'intelligence artificielle

Niveau évalué

SITUATION

La société *OcéanData Consulting*, cabinet de conseil en valorisation des données basé à La Réunion, accompagne des entreprises locales dans leur transformation numérique. Elle vous confie une mission d'analyse et de modélisation sur un jeu de données massif issu d'un de ses clients — au choix parmi les secteurs suivants : environnement, tourisme et mobilité, santé publique, ou énergie et environnement. Le volume et la nature des données imposent la mise en place d'une architecture distribuée adaptée, depuis l'ingestion jusqu'à la restitution des résultats.

1. **Conception de l'architecture Big Data** : choisir et justifier les technologies retenues (stockage distribué, framework de calcul, orchestration) en adéquation avec les contraintes de volume, de vitesse et de variété des données.
2. **Traitement et modélisation** : mettre en œuvre une ou plusieurs méthodes d'analyse parmi les suivantes, selon les objectifs du cahier des charges :
 - Fouille de données et extraction de connaissances (*pattern mining*, règles d'association)
 - Classification supervisée (arbres de décision, SVM, forêts aléatoires, réseaux de neurones)
 - Classification non supervisée / clustering (k-means, DBSCAN, classification hiérarchique)
3. **Restitution et valorisation** : présenter les résultats de manière claire et exploitable pour un interlocuteur non technique, en justifiant les choix méthodologiques effectués.

LIVRABLES ATTENDUS ET CRITÈRES D'ÉVALUATION

- Un **dépôt Git documenté** contenant l'ensemble du code source, les notebooks d'analyse et les scripts de déploiement de l'architecture.
- Un **rapport technique** structuré comprenant :
 - La description et la justification de l'architecture retenue (schéma d'architecture inclus)
 - La description du jeu de données : provenance, volumétrie, qualité, étapes de prétraitement
 - La méthodologie d'analyse appliquée, les paramètres retenus et leur justification
 - Les résultats obtenus, leur interprétation et leurs limites

- Le respect des bonnes pratiques : qualité du code, reproductibilité, gestion des versions
- Un **tableau de bord de visualisation** des résultats (Jupyter Notebook, Streamlit ou équivalent)
- Une **présentation orale** de 20 minutes devant jury, incluant une démonstration live du pipeline et des résultats

ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

- Enseignant des matières liées à l'UE DATA et des outils pour l'ingénieur
- Professionnels de l'analyse de données

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE5-EC4
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 8
TD : 20
TP : 10
Total : 38

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et travaux pratiques évalués.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Appréhender les enjeux juridiques et éthiques auxquels est confronté l'ingénieur informaticien dans l'exercice de son métier. À travers l'étude du droit de la protection des données personnelles (RGPD), du droit de la propriété intellectuelle et du cadre réglementaire de l'intelligence artificielle (RIA), les étudiants acquerront les réflexes juridiques indispensables pour concevoir, développer et déployer des systèmes numériques conformes aux exigences légales européennes et nationales, dans le respect des droits fondamentaux des personnes.

UE : UE7-DATA

MATIÈRE : Droit et Éthique en Ingénierie Informatique

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

- Identifier et appliquer les obligations légales issues du RGPD dans le cadre de la conception et du développement d'un système informatique traitant des données personnelles
- Mettre en œuvre les principes du *privacy by design* et du *privacy by default* dans un projet de développement logiciel ou applicatif
- Réaliser une analyse d'impact relative à la protection des données (AIPD) et en déduire les mesures techniques et organisationnelles appropriées
- Identifier les droits de propriété intellectuelle applicables à une création numérique et adopter les bonnes pratiques face à l'usage de contenus générés ou utilisés par l'IA
- Analyser les obligations imposées par le Règlement sur l'Intelligence Artificielle (RIA) selon la classe de risque du système développé et les articuler avec les exigences du RGPD
- Adopter une posture éthique et responsable dans l'exercice du métier d'ingénieur informaticien, en intégrant les dimensions juridiques dès la phase de conception

PROGRAMME

— Introduction au droit numérique :

- Hiérarchie des normes en France ; intégration du droit européen (directives et règlements).
- Panorama du cadre juridique applicable au numérique : RGPD, RIA, droit de la propriété intellectuelle.

— Le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) :

- Définitions fondamentales : données personnelles, traitement, responsable de traitement, sous-traitant, DPO, registre de traitement, bases légales.
- Conditions de désignation du DPO ; principes fondamentaux : licéité, finalité limitée, minimisation, exactitude, limitation de conservation, sécurité et confidentialité.
- Consentement : conditions de validité, preuve et droit au retrait.
- Droits des personnes : accès, rectification, effacement, portabilité, limitation, opposition.
- Analyses d'impact relatives à la protection des données (AIPD / PIA) : définition, conditions de réalisation, mise en balance des intérêts.
- Gestion des incidents : délai de notification à la CNIL, conditions de déclaration.
- Sanctions en cas de non-respect du RGPD.

— Droit de la propriété intellectuelle (PI) :

- Sources internationales, européennes et nationales; distinction droits patrimoniaux / droits moraux.
 - Typologies : droit d'auteur, brevet, marques, dessins et modèles, indication géographique, secret commercial, enveloppe e-Soleau.
 - Principes d'exclusivité, de temporalité et de territorialité selon le type de PI.
 - Cas particulier de la PI et de l'IA : obligations de citation, licences *Creative Commons* (BY, NC, ND, SA), *copyright* américain, NFT.
 - Œuvres créées par l'IA : création 100 % IA vs création partagée IA/personne physique; quid du droit d'auteur?
 - Bonnes pratiques face à l'IA : veille juridique, clauses contractuelles, préférence pour les modèles sous licence.
- **RGPD et Règlement sur l'Intelligence Artificielle (RIA) :**
- Nouveaux organismes européens : Comité européen de l'IA, Bureau de l'IA, Forum consultatif, Panel scientifique d'experts indépendants.
 - Classification des systèmes d'IA par niveau de risque (RIA) et implications pour les objets connectés.
 - Application proportionnelle du RGPD au traitement de données par une IA.
 - Obligations du fournisseur et de l'utilisateur d'un système d'IA; préconisations de la CNIL sur la décision individuelle automatisée.
 - Mise en balance : compétitivité / conformité RGPD / respect de la propriété intellectuelle.
 - Cas pratique — *to do list* pour la création d'une IA conforme : finalité, responsable de traitement, base légale, minimisation, durée de conservation, droits des personnes, *privacy by design* et *by default*, AIPD.

BIBLIOGRAPHIE

- Gilles Vercken & Stéphane Leriche - *Droit de l'informatique et des réseaux* - Lamy, dernière édition
- Jean Frayssinet - *Informatique, fichiers et libertés* - Litec
- CNIL - *Guide pratique RGPD pour les développeurs* : <https://www.cnil.fr/fr/guide-rgpd-du-developpeur>
- CNIL - *Guide de la sécurité des données personnelles* : <https://www.cnil.fr/fr/securite-des-donnees>
- CNIL - *Recommandations sur le développement des systèmes d'IA* : <https://www.cnil.fr/fr/intelligence-artificielle>
- Commission européenne - *Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD)* : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32016R0679>
- Commission européenne - *Règlement sur l'Intelligence Artificielle (RIA / AI Act)* : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32024R1>
- INPI - *Ressources sur la propriété intellectuelle* : <https://www.inpi.fr>
- Creative Commons - *Licences et outils* : <https://creativecommons.org/licenses/>
- ANSSI - *Recommandations de sécurité pour les applications mobiles* : <https://www.ssi.gouv.fr/guide/>

PRE-REQUIS

— **Compétences transversales attendues :**

- Connaissance générale du fonctionnement d'un système informatique, d'une application web et d'une application mobile
- Notions de base sur le traitement et le stockage des données (bases de données, APIs, services cloud)
- Capacité à lire et analyser des textes réglementaires et des documents officiels
- Maîtrise du français écrit pour la rédaction de documents juridiques et techniques
- Curiosité pour les enjeux sociétaux, éthiques et légaux du numérique

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S7-UE5-EC5
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 22
TD : 0
TP : 0
Total : 22

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

2 notes individuelles (SST, RSO/Ethique) 2
notes de projet (RSO/Ethique)

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Support de cours Règlementation et
normes

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

— Savoir identifier, évaluer les risques
pour la santé et la sécurité au travail et
contribuer à la démarche de prévention
de l'entreprise — Être en mesure d'éla-
borer, de mettre en oeuvre et d'améliorer
une démarche de Responsabilité Socié-
tale dans une entreprise — Développer
une pratique professionnelle éthique et
responsable, tenant compte des enjeux
sociétaux

UE : UE7-DATA

MATIÈRE : TES : SST, RSO, éthique

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

— Identifier, évaluer et maîtriser les risques pour la santé et sécurité au travail
— Identifier les enjeux liés à la responsabilité sociétale d'une organisation et
adopter un comportement éthique

PROGRAMME

1ère Partie : Santé et Sécurité au Travail — Définitions et enjeux (humains, éco-
nomiques et juridiques) et statistiques des accidents du travail et maladies pro-
fessionnelles — Réglementation et principes généraux de prévention — Rôles et
missions des acteurs de la santé et sécurité au travail — Evaluation des risques
professionnels et Document Unique (DUER) — Principaux dangers et mesures
de prévention — Mises en pratique : évaluation des risques avec Tutoprev

2ème Partie : Responsabilité Sociétale des Organisations (RSO) — Histoire du
développement durable / RSE et enjeux au niveau mondial, national et régional
— Mise en place d'une démarche RSE en entreprise (ISO 26000, ISO 53001) —
Identification des ODD / domaines d'actions pertinents et priorisation des plans
d'actions

3ème Partie : Ethique de l'ingénieur — Notions d'éthique professionnelle des
ingénieurs — Méthodologie de résolution d'un dilemme éthique

BIBLIOGRAPHIE

— Code du travail — Rapports annuels de l'assurance maladie — Site web et
documentation INRS, OPPBTP, réseau ANACT-ARACT — The Sustainable Deve-
lopment Goals Reports — Bilans des ODD à la Réunion : analyse de l'évolution
des indicateurs depuis 20 ans DEAL Réunion — AFNOR NF EN ISO 26000
2010 — ISO 53001 Systèmes de management pour les objectifs de dévelop-
pement durable (ODD) — WFEO_Code-of-ethics-2023-10-06 — Charte éthique
Ingénieurs et Scientifiques de France

PRE-REQUIS

Connaissances générales en management des entreprises

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S7-UE3-EC1
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 10
TP : 10
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Deux contrôles continus au minimum, les TP et un projet.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Compréhension et développement d'applications dans des écosystèmes d'application mobile d'actualité (IOS et Android), et maîtrise de l'un d'entre eux pour la conception des services mobiles à destination du grand public et des entreprises.

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE7-DEV

MATIÈRE : Programmation mobile

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

- Appréhender le développement multiplateforme et multi-environnement
- Intégrer les contraintes techniques et les systèmes d'un environnement
- Appliquer l'ingénierie de l'intégration
- Produire une documentation élargie

PROGRAMME

Ce module vise à acquérir la connaissance, la compréhension et l'utilisation de techniques essentielles au développement d'applications pour appareil mobile de type smartphone et tablette tactile. Le contenu type est listé ci-dessous. Il sera adapté autant que possible aux évolutions technologiques :

- Présentation de l'approche de développement et du modèle économique de diffusion des applications mobiles. Etude des périphériques cibles, des spécificités du contexte de mobilité et du mode d'interaction qui les caractérisent.
- Apprentissage du langage de programmation support. Maîtrise des outils de conception (IDE, éditeur d'interface graphique, simulateur et service de documentation).
- Etude des principes d'architecture logicielle sur lesquels sont conçus les librairies support (framework de fondation, modèle MVC, API d'interface, principe des gestionnaires de communication/fichier/multimédia, ...).
- Initiation aux fonctionnalités avancées : géolocalisation, accéléromètre, interaction tactile multipoint, push notification, ...
- Pratique du déploiement d'applications, signature d'application et validation de la soumission sur une plateforme de distribution dématérialisée.

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

Modules Développement des semestres précédents.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S7-UE3-EC2
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 10
TP : 10
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Deux contrôles continus au minimum, les TP et un projet.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Ce cours introduit les fondements formels des langages de programmation : comment décrire, reconnaître et transformer un langage et quelles sont les limites intrinsèques du calcul. Il vise à comprendre les mécanismes sous jacents à la conception de compilateurs et d'interprètes, à évaluer l'expressivité des différents formalismes (automates, grammaires, machines de Turing) et à estimer la complexité algorithmique des problèmes.

UE : UE7-DEV

MATIÈRE : Théorie des langages

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

- Maîtriser les paradigmes fondamentaux de la programmation, des langages et des algorithmes pour concevoir et développer des applications sur tout type d'environnement.
- Identifier, classer les problèmes selon leur complexité (P, NP, NP-complet) et choisir des stratégies algorithmiques adaptées.

PROGRAMME

- Fondements (Alphabet, mot, langage, Hiérarchie de Chomsky, Automates finis, ...) et langages réguliers
- Langages hors contexte (Grammaires hors contexte, automates à pile, ...), analyse lexicale et syntaxique
- Calculabilité et complexité (Machines de Turing, indécidabilité et complexité, ...)

BIBLIOGRAPHIE

“Michael Sipser — *Introduction to the Theory of Computation* — Cengage Learning
John Hopcroft — *Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation* — Pearson”

PRE-REQUIS

Modules Systèmes et réseaux et Développement des semestres précédents.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S7-UE3-EC3
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 12
TP : 0
Total : 12

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Suivi des performances et mise en place d'objectifs personnels.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Documentations

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Ce cours vise à promouvoir la santé, le bien être, et les valeurs du sport à travers la pratique d'activités physiques variées, en renforçant leur capacité à travailler en équipe et à se surpasser. À travers une variété d'activités sportives et de jeux coopératifs, les étudiants seront encouragés à développer des compétences interpersonnelles essentielles telles que la communication, la collaboration, et le leadership.

UE : UE7-DEV

MATIÈRE : Sport

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours vise à promouvoir la santé, le bien-être, et les valeurs du sport à travers la pratique d'activités physiques variées, en renforçant leur capacité à travailler en équipe et à se surpasser. À travers une variété d'activités sportives et de jeux coopératifs, les étudiants seront encouragés à développer des compétences interpersonnelles essentielles telles que la communication, la collaboration, et le leadership.

Acquis d'apprentissage visés

- Communiquer à l'oral, en s'adaptant au niveau des connaissances techniques de ses interlocuteurs
- Organiser le projet selon les méthodologies de gestion de projet

PROGRAMME

- Initiation et préparation physique
- Sports collectifs et esprit d'équipe
- Sports individuels et développement personnel
- Santé et prévention

BIBLIOGRAPHIE

- Jonny Wilkinson, Mémoires d'un perfectionniste, 2012
- Horn Mike, Vouloir toucher les étoiles, 2016
- Grégoire Chevnard, De mon canapé à la course la plus dure au monde, 2018

PRE-REQUIS

Pas de prérequis.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE2-EC1
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 18
TP : 10
Total : 28

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Deux contrôles continus au minimum, les TP et un mini-projet embarqué.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques, plateformes embarquées (ESP32, STM32).

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Fournir les bases théoriques et pratiques pour la conception d'applications embarquées temps réel dans le contexte de l'Internet des Objets. L'étudiant apprendra à identifier, analyser et résoudre les problématiques liées aux contraintes temps réel, aux ressources limitées et à la fiabilité des systèmes embarqués.

UE : UE7-IOT

MATIÈRE : Internet Des Objets : Systèmes Embarqués et Temps Réel

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

- Appliquer les paradigmes de programmation et communication spécifiques à l'embarqué et à l'IoT
- Concevoir des infrastructures et solutions de service sécurisées adaptées pour les objets connectés
- Réaliser une solution IoT de bout en bout en identifiant les architectures matérielles, les réseaux des objets terminaux et la communication avec une plateforme de service IoT

PROGRAMME

— Systèmes temps réel — Fondamentaux

- Identifier et comprendre les contraintes temps réel (temps réel dur / mou) associées à une application embarquée IoT
- Analyser et quantifier ces contraintes; préconiser un type de solution d'ordonnancement (Rate Monotonic, Earliest Deadline First)
- Analyse de faisabilité d'un jeu de tâches temps réel

— Programmation embarquée et RTOS

- Création de tâches, synchronisation et communication inter-processus sur un système d'exploitation temps réel (FreeRTOS)
- Gestion des priorités, sémaphores, mutex, files de messages
- Gestion de l'énergie : modes veille, deep sleep, duty cycling

— Ressources matérielles et périphériques

- Identification des ressources critiques matérielles et logicielles d'un noeud IoT (capteurs, actionneurs, interfaces de communication)
- Rôle et développement de pilotes de périphériques (GPIO, I2C, SPI, UART, ADC)
- Bus de communication embarqués et protocoles bas niveau

— Conception et outils

- Outils et langages de spécification pour le développement d'applications temps réel embarquées (diagrammes de séquence, machines à états)
- Chaîne de compilation croisée, débogage sur cible (JTAG/SWD)
- Intégration capteur-microcontrôleur-réseau : du capteur au cloud (MQTT, CoAP)

— Travaux pratiques

- TP1 : Prise en main FreeRTOS sur ESP32 — tâches, priorités, ordonnancement

- TP2 : Communication inter-tâches et gestion de capteurs (I2C/SPI)
- TP3 : Gestion de l'énergie et modes basse consommation
- TP4 : Intégration complète — acquisition capteur, traitement temps réel, envoi MQTT

BIBLIOGRAPHIE

Jean-Philippe Babau — *Systèmes temps réel embarqués* — Hermes/Lavoisier
Richard Barry — *Mastering the FreeRTOS Real Time Kernel* — freertos.org
Kolban — *Kolban's Book on ESP32* — leanpub.com
James F. Kurose et Keith W. Ross — *Computer Networking* — Éditions Pearson
Phillip A. Laplante et al. — *Real-Time Systems Design and Analysis : Tools for the Practitioner* — Wiley-IEEE Press
Elecia White — *Making Embedded Systems : Design Patterns for Great Software* — O'Reilly Media

PRE-REQUIS

- SR052 : Systèmes d'exploitation et langage de commande
- SR051 : Principes des réseaux et de l'IoT
- Bases de programmation en C/C++

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE2-EC2
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 0
TP : 2
Total : 6

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Les compétences seront évaluées à partir des éléments fournis dans le livrable, en regard des attendus décrits dans les grilles d'évaluation.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ensemble des documents utilisés à l'occasion des enseignements des ressources mobilisées par la SAE. Plateformes matérielles IoT (ESP32, Raspberry Pi, capteurs).

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Exploiter un réseau d'objets, valoriser les données extraites du réseau et améliorer le coût et l'impact du réseau. Une entreprise spécialisée dans les solutions IoT souhaite déployer un réseau de capteurs intelligents pour la surveillance environnementale (qualité de l'air, température, humidité, bruit) dans un contexte urbain ou agricole à La Réunion. Le client demande une solution de bout en bout : depuis les noeuds capteurs embarqués jusqu'à un tableau de bord de visualisation, en passant par le réseau de collecte et le traitement des données. L'équipe d'ingé-

UE : UE7-IOT

SAE Internet des Objets

OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR CETTE SAÉ

Compétence visée

- Appliquer les paradigmes de programmation et communication spécifiques à l'embarqué et à l'IoT(1,5)-(1,4)
- Analyser les données issues de l'IoT en intégrant les spécificités de l'analyse de données en bordure (edge analytics)(1,5)-(1,4)
- Évaluer le coût d'un projet et la viabilité économique d'une solution(1,5)-(1,4)
- Évaluer l'impact environnemental d'une solution(1,5)-(1,4)
- Piloter un projet dans le respect des contraintes coût, délai et qualité(1,5)-(1,4)

Niveau évalué

SITUATION

- **Phase 1 — Cadrage et spécifications (semaine 1-2) :** Note de cadrage avec analyse du besoin, méthodologie projet (Agile/Scrum), planning et gestion des risques. Cahier des charges incluant spécifications fonctionnelles et techniques, contraintes réglementaires et analyse de l'impact environnemental.
- **Phase 2 — Architecture et prototypage (semaine 3-6) :** Définition de l'architecture matérielle (choix des microcontrôleurs, capteurs, modules radio) et logicielle (RTOS, protocoles). MVP v0 : premier prototype fonctionnel, journal de tests, démonstration de faisabilité.
- **Phase 3 — Intégration et valorisation (semaine 7-10) :** MVP v1 avec intégration réseau, remontée de données et traitement en bordure (edge). Analyse de viabilité économique, étude de marché. Évaluation de l'empreinte énergétique et environnementale.
- **Phase 4 — Démonstration et soutenance (semaine 11-12) :** Démonstration de la solution complète. Présentation finale couvrant les aspects techniques, économiques et environnementaux.

LIVRABLES ATTENDUS ET CRITÈRES D'ÉVALUATION

- Un **dépôt Git documenté** contenant l'ensemble du code source, la documentation technique, les schémas d'architecture et le README.
- Une **note de cadrage** incluant la roadmap, la méthodologie projet et la gestion des risques.
- Un **cahier des charges** avec spécifications détaillées, conformité réglementaire et analyse environnementale.
- Un **document d'architecture** matérielle et logicielle avec justification des choix technologiques, estimation d'autonomie et coûts.
- Un **MVP v0** : prototype fonctionnel avec journal de tests et métriques.
- Un **MVP v1** : prototype intégré avec analyse de marché et modèle économique.
- Des **supports de présentation** intermédiaire et finale.

- Un **compte rendu** et une **démonstration** de la solution complète.

ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

- Enseignants des matières liées à l'UE IOT et des outils pour l'ingénieur
- IOT701 : Systèmes Embarqués et Temps Réel (co-requis)
- IOT706 : Analyse de données pour l'IOT (co-requis)
- Modules de Systèmes et Réseaux et Développement des semestres précédents

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S7-UE2-EC3
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 0
TP : 16
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

livrables et présentations

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Support de mission, données, guides, rapports...

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Ce cours vise à développer la capacité des étudiants à mener à bien en groupe (7 à 12 étudiants) un projet d'innovation, relevant de résolution de problèmes, d'amélioration continue ou de conception de nouvelles solutions de rupture, en tenant compte des enjeux de durabilité

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE7-IOT

MATIÈRE : Concours d'innovation

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

mobiliser et combiner les outils relatifs à la méthodologie de l'innovation acquis dans les ressources, apprendre à apprendre (compléter les outils...), travailler en groupe projet (la réflexivité commune, l'autonomie, la gestion du temps et du stress...), communiquer et convaincre

PROGRAMME

Innovation amont : Etat de l'art, étude du marché, réglementation, immersion marché, opportunités, définir objectif, début ideation

BIBLIOGRAPHIE

Selon le projet d'année

PRE-REQUIS

Gestion de projet, gestion d'enquêtes, marketing, méthodes de créativité. Ces prérequis sont acquis au préalable dans les ressources du cursus ou bien ou en cours d'année par un apprentissage autonome ou guidé.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S7-UE2-EC4
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 4
TP : 8
Total : 16

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et évaluation des TP (pipeline complet déployé sur cible).

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, notebooks Jupyter, plateforme Edge Impulse, cartes ESP32/Arduino Nano 33 BLE Sense, fiches de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Maîtriser le pipeline complet d'analyse de données pour l'IoT, de la collecte de données capteurs à l'entraînement de modèles d'apprentissage automatique, jusqu'au déploiement et à la validation de modèles embarqués sur des dispositifs à ressources contraintes (edge AI / TinyML).
Modifié le : 6 août 2026

UE : UE7-IOT

MATIÈRE : Analyse de données pour l'IOT

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

- Analyser les données issues de l'IoT en intégrant les spécificités de l'analyse de données en bordure (edge analytics)
- Appliquer les paradigmes de programmation et communication spécifiques à l'embarqué et à l'IoT
- Concevoir des infrastructures et solutions de service adaptées pour les objets connectés

PROGRAMME

- **Module 1 — Collecte et préparation des données IoT (CM : 1h, TD : 1h, TP : 2h)**
 - Spécificités des données IoT : séries temporelles, données capteurs multi-axes, échantillonnage, bruit
 - Stratégies de collecte : labellisation sur le terrain, protocoles d'acquisition reproductibles
 - Prétraitement : nettoyage, normalisation, fenêtrage, augmentation de données
 - Gestion des déséquilibres de classes et des conditions de terrain variables
 - *TP : Collecte de données accéléromètre/gyroscope sur ESP32, labellisation et exploration avec Python/Pandas*
- **Module 2 — Entraînement de modèles pour l'embarqué (CM : 1.5h, TD : 1.5h, TP : 2h)**
 - Introduction au TinyML : contraintes mémoire, calcul et énergie
 - TensorFlow Lite for Microcontrollers : architecture, quantification (int8, float16), conversion de modèles
 - Edge Impulse Studio : création de projet, import de données, design d'impulsion (DSP + classification)
 - Architectures adaptées : CNN 1D pour séries temporelles, anomaly detection, transfer learning léger
 - Compromis précision / taille du modèle / latence d'inférence
 - *TP : Entraînement d'un modèle de reconnaissance de gestes sur Edge Impulse, export TFLite*
- **Module 3 — Déploiement et inférence embarquée (CM : 1h, TD : 1h, TP : 2h)**
 - Déploiement de modèles TFLite sur microcontrôleur (ESP32, Arduino Nano 33 BLE)
 - Intégration dans une boucle temps réel : acquisition → prétraitement → inférence → action

- Optimisation mémoire : arena sizing, opérateur resolver, modèle flatbuffer
- Mesure des performances embarquées : latence, consommation mémoire RAM/Flash, consommation énergétique
- *TP : Déploiement du modèle sur cible, mesure de latence et consommation mémoire*
- **Module 4 — Validation terrain et robustesse (CM : 0.5h, TD : 0.5h, TP : 2h)**
 - Problématiques de robustesse en conditions réelles : drift capteur, variations environnementales, vieillissement
 - Validation terrain vs validation en laboratoire : protocoles de test, métriques de performance en situation
 - Data drift et concept drift : détection et stratégies de mise à jour (retraining, feedback loop)
 - Boucle de retour terrain → réentraînement : collecte incrémentale, versioning des données et modèles
 - Considérations éthiques et de fiabilité pour les décisions automatisées en bordure
 - *TP : Validation du modèle en conditions réelles, analyse des erreurs, proposition d'améliorations, itération*

BIBLIOGRAPHIE

Pete Warden & Daniel Situnayake — *TinyML : Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers* — O'Reilly, 2020
Vijay Janapa Reddi et al. — *Widening Access to Applied Machine Learning with TinyML* — Harvard, 2021

Documentation Edge Impulse — docs.edgeimpulse.com

Documentation TensorFlow Lite for Microcontrollers — tensorflow.org/lite/microcontrollers

PRE-REQUIS

- Bases de programmation Python et C/C++
- Notions de probabilités et statistiques (S5-S6)
- IOT701 : Systèmes Embarqués et Temps Réel (co-requis)

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S7-UE2-EC5
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 20
TP : 0
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

livrables et présentations

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Support de mission, données, guides, rapports...

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Ce cours vise à développer la capacité des étudiants à mener à bien en groupe (7 à 12 étudiants) un projet d'innovation, relevant de résolution de problèmes, d'amélioration continue ou de conception de nouvelles solutions de rupture, en tenant compte des enjeux de durabilité

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE7-IOT

MATIÈRE : Innovation numérique

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

mobiliser et combiner les outils relatifs à la méthodologie de l'innovation acquis dans les ressources, apprendre à apprendre (compléter les outils...), travailler en groupe projet (la réflexivité commune, l'autonomie, la gestion du temps et du stress...), communiquer et convaincre

PROGRAMME

Innovation amont : Etat de l'art, étude du marché, réglementation, immersion marché, opportunités, définir objectif, début ideation

BIBLIOGRAPHIE

Selon le projet d'année

PRE-REQUIS

Gestion de projet, gestion d'enquêtes, marketing, méthodes de créativité. Ces prérequis sont acquis au préalable dans les ressources du cursus ou bien ou en cours d'année par un apprentissage autonome ou guidé.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S7-UE1-EC1
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 10
TP : 6
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Au moins deux contrôles continus.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Comprendre et mettre en oeuvre les mécanismes de supervision du système d'information à des fins de maintenance et de sécurité.

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE7-SYSRES

MATIÈRE : Réseaux Informatiques : Administration, Supervision et Gestion

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

- Surveiller un système d'information
- Mettre en oeuvre des mécanismes et logiciels de collecte et d'analyse de données pour la maintenance préventive et la détection des anomalies du système d'information

PROGRAMME

- Architectures typiques pour la gestion de réseau, notamment la console de gestion, les agrégateurs et les agents de périphérique.
- Collecte et types de données : les fichiers de log, métriques, traces.
- Structure des informations de gestion (SMI), base d'information de gestion (MIB), protocole d'administration SNMP.
- Outils permettant la supervision et l'administration au travers d'outils de collecte, tableaux de bord.
- Gestion des alertes et des incidents.
- Supervision des environnements modernes : cloud, conteneurs.

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

Les modules de Systèmes et réseaux des semestres précédents.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S7-UE1-EC2
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 10
TP : 6
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Au moins deux contrôles continus.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Maîtriser les outils et les pratiques modernes de déploiement, d'orchestration et d'automatisation des systèmes d'information. Ce cours forme les étudiants à la conteneurisation des applications avec Docker, à leur orchestration à grande échelle avec Kubernetes, et à l'automatisation de l'administration système avec Ansible. Il couvre également les services d'infrastructure essentiels au déploiement d'un SI (annuaire LDAP, DNS, messagerie) et les paradigmes du cloud permettant aux étudiants de concevoir, déployer et maintenir un système d'information.

UE : UE7-SYSRES

MATIÈRE : Administration des Systèmes : Orchestration, Conteneurs et Automatisation

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

- Concevoir, déployer et maintenir les services d'infrastructure essentiels d'un système d'information (annuaire, DNS, messagerie) en respectant les contraintes de sécurité
- Conteneuriser une application à l'aide de Docker et gérer son cycle de vie : construction d'images, composition de services multi-conteneurs, registre d'images
- Déployer et administrer un cluster Kubernetes : gestion des workloads, services, volumes persistants, mise à l'échelle et mise à jour continue
- Automatiser la configuration et le déploiement d'infrastructures systèmes à l'aide d'Ansible : playbooks, rôles, inventaires dynamiques
- Concevoir, déployer, maintenir et faire évoluer des services cloud en distinguant les modèles IaaS, PaaS et SaaS, et en évaluant les avantages et les limites de chaque approche
- Mettre en œuvre des mécanismes de collecte et d'analyse de données pour la maintenance préventive et la détection des anomalies du système d'information

PROGRAMME

— Services d'infrastructure du système d'information :

- Annuaire d'authentification : protocole LDAP — structure, schéma, déploiement et intégration dans un SI.
- La hiérarchie DNS : zones, enregistrements, résolution récursive et autoritaire.
- Installation et sécurisation d'un serveur DNS : DNSSEC, gestion des zones signées.
- Configuration d'un serveur de messagerie : protocoles SMTP, IMAP, anti-spam, DKIM, SPF, DMARC.
- Gestion centralisée des identités : intégration LDAP avec les services du SI (DNS, mail, SSH).

— Conteneurisation avec Docker :

- Rappels sur la virtualisation et positionnement des conteneurs : namespaces, cgroups, couches d'images.
- Construction d'images Docker : Dockerfile, bonnes pratiques, optimisation des couches, images multi-étapes.
- Gestion du cycle de vie des conteneurs : réseaux Docker, volumes persistants, variables d'environnement.
- Composition de services avec Docker Compose : définition de stacks multi-conteneurs, dépendances, healthchecks.
- Registres d'images : Docker Hub, registre privé (Harbor) ; gestion des versions et des politiques de sécurité.

- Sécurité des conteneurs : utilisateur non-root, scan de vulnérabilités (Trivy), politique de contenu signé.
- **Orchestration avec Kubernetes :**
 - Architecture de Kubernetes : control plane (API server, etcd, scheduler, controller manager), nodes workers.
 - Objets fondamentaux : Pod, Deployment, ReplicaSet, Service, ConfigMap, Secret, Namespace.
 - Gestion du stockage persistant : PersistentVolume, PersistentVolumeClaim, StorageClass.
 - Mise à l'échelle et mise à jour continue : *rolling update*, *rollback*, *Horizontal Pod Autoscaler*.
 - Exposition des services : Ingress, LoadBalancer, gestion des certificats TLS (cert-manager).
 - Sécurité dans Kubernetes : RBAC, NetworkPolicies, Pod Security Standards, gestion des secrets.
 - Outils de déploiement : Helm (gestionnaire de paquets Kubernetes) ; introduction à GitOps (ArgoCD).
- **Automatisation avec Ansible :**
 - Principes de l'automatisation : idempotence, infrastructure as code, gestion de la configuration.
 - Architecture Ansible : inventaires (statiques et dynamiques), modules, playbooks, variables et facts.
 - Structuration des projets Ansible : rôles, collections, Ansible Galaxy.
 - Automatisation des tâches d'administration : déploiement de services, gestion des utilisateurs, mises à jour.
 - Intégration d'Ansible dans un pipeline CI/CD : déclenchement automatique, gestion des secrets (Ansible Vault).
- **Déploiement cloud d'applications conteneurisées :**
 - Applications cloud-native vs applications internes : différences de conception, scalabilité, résilience.
 - Déploiement d'une application conteneurisée sur un service Kubernetes managé (AKS, GKE ou EKS).
 - Principes du DevOps et CI/CD : pipeline d'intégration et de déploiement continu (GitLab CI, GitHub Actions).
 - *Les paradigmes IaaS/PaaS/SaaS et les choix d'architecture cloud sont approfondis en SR802.*
- **Observabilité dans un environnement conteneurisé (introduction) :**
 - Enjeux de l'observabilité dans Kubernetes : métriques, logs, traces.
 - Métriques applicatives et système : exposition via Prometheus, visualisation Grafana — notions de base.
 - Journalisation dans Kubernetes : stdout/stderr, agrégation des logs avec Loki.
 - *Ces outils seront approfondis en SR802 — Administration Système : Stockage et Surveillance.*

BIBLIOGRAPHIE

- Evi Nemeth et al. - *UNIX and Linux System Administration Handbook* - Addison-Wesley, 5^e(e) éd., 2017
- Kelsey Hightower et al. - *Kubernetes : Up and Running* - O'Reilly, 3^e(e) éd., 2022
- Jeff Nickoloff & Stephen Kuenzli - *Docker in Action* - Manning, 2^e(e) éd., 2019
- Lorin Hochstein - *Ansible : Up and Running* - O'Reilly, 3^e(e) éd., 2022
- Documentation Kubernetes : <https://kubernetes.io/docs/>
- Documentation Docker : <https://docs.docker.com>
- Documentation Ansible : <https://docs.ansible.com>
- Documentation Helm : <https://helm.sh/docs/>
- ANSSI - *Recommandations de sécurité relatives au déploiement de conteneurs Docker* : <https://www.ssi.gouv.fr/guide/>

PRE-REQUIS

- **SR051 - Principes des réseaux et de l'IoT (S5)** : modèle OSI, TCP/IP, routage, DNS — indispensables pour la compréhension des réseaux Docker et Kubernetes.
- **SR052 - Système d'exploitation et langage de commande (S5)** : administration Linux, gestion des processus, permissions, scripting Bash — base de toute l'administration système.
- **SR062 - Administration système 1 (S6)** : services systèmes (systemd), gestion des utilisateurs, introduction aux services réseau — prérequis direct pour LDAP, DNS et la messagerie.
- **SR603 - Environnements Virtuels et Pratiques de Collaboration (S6)** : introduction aux conteneurs, outils de collaboration, versionnement — fondements de la conteneurisation et du GitOps.
- **Compétences transversales attendues :**
 - Administration Linux courante : gestion des services, réseau, droits, éditeur de texte (vim/nano)
 - Scripting Bash de base : boucles, conditions, gestion des fichiers
 - Maîtrise de Git : clone, commit, push, branches
 - Notions de YAML et JSON pour la configuration des outils DevOps
 - Lecture de documentation technique en anglais

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S7-UE1-EC3
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 0
TP : 2
Total : 6

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Les compétences seront évaluées à partir des éléments fournis dans le livrable, et précisés en amont aux élèves ingénieurs.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ensemble des documents utilisés à l'occasion des enseignements des ressources mobilisées. Si besoin, de nouvelles références documentaires seront fournies.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Concevoir des infrastructures adaptées aux besoins de l'entreprise, automatiser le déploiement des serveurs et des services et déployer les outils permettant son maintien dans un état opérationnel.

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE7-SYSRES

SAÉ systèmes et réseaux

OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR CETTE SAÉ

Compétence visée

Concevoir l'architecture sécurisée d'un système d'information

Niveau évalué

SITUATION

Un ingénieur en informatique, architecte réseau, doit concevoir le système d'information de son entreprise. Il doit ainsi maintenir une infrastructure au cœur du réseau qui permet aux différents sites de l'entreprise d'accéder de façon sécurisée aux ressources et aux services hébergés sur site et dans le Cloud. De plus, il devra valider le fonctionnement et les performances attendus en réalisant les tests adéquats.

NB : cette SAE pourra être la suite de celle du semestre S5, complétée par la mise en place de la supervision du SI et l'hébergement de services dans le cloud.

LIVRABLES ATTENDUS ET CRITÈRES D'ÉVALUATION

- L'**architecture du SI** répondant au cahier des charges..
- Un **rapport technique** complet.
- Une **présentation orale** de 20 minutes devant un jury, avec démonstration *live*.

Outre les aspects techniques précisés dans la description du niveau attendu, la SAE sera évaluée en tenant compte des critères suivants :

- Justification des choix des solutions et technologies adaptées aux besoins du client
- Analyse et la mesure des performances pour l'amélioration continue du SI
- Intégration des principes fondamentaux de la sécurité
- Documentattion du travail réalisé
- Robustesse et évolutivité de l'infrastructure pour répondre aux besoins opérationnels du client

ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

- Enseignant(s) de Systèmes et Réseaux, et de Cybersécurité
- Enseignant de communication

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S7-UE1-EC4
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 10
TP : 6
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Deux contrôles continus au minimum.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Ce cours permettra d'appréhender les technologies de réseau local d'entreprise afin de pouvoir piloter et/ou concevoir l'infrastructure de communication de l'entreprise, et connaître, mettre en oeuvre et évaluer les principaux protocoles de routage pour créer une infrastructure multi-sites permettant les services d'un réseau d'opérateur.

UE : UE7-SYSRES

MATIÈRE : Interconnexion des Réseaux : Théories et Protocoles

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquis d'apprentissage visés

- Concevoir une connexion multisites via un réseau d'opérateur

PROGRAMME

- Le routage inter-domaine : BGP.
- Principe des annonces de routes, la dualité eBGP et iBGP. Synchronisation routage interne / routage externe et redistribution de routes.
- Les points d'échange (GIX), transit et peering.
- Ingénierie de trafic dans Internet. Analyse du trafic BGP, étude des oscillations des annonces BGP. Analyse de la connectivité Internet, principes de la métrologie. outils de mesures actives et passives
- La commutation de labels : MPLS.
- Les VRF et les VPN MPLS/BGP.

BIBLIOGRAPHIE

James F. KUROSE et Keith W. ROSS - Computer Networking - Éditions Pearson

PRE-REQUIS

Modules de Systèmes et réseaux et Cybersécurité des semestres précédents.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S8-UE4-EC1
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 8
TP : 12
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et travaux pratiques évalués.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-CYBER

MATIÈRE : Cybersécurité : Exfiltration, Évasion et Malwares

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Comprendre les mécanismes offensifs d'exfiltration de données, d'évasion des défenses et de fonctionnement des logiciels malveillants, afin d'être capable d'analyser des malwares, de détecter des comportements suspects et de renforcer la posture défensive d'un système d'information.

Acquis d'apprentissage visés

- Analyser statiquement et dynamiquement un logiciel malveillant afin d'en comprendre le comportement et les indicateurs de compromission
- Identifier et contrer les techniques d'exfiltration de données (canaux cachés, DNS tunneling, C2) et d'évasion des mécanismes de détection
- Concevoir, développer et mettre en œuvre des mécanismes de protection des données, des logiciels, du réseau et du cloud
- Choisir et administrer les outils de détection et de corrélation des incidents de sécurité face aux menaces malware
- Rédiger un rapport d'analyse technique en français et en anglais, incluant les indicateurs de compromission (IoC) et les recommandations de remédiation

PROGRAMME

- **Taxonomie des logiciels malveillants** : virus, vers, chevaux de Troie, ransomwares, spywares, rootkits, bootkits — mécanismes d'infection et de propagation.
- **Techniques d'exfiltration de données** : canaux cachés, DNS tunneling, exfiltration via HTTP/HTTPS, protocoles de commande et contrôle (C2), *beaconing*.
- **Techniques d'évasion des défenses** : obfuscation, *packing*, chiffrement de payload, contournement d'antivirus et d'EDR, *living off the land* (LOLBins).
- **Analyse statique de malwares** : extraction de métadonnées, désassemblage (Ghidra, IDA Free), extraction de chaînes, analyse des imports/exports.
- **Analyse dynamique de malwares** : bac à sable (*sandbox*), surveillance des appels système, analyse réseau (Wireshark, FakeNet-NG), *hooking*.
- **Contre-mesures et remédiation** : confinement, éradication, restauration, durcissement des systèmes, threat intelligence.
- **Rédaction du rapport d'analyse** : structure, IoC, scoring de criticité, recommandations techniques et organisationnelles.

BIBLIOGRAPHIE

- Michael Sikorski & Andrew Honig - *Practical Malware Analysis* - No Starch Press, 2012
- Chris Eagle - *The IDA Pro Book* - No Starch Press, 2^e(e) éd., 2011
- Bruce Dang et al. - *Practical Reverse Engineering* - Wiley, 2014
- Solange Ghernaoui - *Sécurité informatique et réseaux* - Éditions Dunod

- MITRE ATT&CK - Tactiques d'exfiltration et d'évasion : <https://attack.mitre.org>
- ANY.RUN - Sandbox d'analyse dynamique : <https://any.run>
- VirusTotal - Analyse de fichiers et d'URL : <https://www.virustotal.com>
- MalwareBazaar - Base de samples malveillants : <https://bazaar.abuse.ch>
- ANSSI - Guides et recommandations : <https://www.ssi.gouv.fr/guide/>
- NIST SP 800-83 - *Guide to Malware Incident Prevention and Handling* : <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-83/rev-1/final>

PRE-REQUIS

- **SEC502 - Cybersécurité : Principes, Pratiques et Menaces** : modèles CIA, classification des menaces, introduction aux malwares et aux défenses.
- **SEC602 - Cryptographie et applications** : chiffrement, PKI, TLS/SSL — nécessaires pour comprendre les techniques d'obfuscation et les canaux C2 chiffrés.
- **SEC702 - Cybersécurité : Méthodologies de Sécurité Offensive** : phases d'un pentest, exploitation de vulnérabilités, post-exploitation — base directe pour comprendre les comportements malveillants.
- **SEC701 - Architecture et Infrastructure Sécurisées** : réseaux, firewalls, DMZ, segmentation — indispensables pour analyser les communications malveillantes.
- **SYSRES 501 - Principes des réseaux et de l'IoT** : protocoles TCP/IP, DNS, HTTP — essentiels pour l'analyse du trafic réseau malveillant.
- **SYSRES 502 - Système d'exploitation et langage de commande** : administration Linux/Windows, processus, registre, système de fichiers — base de l'analyse comportementale.
- **Compétences transversales attendues** :
 - Pratique du terminal Linux et de l'environnement Windows
 - Notions de scripting (Bash, Python)
 - Capacité à lire de la documentation technique en anglais
 - Utilisation de machines virtuelles et d'environnements isolés

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC2
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 0
TP : 2
Total : 6

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

La compétence sera évaluée à partir des éléments fournis dans les livrables, par le biais d'une grille critériée présentée en amont aux élèves ingénieurs.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ensemble des documents utilisés à l'occasion des enseignements. Si besoin, de nouvelles références documentaires pourront être mobilisées.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-CYBER

SAE cybersécurité

OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR CETTE SAÉ

Compétence visée

Gérer la sécurité d'un système d'information

Niveau évalué

Concevoir, déployer et/ou auditer une politique de sécurité et documenter son travail.

SITUATION

Une PME régionale, *IndOcéan Tech*, spécialisée dans le développement de solutions IoT pour le secteur agricole, fait appel à votre équipe de sécurité offensive. Suite à un audit préliminaire, leur RSSI suspecte que leur infrastructure est vulnérable à des attaques par ransomware et à des exfiltrations de données silencieuses. Afin de tester la robustesse de leurs défenses (antivirus, EDR, pare-feu, IDS), elle vous mandate pour simuler une attaque réaliste de bout en bout dans un environnement de lab isolé reproduisant fidèlement leur système d'information.

LIVRABLES ATTENDUS ET CRITÈRES D'ÉVALUATION

- Le **code source commenté** du malware développé (ransomware + module d'exfiltration), déposé dans un dépôt Git privé.
- Un **rapport technique** complet incluant :
 - La description de l'architecture du malware et des choix techniques
 - Les techniques d'évasion implémentées et leur justification
 - Les indicateurs de compromission (IoC) générés
 - Les limites et les contre-mesures recommandées
- Une **présentation orale** de 20 minutes devant un jury, avec démonstration *live* en environnement virtualisé.

Outre les aspects techniques précisés dans la description du niveau attendu, la SAE sera évaluée en tenant compte des critères suivants :

- Respect des normes et du cadre juridique national et international
- Réalisation d'une veille scientifique et technologique permanente
- Communication avec les différentes parties impliquées, à l'écrit et à l'oral, en français et en anglais
- Réduction continue des risques et des impacts des cyberattaques

ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

- Enseignant de mathématiques et cryptographie
- Spécialiste en cybersécurité, et en particulier sur les aspects réglementaires
- Enseignant d'anglais

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC3
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 4
TD : 12
TP : 4
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et travaux pratiques évalués.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-CYBER

MATIÈRE : Cybersécurité : Risques, Incidents et Conformité

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Maîtriser les démarches de gestion des risques, de réponse aux incidents et de mise en conformité réglementaire d'un système d'information. À travers une approche à la fois méthodologique et pratique, les étudiants apprendront à identifier et qualifier les risques cyber, à piloter la réponse à un incident de sécurité, et à mettre en œuvre les exigences des référentiels et réglementations en vigueur (RGPD, NIS2, ISO 27001).

Acquis d'apprentissage visés

- Réaliser une analyse de risque complète en s'appuyant sur une méthodologie reconnue (EBIOS Risk Manager, ISO 27005) et le cadre réglementaire applicable
- Concevoir et mettre en œuvre des mécanismes de protection des données, du réseau et du cloud conformément aux exigences de sécurité identifiées
- Définir et appliquer une politique de sécurité du système d'information (PSSI) adaptée aux risques et aux contraintes de l'organisation
- Piloter la détection, l'analyse et la réponse à un incident de sécurité en s'appuyant sur des outils de corrélation (SIEM) et des procédures formalisées
- Identifier les obligations légales et réglementaires applicables (RGPD, NIS2, LPM) et en déduire les mesures de conformité à mettre en place
- Rédiger les documents techniques et organisationnels associés (PSSI, plan de réponse aux incidents, rapport d'analyse de risque) en français et en anglais

PROGRAMME

- **Introduction à la gestion des risques cyber** : concepts fondamentaux (menace, vulnérabilité, impact, vraisemblance), cycle de vie du risque, articulation risque / politique de sécurité.
- **Méthodologies d'analyse de risque** : EBIOS Risk Manager (ANSSI), ISO/IEC 27005, comparaison avec MEHARI et OCTAVE ; ateliers de modélisation des risques.
- **Politique de sécurité du système d'information (PSSI)** : élaboration, gouvernance, indicateurs de suivi, intégration dans la stratégie de l'entreprise.
- **Cadre réglementaire et normatif** : RGPD (obligations, rôle du DPO, notifications de violations), directive NIS2, Loi de Programmation Militaire (LPM), ISO/IEC 27001 et 27002.
- **Gestion des incidents de sécurité** : cycle de vie d'un incident (détection, confinement, éradication, rétablissement), procédures de réponse, rôle du SOC et du CERT.
- **Continuité d'activité et résilience** : Plan de Continuité d'Activité (PCA), Plan de Reprise d'Activité (PRA), tests et exercices de crise (*tabletop exercises*).
- **Audit et conformité** : audit interne de sécurité, référentiels ANSSI (SecNum-Cloud, visa de sécurité), mise en œuvre d'un SMSI selon ISO 27001.
- **Rédaction des livrables** : rapport d'analyse de risque, PSSI, fiche de notification d'incident CNIL/ANSSI, plan de traitement des risques.

BIBLIOGRAPHIE

- Laurent Bloch & Christophe Wolfhugel - *Sécurité informatique — Principes et méthodes* - Eyrolles, 3^e éd., 2013
- Solange Ghernaouti - *Sécurité informatique et réseaux* - Éditions Dunod
- Alexandre Fernandez-Toro - *Management de la sécurité de l'information — Implémentation ISO 27001* - Eyrolles, 2012
- ANSSI - *La méthode EBIOS Risk Manager* : <https://www.ssi.gouv.fr/guide/ebios-risk-manager/>
- ANSSI - *Référentiel d'exigences pour les OIV/OSE* : <https://www.ssi.gouv.fr>
- ISO/IEC 27001 :2022 - *Systèmes de management de la sécurité de l'information*
- ISO/IEC 27005 :2022 - *Gestion des risques liés à la sécurité de l'information*
- CNIL - *Guide RGPD pour les développeurs et les DPO* : <https://www.cnil.fr/fr/rgpd-de-quoi-parle-t-on>
- NIST SP 800-61 - *Computer Security Incident Handling Guide* : <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-61/rev-2/final>
- MITRE ATT&CK - Matrice des tactiques et techniques : <https://attack.mitre.org>

PRE-REQUIS

- **SEC502 - Cybersécurité : Principes, Pratiques et Menaces** : modèles CIA, classification des menaces, introduction aux politiques de sécurité.
- **SEC602 - Cryptographie et applications** : chiffrement, PKI, TLS/SSL — bases des mécanismes de protection des données exigés par les référentiels.
- **SEC701 - Architecture et Infrastructure Sécurisées** : conception d'architectures sécurisées, firewalls, DMZ — contexte technique des analyses de risque.
- **SEC702 - Cybersécurité : Méthodologies de Sécurité Offensive** : connaissance des techniques d'attaque et des vulnérabilités — indispensable pour évaluer la vraisemblance des risques.
- **SEC801 - Exfiltration, Évasion et Malwares** : analyse de malwares, IoC, techniques d'évasion — nécessaires pour qualifier et traiter les incidents de sécurité.
- **SYSRES 501 - Principes des réseaux et de l'IoT** : protocoles réseau, adressage — base pour comprendre les périmètres et la cartographie du SI.
- **Compétences transversales attendues** :
 - Capacité à rédiger des documents techniques et organisationnels structurés
 - Lecture et compréhension de normes et de textes réglementaires en français et en anglais
 - Sens de l'analyse et de la synthèse pour la modélisation des risques
 - Notions de gestion de projet et de travail en équipe

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC4
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 0
TD : 20
TP : 10
Total : 30

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Évaluation interne Mise en situation sur des compétences professionnelles 2 contrôles au minimum par semestre Évaluation externe : TOEIC S8/S9

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Anglais général : Sujets d'actualité, presse, Internet Anglais de spécialité : Ressources techniques et scientifiques Anglais à visée professionnelle : CV, Lettre de motivation, courriel Annales du TOEIC

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Edel LYNCH
edel.lynch@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-CYBER

MATIÈRE : Anglais

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Cet enseignement dispensé en langue anglaise, vise à développer des compétences pragmatiques, socioculturelles et linguistiques du CECRL dans les quatre activités de communication langagière, grâce à des modalités pédagogiques variées en CM / TD interactifs et TP pratiques. Des activités de compréhension orale et écrite, des productions écrites (essais, synthèses, mémo, rapport de stage) et orales (exposés, projets de groupe, improvisations, discussions et débats) préparent les étudiants à l'utilisation de l'anglais dans un contexte professionnel tout en développant l'esprit critique.

Acquis d'apprentissage visés

- Comprendre à l'oral et à l'écrit
- S'exprimer à l'écrit et à l'oral (production en continu et en interaction)
- Utiliser des documents d'ordre techniques et professionnels
- Préparer le TOEIC : Niveau 4 (B2.2)

PROGRAMME

- Compréhension de documents à l'écrit et à l'oral : documents scientifiques et techniques, étude de publication scientifiques
- Rédaction du rapport de stage niveau 2
- Exposés techniques et professionnelles avec diaporama, niveau 2
- Correction grammaticale – structure argumentative, points de vue nuancés
- Travail sur l'authenticité de l'accent (Anglais / Américain)

BIBLIOGRAPHIE

Dictionnaire Cambridge/Oxford en ligne. Sujets d'actualités/presse anglaise : BBC News/CNN. Annales de TOEIC. The British Council : English for business and work.

PRE-REQUIS

Niveau B2. Peut comprendre le contenu de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe, y compris une discussion technique dans sa spécialité. Peut communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance tel qu'une conversation avec un locuteur natif ne comportant de tension ni pour l'un ni pour l'autre. Peut s'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets, émettre un avis sur un sujet d'actualité et exposer les avantages et les inconvénients de différentes possibilités.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE4-EC5
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 10
TP : 0
Total : 10

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

1. Chinois ou espagnol Au moins deux contrôles continus. ### 2. Anglais renforcé Évaluation interne : Mise en situation sur des compétences professionnelles : Anglais TOEIC 1 contrôle par semestre Évaluation externe : TOEIC S8/S9

SUPPORT PEDAGOGIQUE

1. Chinois ou espagnol (Diaporamas et fiches de travaux dirigés). ### 2. Anglais renforcé (Anglais général : Sujets d'actualité, presse, internet Anglais des affaires : travail, affaires, voyages, personnel, météo, annonces, publicités, gestion, finances....; Annales du TOEIC)

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Axelle MALATERRE-SEPTEMBRE
axelle.malaterre-septembre@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-CYBER

MATIÈRE : Anglais ou LV2

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

0.0.1 1. Chinois ou espagnol

Ce cours vise à développer les compétences linguistiques, culturelles et communicatives des étudiants en langue vivante 2 (chinois ou espagnol). Il met l'accent sur l'acquisition des bases de la langue, l'aisance orale et écrite, ainsi que sur la découverte des cultures associées, afin de préparer les étudiants à des interactions dans des contextes personnels, professionnels ou académiques.

0.0.2 2. Anglais renforcé

Cet enseignement dispensé en langue anglaise, vise à développer des compétences du TOEIC. Le cours est adossé au CECRL dans les deux principales activités de communication langagière de compréhension afin de mieux comprendre les stratégies. Des activités de compréhension orale et écrite préparent les étudiants à comprendre l'utilisation de l'anglais dans un contexte professionnel (anglais des affaires). La compréhension de la fonction sémantique de la langue est essentielle pour réussir au TOEIC (Partie 5 / QCM de grammaire)

Acquis d'apprentissage visés

0.0.3 1. Chinois ou espagnol

- Communiquer avec les différentes parties impliquées (clients, direction, utilisateurs, responsables SI, organismes -CNIL,ANSSI-), à l'écrit et à l'oral
- Assurer une communication adéquate avec les parties prenantes, incluant les clients, les administrations, les citoyens et la société civile. ### 2. Anglais renforcé
- Comprendre à l'oral et à l'écrit
- S'exprimer à l'écrit et à l'oral (en interaction en cours/ en groupes)
- Utiliser des documents d'ordre général et spécifique (anglais des affaires)
- Préparer le TOEIC : Niveau 1 (B1.1)

PROGRAMME

0.0.4 1. Chinois ou espagnol

Initiation linguistique - Constructions grammaticales élémentaires : présent de l'indicatif, adjectifs, pronoms. **Communication orale** - Techniques pour améliorer la prononciation et la fluidité orale. **Compréhension et expression écrite** - Rédaction de lettres simples ou de courriels (présentation personnelle, demande d'information). **Approfondissement linguistique et interculturel** - Étude de chansons, poèmes ou extraits littéraires adaptés au niveau. **Projet pratique et évaluation continue** - Évaluations orales et écrites régulières pour suivre la progression. ### 2. Anglais renforcé

- Compréhension de documents à l'écrit et à l'oral - Reformulation et paraphrase

- Correction grammaticale – groupe verbal, les temps, groupe nominal. - Maîtrise de phonèmes spécifiques à l'anglais, rythme et intonation - Registre de langue standard

BIBLIOGRAPHIE

0.0.5 2. Anglais renforcé

Documents authentiques écrits et oraux, Internet, ressources télévisées, presse étrangère, outils numériques, outils linguistiques – Global Exam, British Council, BBC Learning English, VoA, dictionnaires unilingues. Annales de TOEIC. Sites web de la presse courante.

PRE-REQUIS

0.0.6 1. Chinois ou espagnol

Aucun ### 2. Anglais renforcé

Peut comprendre les points essentiels quand un langage clair et standard est utilisé et s'il s'agit de choses familières dans le travail, à l'école, dans les loisirs, etc. Peut se débrouiller dans la plupart des situations rencontrées en voyage dans une région où la langue cible est parlée. Peut produire un discours simple et cohérent sur des sujets familiers et dans ses domaines d'intérêt. Peut raconter un événement, une expérience ou un rêve, décrire un espoir ou un but et exposer brièvement les raisons ou explications pour un projet ou une idée.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE5-EC1
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 18
TP : 0
Total : 22

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et travaux pratiques évalués.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Mathilde LEPETIT
mathilde.lepetit@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-DATA

MATIÈRE : Apprentissage profond

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Maîtriser les architectures et les techniques de l'apprentissage profond (*deep learning*) afin de concevoir, entraîner et déployer des modèles de réseaux de neurones adaptés à des problèmes complexes de science des données. Ce cours approfondit les fondements théoriques des réseaux multicouches et couvre les architectures majeures — réseaux convolutifs, récurrents et génératifs — en insistant sur les défis pratiques propres à l'apprentissage à grande échelle : régularisation, optimisation, interprétabilité et passage à l'échelle sur GPU et systèmes distribués.

Acquis d'apprentissage visés

- Concevoir et implémenter des architectures de réseaux de neurones profonds (feedforward, CNN, RNN, LSTM) adaptées à la nature et au volume des données d'un problème donné
- Entraîner, régulariser et optimiser un modèle d'apprentissage profond en appliquant les bonnes pratiques : initialisation, *dropout*, *early stopping*, partage de paramètres, réglage des hyperparamètres
- Définir, mettre en œuvre et évaluer une analyse prédictive exploitant des données massives à l'aide de frameworks de deep learning exécutés sur GPU ou systèmes distribués
- Appliquer des architectures convolutives (CNN) et récurrentes (RNN/LSTM) à l'analyse de données multimédia : classification d'images, détection d'objets, traitement de signaux et de séries temporelles
- Sélectionner les outils et frameworks d'apprentissage profond appropriés (TensorFlow, PyTorch, Keras) en tenant compte des contraintes de volumétrie, de performance et d'interprétabilité
- Se tenir informé de l'état de l'art en deep learning et évaluer la pertinence des architectures avancées (modèles génératifs, transformers) pour de nouveaux cas d'usage

PROGRAMME

— Fondements des réseaux de neurones profonds :

- Rappels sur le perceptron multicouche (MLP) ; représentation hiérarchique des caractéristiques.
- Fonctions d'activation : ReLU, sigmoid, tanh, softmax — propriétés et cas d'usage.
- Algorithme de rétropropagation du gradient dans un réseau *feedforward* profond.
- Problèmes de gradient : vanishing et exploding gradient ; solutions (normalisation par batch, initialisation des poids).
- Régularisation : *dropout*, *early stopping*, *weight decay*, partage de paramètres.

— Réseaux de neurones convolutifs (CNN) :

- Principe de la convolution : détection de motifs locaux (bords, textures) ; invariance par translation.
- Couches de convolution, de *pooling* (max pooling, average pooling) et de mise à plat (*flatten*).
- Architectures de référence : LeNet, AlexNet, VGG, ResNet, EfficientNet.
- Transfert d'apprentissage (*transfer learning*) et *fine-tuning* sur des données limitées.
- Applications : classification d'images, détection d'objets, segmentation sémantique.
- **Réseaux de neurones récurrents (RNN / LSTM / GRU) :**
 - Architecture des RNN ; rétropropagation dans le temps (BPTT).
 - Défi des dépendances à long terme ; problème du gradient qui disparaît dans les RNN.
 - LSTM (*Long Short-Term Memory*) et GRU (*Gated Recurrent Unit*) : mécanismes de portes et cas d'usage.
 - Applications : traitement de séries temporelles, signaux, génération de séquences.
- **Optimisation et passage à l'échelle :**
 - Algorithmes d'optimisation : SGD, Momentum, RMSprop, Adam.
 - Planification du taux d'apprentissage (*learning rate scheduling*).
 - Exécution sur GPU : CUDA, parallélisation des calculs tensoriels.
 - Passage à l'échelle sur systèmes distribués : parallélisme de données et de modèles (lien avec DAT701).
 - Sélection des outils selon la volumétrie : TensorFlow, PyTorch, Keras, JAX.
- **Interprétabilité et bonnes pratiques :**
 - Visualisation des activations et des filtres convolutifs ; cartes de saillance (*Grad-CAM*).
 - Évaluation des modèles : métriques, courbes d'apprentissage, détection du surapprentissage.
 - Déploiement d'un modèle de deep learning : export, quantification, inférence optimisée.
- **Thématiques avancées (selon disponibilité) :**
 - Modèles génératifs : réseaux antagonistes génératifs (GAN) — architecture, entraînement, applications (synthèse d'images, augmentation de données) ; défis pratiques (*mode collapse*, instabilité de convergence).
 - Introduction aux Transformers et mécanisme d'attention ; vision transformers (ViT) et modèles de langage (LLM).
 - Apprentissage auto-supervisé et contrastif ; *foundation models*.

BIBLIOGRAPHIE

- Kubat, M. (1999). Neural networks : a comprehensive foundation by Simon Haykin, Macmillan, 1994, ISBN 0-02-352781-7. The Knowledge Engineering Review, 13(4), 409-412.

- Michael A. Nielsen, “Neural Networks and Deep Learning”, Determination Press, 2015
- Simon Haykin - *Neural Networks and Learning Machines* - Prentice Hall, 3^e éd., 2008
- Michael A. Nielsen - *Neural Networks and Deep Learning* - Determination Press, 2015 : <http://neuralnetworksanddeeplearning.com>
- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio & Aaron Courville - *Deep Learning* - MIT Press, 2016 : <https://www.deeplearningbook.org>
- Aurélien Géron - *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras and TensorFlow* - O'Reilly, 3^e éd., 2022
- Kubat, M. - *An Introduction to Machine Learning* - Springer, 3^e éd., 2021
- Documentation PyTorch : <https://pytorch.org/docs/stable/>
- Documentation TensorFlow / Keras : https://www.tensorflow.org/api_docs
- Papers With Code — État de l'art en deep learning : <https://paperswithcode.com>
- Distill.pub — Visualisations interactives de concepts deep learning : <https://distill.pub>
- Fast.ai — Cours pratiques deep learning : <https://www.fast.ai>

PRE-REQUIS

- **Apprentissage automatique (S7)** : algorithmes de classification et de régression, évaluation des modèles, compromis biais/variance, validation croisée — base directe et indispensable de ce cours.
- **Système de données massives (S7)** : architectures distribuées, frameworks de calcul parallèle — nécessaires pour le passage à l'échelle des modèles de deep learning.
- **Fouille de données (S6)** : prétraitement des données, extraction de caractéristiques, introduction au clustering.
- **Probabilités et variables aléatoires (S5)** : distributions de probabilité, espérance, variance — fondements des fonctions de coût et des méthodes d'optimisation.
- **Processus stochastiques (S6)** : modélisation de séquences et de séries temporelles — utiles pour la compréhension des RNN et LSTM.
- **Compétences transversales attendues** :
 - Programmation Python avancée (numpy, pandas, matplotlib, scikit-learn)
 - Algèbre linéaire : produits matriciels, décompositions, valeurs propres
 - Calcul différentiel : dérivées partielles, règle de la chaîne, gradient
 - Notions de base sur les GPU et les environnements de calcul (Google Colab, Jupyter)
 - Lecture de documentation technique et d'articles de recherche en anglais

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE5-EC2
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 16
TP : 0
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et travaux pratiques évalués.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Mathilde LEPETIT
mathilde.lepetit@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-DATA

MATIÈRE : Analyse de données : Méthodes et Applications

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Approfondir et consolider les compétences en science des données en abordant des méthodes d'analyse avancées et leurs applications concrètes dans des domaines variés. S'appuyant sur les acquis de l'apprentissage automatique et de l'apprentissage profond, ce cours met l'accent sur la maîtrise de l'ensemble du cycle de vie d'un projet data — de la collecte et du prétraitement des données jusqu'à l'interprétation des résultats et leur mise en production — en intégrant les enjeux d'éthique, de reproductibilité et d'explicabilité des modèles.

Acquis d'apprentissage visés

- Concevoir et piloter un projet d'analyse de données complet en mobilisant les méthodes adaptées à la nature du problème, au volume et à la qualité des données disponibles
- Appliquer des méthodes avancées de traitement et d'analyse des données tabulaires, temporelles, textuelles et multimédia (images, signaux) en sélectionnant et en justifiant les choix méthodologiques
- Évaluer rigoureusement les performances d'un modèle d'analyse de données, diagnostiquer ses limites et proposer des améliorations argumentées
- Assurer la reproductibilité, la traçabilité et la maintenabilité d'un pipeline d'analyse de données en appliquant les bonnes pratiques de MLOps (versionnement, tests, documentation)
- Interpréter et expliquer les résultats d'un modèle complexe à l'aide de méthodes d'explicabilité (SHAP, LIME, Grad-CAM) et les restituer de façon claire à un public technique ou non technique
- Intégrer les dimensions éthiques et réglementaires dans la conception d'un système d'analyse de données : biais algorithmiques, équité, conformité RGPD et RIA

PROGRAMME

— Cycle de vie d'un projet data et bonnes pratiques :

- Cadrage d'un projet data : définition des objectifs, identification des données, faisabilité.
- Gestion du cycle de vie des données : collecte, stockage, versionnement, gouvernance.
- Reproductibilité et traçabilité : MLflow, DVC, gestion des expériences.
- Bonnes pratiques de développement : tests unitaires, documentation, CI/CD pour les projets data.

— Prétraitement avancé et ingénierie des features :

- Gestion des données manquantes, aberrantes et déséquilibrées : stratégies avancées (SMOTE, imputation multiple).
- Sélection et construction de features : méthodes filtre, wrapper et embarquées.

- Encodage des variables catégorielles à haute cardinalité; normalisation et standardisation adaptatives.
- Augmentation des données pour les images, le texte et les séries temporelles.
- **Analyse de données temporelles et signaux :**
 - Caractérisation et décomposition de séries temporelles : tendance, saisonnalité, résidus.
 - Modèles classiques : ARIMA, SARIMA, Prophet.
 - Approches deep learning pour les séries temporelles : LSTM, Temporal Convolutional Networks (TCN), Transformers temporels.
 - Détection d'anomalies dans les séries temporelles.
 - Analyse de signaux : transformée de Fourier, spectrogrammes, ondelettes.
- **Traitement du langage naturel (NLP) :**
 - Représentation du texte : sac de mots, TF-IDF, plongements de mots (Word2Vec, GloVe, FastText).
 - Modèles de séquences pour le NLP : RNN, LSTM, mécanisme d'attention.
 - Transformers et modèles de langage pré-entraînés : BERT, CamemBERT, GPT — fine-tuning sur tâches spécifiques.
 - Applications : classification de texte, analyse de sentiment, extraction d'information, résumé automatique.
- **Analyse de données multimédia (images et signaux) :**
 - Rappels sur les CNN; architectures avancées : EfficientNet, ViT (*Vision Transformer*).
 - Détection et segmentation d'objets : YOLO, Mask R-CNN.
 - Apprentissage par transfert et *few-shot learning* pour les données multimédia.
 - Analyse de données audio : extraction de caractéristiques (MFCC), classification de sons, reconnaissance vocale.
- **Explicabilité et interprétabilité des modèles (XAI) :**
 - Enjeux de la boîte noire en apprentissage profond; notion d'*explainable AI* (XAI).
 - Méthodes locales : LIME, SHAP (*SHapley Additive exPlanations*).
 - Méthodes globales : importance des features, diagrammes de dépendance partielle (PDP).
 - Visualisation des décisions dans les CNN : Grad-CAM, cartes d'activation.
- **Éthique, biais et conformité réglementaire :**
 - Sources de biais dans les données et les modèles : biais de sélection, de confirmation, de représentation.
 - Métriques d'équité algorithmique (*fairness*) : disparate impact, égalité des chances.
 - Obligations réglementaires : RGPD appliqué aux systèmes d'analyse de données, classification RIA, AIPD.

- Principes de *responsible AI* : transparence, traçabilité, supervision humaine.
- **Mise en production et déploiement (MLOps) :**
 - Architecture d'un système de ML en production : *feature store*, *model registry*, monitoring.
 - Déploiement d'un modèle : API REST (FastAPI, Flask), conteneurisation (Docker), orchestration (Kubernetes).
 - Surveillance des modèles en production : dérive des données (*data drift*), dégradation des performances.
 - Mise à jour et réentraînement continu des modèles.

BIBLIOGRAPHIE

- Aurélien Géron - *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras and TensorFlow* - O'Reilly, 3^e éd., 2022
- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio & Aaron Courville - *Deep Learning* - MIT Press, 2016 : <https://www.deeplearningbook.org>
- Chip Huyen - *Designing Machine Learning Systems* - O'Reilly, 2022
- Jacob Devlin et al. - *BERT : Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding* - arXiv, 2018 : <https://arxiv.org/abs/1810.04805>
- Scott Lundberg & Su-In Lee - *A Unified Approach to Interpreting Model Predictions (SHAP)* : <https://arxiv.org/abs/1705.07874>
- Documentation Hugging Face Transformers : <https://huggingface.co/docs/transformers>
- Documentation MLflow : <https://mlflow.org/docs/latest/>
- Documentation FastAPI : <https://fastapi.tiangolo.com>
- Papers With Code — État de l'art par tâche : <https://paperswithcode.com>
- CNIL - *Recommandations sur les systèmes d'IA et le RGPD* : <https://www.cnil.fr/fr/intelligence-artificielle>

PRE-REQUIS

- **DAT801 - Apprentissage profond (S8) :** architectures CNN, RNN, LSTM, mécanismes d'optimisation, frameworks TensorFlow/PyTorch — prérequis direct et indispensable pour l'ensemble du cours.
- **DAT701 - Apprentissage automatique (S7) :** algorithmes supervisés et non supervisés, évaluation des modèles, pipelines scikit-learn.
- **DAT701 - Système de données massives (S7) :** architectures distribuées, Spark — nécessaires pour les pipelines de traitement à grande échelle.
- **Fouille de données (S6) :** prétraitement, extraction de motifs, introduction au clustering.
- **SHS704 - Droit et Éthique en Ingénierie Informatique (S7) :** RGPD, RIA, biais algorithmiques — mobilisés dans le volet éthique et conformité du cours.
- **Compétences transversales attendues :**
 - Programmation Python avancée : numpy, pandas, scikit-learn, PyTorch ou TensorFlow

- Maîtrise de Git et des outils de versionnement de code et de données
- Notions de conteneurisation (Docker) et de déploiement d'applications
- Capacité à lire et synthétiser des articles de recherche en anglais
- Sens de la rigueur scientifique : reproductibilité, documentation, évaluation objective

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC1
ECTS : 1

HORAIRES

Cours :	4
TD :	8
TP :	6
Total :	18

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Deux contrôles continus au minimum.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Rémy COURDIER
remy.courdier@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-DEV

MATIÈRE : Gestion de qualité et écoconception de logiciels

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce module a pour objectif de faire acquérir la connaissance, la compréhension et la capacité d'utilisation d'éléments méthodologiques de Génie Logiciel (GL) complémentaires à ceux présentés en 3A et 4A. Ce cours a aussi pour objectif de montrer que de nombreuses techniques actuelles pour le GL sont étendues et synthétisées par des techniques de représentation de connaissances (et souvent de manière plus formelle, donc plus exploitable automatiquement). Ceci permet à l'étudiant de pouvoir comparer les différentes techniques de GL (à court, moyen ou long terme) et de choisir entre celles-ci suivant différents critères.

Acquis d'apprentissage visés

- Intégrer les contraintes techniques et les systèmes d'un environnement
- Appliquer l'ingénierie de l'intégration
- Produire une documentation élargie

PROGRAMME

- Définitions, critères, principes de présentation informelle
 - Paradigmes de programmation.
 - Ordonnancement des tâches de développement (cycle de vie).
 - Critères (ou mesures) fonctionnels/structurels de qualité logicielle.
 - Bonnes pratiques pour la présentation de la documentation, de l'interface textuelle/graphique et du code (styles de programmation).
 - Approches génériques et paramétrables pour la création de code.
- Modélisation, analyse, spécification et conception
 - Ingénierie des connaissances vs. du logiciel.
 - Cycle de vie "logiciel" / "acquisition des connaissances".
 - Tâches génériques de résolution de problème.
 - Approches dirigées par les modèles vs. données.
 - Ne pas faire d'opérationnalisation dans la phase de modélisation.
 - Autres règles de modélisation.
 - Formalisation et extension de UML via la représentation de connaissances.

BIBLIOGRAPHIE

Laure Cailloce, Numérique : le grand gâchis énergétique Olivier Le Goaer, Adel Nouredine, Franck Barbier, Romain Rouvoy, Florence Maraninchi. Vers des Logiciels Éco-responsables : Le génie logiciel au défi de la sobriété écologique. 2021.

PRE-REQUIS

Modélisation et conception de logiciels

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S8-UE3-EC2
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 8
TP : 6
Total : 18

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Deux contrôles continus au minimum.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Denis PAYET
denis.payet@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-DEV

MATIÈRE : Programmation serveur

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Conception et direction du développement d'applications de type sites Internet et Intranet dynamiques. basés sur des technologies principalement connues actuellement sous l'intitulé anglo-saxon Web Services.

Acquis d'apprentissage visés

- Intégrer les contraintes techniques et les systèmes d'un environnement
- Appliquer l'ingénierie de l'intégration
- Produire une documentation élargie

PROGRAMME

- Rappel des besoins d'une application Web, des composants-clés pour le développement en architectures ouvertes interopérables.
- Premiers éléments simples de gestion de l'interopérabilité applicative : persistance d'applications Web, lecture et écriture de cookies, gestion de l'état d'une application avec des sessions.
- Développement de Services Web : déploiement, enregistrement, découverte et invocation de Services Web ; communication inter-services et interopérabilité d'applications Web ; intégration des systèmes.
- Développement d'applications clients-riches. Composants multimédia pour la présentation des contenus. Echange de données complexes structurées avec le serveur.

BIBLIOGRAPHIE

Neil Gray : Web Server Programming Mario Casciaro, Luciano Mammino : Node.js Design Patterns - Second Edition David Flanagan : JavaScript : The Definitive Guide

PRE-REQUIS

- Bases du Web descriptif,
- Génie Logiciel,
- Programmations orientée objet et événementielle,
- Bases de données : modèles et systèmes,
- Principes des réseaux.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC3
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 0
TP : 2
Total : 6

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Les compétences seront évaluées à partir des éléments fournis dans le livrable, et précisés en amont aux élèves ingénieurs.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ensemble des documents utilisés à l'occasion des enseignements des ressources mobilisées. Si besoin, de nouvelles références documentaires seront fournies.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Rémy COURDIER Denis PAYET
remy.courdier@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-DEV

SAE développement logiciel

OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR CETTE SAÉ

Compétence visée

Concevoir et développer un logiciel

Niveau évalué

Concevoir et développer une application multiplateforme (sur mobile et sur client lourd) dans un écosystème faisant intervenir des composants multiples (client, serveur, api).

SITUATION

Vous êtes ingénieur en développement logiciel et vous êtes chargé de développer une application répondant à une problématique client exprimée sous forme de cahier des charges. Le travail comprend au moins les phases suivantes : (1) Analyse des besoins utilisateur et du système, établissement d'une spécification fonctionnelle (2) Conception d'une solution logiciel (3) Réalisation de l'application (4) Tests et recette

LIVRABLES ATTENDUS ET CRITÈRES D'ÉVALUATION

Tâche 1 : Cahier des charges fonctionnelles + Documents d'analyse du domaine
Tâche 2 : Documents et diagrammes de conception
Tâche 3 : Code
Tâche 4 : Application, démonstration et documentation
Outre les aspects techniques précisés dans la description du niveau attendu, la SAE sera évaluée en tenant compte des critères suivants :

- Respect des contraintes, des normes et du cadre juridique
- Prise en compte des enjeux numériques, environnementaux et sociétaux
- Organisation et mobilisation efficace des ressources matérielles et humaines à disposition
- Réalisation d'une veille scientifique et technologique permanente
- Justification des choix des technologies, outils et solutions
- Réponse adaptée au cahier des charges en interaction avec les utilisateurs et les commanditaires

ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

- Enseignant en développement logiciel
- Enseignant spécialiste de l'écoconception
- Enseignant de gestion de projet

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC4
ECTS : 0

HORAIRES

Cours : 0
TD : 0
TP : 2
Total : 2

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Entretiens individuels réguliers avec un enseignant tuteur désigné

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Référentiel de compétences de la spécialité Livrables issus des SAE Outil informatique support du portfolio

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-DEV

MATIÈRE : Suivi individuel / Portfolio

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

L'objectif de cette matière est d'accompagner l'élève ingénieur dans la construction de son portefeuille de compétences, tout au long de sa scolarité à l'école, afin de construire son profil, en lien avec son projet professionnel.

Acquis d'apprentissage visés

Développer la capacité à se connaître, à s'autoévaluer, à gérer ses compétences (notamment dans une perspective de formation tout au long de la vie), à opérer des choix professionnels

PROGRAMME

- Appropriation de la démarche compétences et de l'outil portfolio
- Importation d'éléments de preuves (traces) justifiant la validation du niveau de compétences de la première année du cycle ingénieur
- Réflexion sur le projet professionnel : dans quelle(s) compétence(s) l'élève ingénieur souhaite-t-il inscrire sa carrière
- Valorisation éventuelle d'actions extra-scolaires
- Consolidation du projet professionnel, en lien avec le sujet de stage anglophone et le semestre de mobilité académique

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE3-EC5
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 12
TP : 0
Total : 12

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

1 Contrôle Continu minimum

SUPPORT PEDAGOGIQUE

RAS

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Barbureau Thomas
thomas.barbureau@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-DEV

MATIÈRE : Sport

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

- Développer et Améliorer sa SANTE
 - S'engager dans un effort (intensité/durée)
 - Analyser et comprendre les causes et effets d'une action
- Mieux se connaître
 - Découvrir ses ressources et capacités physiques et morales
 - Améliorer sa confiance en soi en travaillant sur l'estime de soi

Acquis d'apprentissage visés

- Développer et Mobiliser ses ressources (Emotionnelles/Physiques) pour enrichir sa motricité, la rendre efficace et favoriser la réussite
- Développer des savoirs de méthode d'organisation et de gestion des risques et de la sécurité liés aux pratiques
- Développer sa capacité de leadership (manager un groupe, capacité à justifier ses décisions, bienveillance, instaurer un climat de confiance et de collaboration).
- Améliorer sa SANTE et connaître les grands principes pour être capable de gérer sa vie physique, psychique et sociale tout au long de sa vie.

PROGRAMME

- Sports de raquettes : apprentissage et perfectionnement en badminton
- Activités artistiques : découverte et mise en situation en Acrosport
- Sports collectifs : entraînement et animation en Volley Ball, Beach Volley ou Basket
- Sport Aquatique : initiation et perfectionnement en Kayak
- Activités d'entretien physique : initiation à la préparation physique générale et à la musculation.
- Sport de plein air : initiation et perfectionnement en CO (Course d'Orientation) ou escalade

BIBLIOGRAPHIE

RAS

PRE-REQUIS

Aucun pré-requis

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE2-EC1
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 12
TP : 0
Total : 12

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôle continu : devoirs sur table, présentation orales, études de cas.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, études de cas industriels, retours d'expérience terrain.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNOUX
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-IOT

MATIÈRE : Internet Des Objets : Projet de Conception

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Fournir aux élèves-ingénieurs la méthodologie et les outils de conception nécessaires pour mener un projet IoT du cahier des charges au prototype déployable sur le terrain. Ce cours allie apports méthodologiques (CM), études de cas et dimensionnement (TD), et mise en pratique sur un projet de conception complet.

Acquis d'apprentissage visés

- Appliquer les paradigmes de programmation et communication spécifiques à l'embarqué et à l'IoT
- Évaluer le coût d'un projet et la viabilité économique d'une solution
- Évaluer l'impact environnemental d'une solution
- Piloter un projet dans le respect des contraintes coût, délai et qualité

PROGRAMME

— CM — Méthodologie de conception IoT (4h)

- Cycle de conception d'un produit IoT : idéation, spécification, prototypage, validation, industrialisation
- Architecture système de bout en bout : noeud capteur, passerelle, réseau, plateforme cloud/edge, application
- Choix d'architecture : edge vs fog vs cloud — critères de décision (latence, bande passante, autonomie, coût)
- Du breadboard au PCB : principes de conception matérielle pour la production (choix de composants, BOM, DFM)
- Réglementation et certification : marquage CE, directives RED/RoHS/WEEE, bandes ISM, homologation radio
- Sécurité IoT par conception : secure boot, OTA sécurisé, gestion des clés, threat modeling (STRIDE, PASTA)
- Passage à l'échelle : gestion de flotte, provisioning, monitoring, mise à jour à distance (FOTA/SOTA)
- Éco-conception : analyse du cycle de vie (ACV), sobriété numérique, estimation des coûts (BOM, NRE, TCO)

— TD — Études de cas et dimensionnement (12h)

- TD1 (3h) : Analyse d'architecture — Décortiquer un produit IoT commercial : identifier les briques matérielles et logicielles, évaluer les choix techniques et les compromis
- TD2 (3h) : Budget énergétique — Dimensionner l'alimentation d'un noeud capteur (profil de consommation, duty cycle, energy harvesting), estimer l'autonomie et proposer des optimisations
- TD3 (3h) : Robustesse et sécurité — Réaliser un threat model (STRIDE, PASTA) sur une architecture IoT, définir les contre-mesures (secure boot, chiffrement, OTA), évaluer la robustesse terrain (IP, température, MTBF)

- TD4 (3h) : Chiffrage et éco-conception — Construire un BOM, estimer le coût unitaire et le TCO à différentes échelles, réaliser une analyse simplifiée du cycle de vie (ACV), argumenter les choix de composants
- **Projet de conception (20h + 10h autonomie)**
 - Par équipes de 3-4 étudiants, mener un projet de conception IoT complet sur un sujet imposé ou proposé
 - Livrables attendus :
 - Cahier des charges fonctionnel et technique
 - Dossier d'architecture (schéma système, choix matériels/logiciels justifiés)
 - Budget énergétique et estimation d'autonomie
 - Analyse de sécurité (threat model) et plan de mitigation
 - Chiffrage (BOM, coût unitaire, TCO) et analyse d'éco-conception
 - Prototype fonctionnel (proof of concept)
 - Soutenance de projet

BIBLIOGRAPHIE

Olivier Hersent, David Boswarthick, Omar Elloumi — *The Internet of Things : Key Applications and Protocols* — Wiley, 2012
Jan Holler et al. — *From Machine-to-Machine to the Internet of Things* — Academic Press, 2014
Perry Lea — *IoT and Edge Computing for Architects* — Packt, 2020
Documentation Espressif — *ESP-IDF Programming Guide* — docs.espressif.com

PRE-REQUIS

- IOT701 : Systèmes Embarqués et Temps Réel
- IOT706 : Analyse de données pour l'IOT
- IOT601 : Prototypage (S6)

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S8-UE2-EC2
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 10
TD : 36
TP : 0
Total : 46

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôle continu : devoirs sur table, présentation orales, études de cas.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, études de cas, retours d'expérience terrain.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Joël GROUFFAUD
joel.grouffaud@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-IOT

MATIÈRE : Management et marketing et entrepreneuriat

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Développer et concrétiser un projet de création ou de reprise d'entreprise.

Acquis d'apprentissage visés

- Progresser dans un projet de création ou de reprise d'entreprise
- Développer les compétences entrepreneuriales et de gestion d'une entreprise
- Développer les capacités de travail en équipe

PROGRAMME

Management :

- Introduction au management
- Théories et styles de management
- Développement des compétences en leadership
- Entrepreneuriat et création d'entreprise
- Étapes de création d'une start-up
- Études de cas sur des entreprises et des projets réussis
- Élaboration de plans de projet et de business plans
- Jeux de rôle sur des scénarios de management
- Création d'un business plan pour une idée innovante
- Présentation et défense du projet entrepreneurial

Marketing :

- Introduction au marketing et principes fondamentaux du marketing
- Marketing digital et stratégies de marketing en ligne et réseaux sociaux
- Études de marché et analyse des comportements d'achat
- Communication interpersonnelle et techniques de communication efficace
- Travail en équipe et dynamique de groupe et collaboration
- Études de cas en marketing
- Analyse des campagnes marketing réussies et échecs
- Ateliers de communication et de présentation
- Exercices de prise de parole en public
- Activités de groupe pour le développement de l'esprit d'équipe
- Études de cas sur la gestion du temps et des conflits
- Projets marketing en groupe
- Création d'une campagne marketing pour un produit fictif
- Jeux de rôle et simulations de scénarios professionnels
- Pratique de la gestion du temps et des priorités
- Activités de résolution de conflits en groupe
- Projets collaboratifs pour renforcer la dynamique de groupe

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE2-EC3
ECTS : 1

HORAIRES

Cours : 0
TD : 4
TP : 10
Total : 14

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Livrables et présentations

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Support de mission, données, guides, rapports...

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Khalid ADDI

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-IOT

MATIÈRE : Concours d'innovation

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Ce cours vise à développer la capacité des étudiants à mener à bien en groupe (7 à 12 étudiants) un projet d'innovation, relevant de résolution de problèmes, d'amélioration continue ou de conception de nouvelles solutions de rupture, en tenant compte des enjeux de durabilité

Acquis d'apprentissage visés

mobiliser et combiner les outils relatifs à la méthodologie de l'innovation acquis dans les ressources, apprendre à apprendre (compléter les outils...), travailler en groupe projet (la réflexivité commune, l'autonomie, la gestion du temps et du stress...), communiquer et convaincre

PROGRAMME

Innovation aval : Prototypage, faisabilité, lancement

BIBLIOGRAPHIE

Selon le projet d'année

PRE-REQUIS

Gestion de projet, gestion d'enquêtes, marketing, méthodes de créativité. Ces prérequis sont acquis au préalable dans les ressources du cursus ou bien ou en cours d'année par un apprentissage autonome ou guidé.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE2-EC4
ECTS : 3

HORAIRES

Cours : 0
TD : 0
TP : 0
Total : 0

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Rapport, présentations, livrables du projet, la completion de l'outil gestion de projet, note du porteur.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNOUX
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-IOT

MATIÈRE : Projet encadré

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Le but de ce cours est de placer les élèves-ingénieurs dans une démarche projet et mettre en pratique les différentes notions étudiées dans les modules de la première année de cycle ingénieur.

Acquis d'apprentissage visés

- Organiser le projet selon les méthodologies de gestion de projet
- Rédiger de la documentation technique et concevoir des supports de présentation en français et en anglais
- Appliquer une méthodologie et un formalisme pour concevoir et développer une application

PROGRAMME

Type de sujets

Sur la base d'une problématique proposée par une entreprise ou administration partenaire de l'ESIROI, les élèves ingénieur doivent proposer une solution répondant ladite problématique. Les élèves doivent définir un cahier des charges coconstruit avec l'entreprise, prioriser les fonctionnalités puis les associer à des tâches, jalons et livrables en appliquant une méthode de gestion de projets. Bien qu'il faille considérer les process du SI existant de l'entreprise, les sujets proposés nécessitent la mise en œuvre d'une solution complète. *E.g.* développer un plugin de QCM pour moodle n'est pas un sujet répondant à ce critère, tandis que proposer un objet pervasif pour l'évaluation du confort thermique appelle une solution bien plus complète incluant le développement d'un capteur, le traitement des données, leur visualisation via une interface Web, l'identification des problématiques de respect de la vie privée et la sécurisation de l'ensemble de la chaîne de collecte, traitement et stockage. Ainsi, il est attendu que les élèves intègrent et articulent des éléments de chacun des domaines enseignés à l'ESIROI (CYBER, DATA, DEV, SYS/RES et IOT) et permettent l'évaluation des compétences du bloc INF.

Cahier des charges et planification

Sur la base du cahier des charges, les élèves pourront effectuer le chiffrage du coût associé au développement, au déploiement et à l'exploitation de la solution. Ce coût inclut la main d'œuvre (homme/mois) et le matériel. Le coût pourra inclure l'impact carbone sur l'ensemble du cycle de vie de la solution selon les méthodologies vues en cours. Le cahier des charges et le chiffrage initial seront évalués.

Savoir-être

Les élèves interagiront avec l'entreprise et devront apporter un soin particulier à leur communication. À l'écrit, les élèves devront veiller à la qualité de leur rédaction, à la clarté de leur propos et à l'utilisation d'un langage adapté au contexte professionnel. Ils doivent également être attentifs à la forme de leurs documents qui doivent être bien présentés et structurés. Ils utilisent si possible les outils de suivi de projet (e.g. git-lab, git-hub, Jira ...) pour interagir avec

l'entreprise mais ils s'adaptent avant toute chose aux habitudes et niveau technique des porteurs de projet. Au niveau oral, les élèves doivent s'entraîner à présenter leurs travaux de manière claire, concise et convaincante et ce, avant chaque réunion. Ils doivent par ailleurs être capables de répondre aux questions de l'entreprise de manière pertinente et professionnelle. Les "savoir-être" de l'élève sont évalués tout au long du projet.

Gestion de projet

Il est attendu que les élèves tirent profit des outils de gestion de projet, pour définir les délais, objectifs, tâches en cours et à réaliser. Les réunions avec les partenaires doivent s'inscrire dans des étapes bien définies du projet (jalons, fonctionnalités, tâches techniques) et avoir des objectifs clairs, annoncés à l'avance et accompagné des documents permettant aux intervenants de se préparer et d'être efficace lors de la réunion. L'outil de gestion de projet devra être mis à jour à l'issue de la réunion. Par ailleurs, chaque réunion devra faire l'objet de prise de notes, d'un compte rendu clair et concis, éventuellement accompagné de notes techniques détaillées. Les élèves seront notamment évalués sur le volet gestion de projet et sur la qualité de leurs écrits dans l'outil de gestion de projet.

Membres des groupes, rôles et compétences

Les projets s'effectuent par groupes d'élèves de première et deuxième année de cycle ingénieur (3A et 4A). Il est attendu que l'élève de deuxième année de cycle ingénieur soit davantage moteur sur la gestion du projet. C'est à lui que revient le rôle de chef de projet mais il doit néanmoins s'attribuer des tâches techniques. Le ou les élèves de première année doivent progressivement monter en compétence sur le volet gestion de projet pour être finalement autonome lors du départ des élèves de deuxième année qui s'effectue 2 à 4 mois avant la fin du projet.

Rendus

Les projets sont associés à un minimum de quatre présentations.

- présentation de lancement (cahier des charges, chiffrage, découpage en tâches, jalons et planning)
- présentation de mi parcours (mi-décembre)
- présentation lors du départ des deuxième année (fin mars)
- présentation de fin de projet (fin mai)

Ces présentations sont internes à l'ESIROI mais le porteur de projet y est convié. Néanmoins, le porteur de projet peut solliciter d'autres présentations à destination de l'entreprise ou d'un public plus large.

À la fin du projet, les élèves de première année doivent rédiger un rapport qui pourra être diffusé au sein de l'ESIROI, de l'entreprise et, si cela est possible, aux extérieurs. Ce rapport pourra accompagner le portfolio de l'étudiant.

Accompagnement

Lorsque des notions nécessaires à la mise en œuvre du projet n'ont pas été couvertes par les modules d'enseignements préalablement suivis, l'équipe pédagogique pourra y palier en proposant des séances de courtes introductions aux concepts et technologies impliqués. L'équipe pédagogique pourra solliciter des intervenants extérieurs lorsqu'ils sont particulièrement pertinents sur l'usage

d'un outil. L'équipe pédagogique n'est pas tenue de pallier les potentielles carences techniques. C'est alors aux étudiants de s'auto-former, d'évaluer s'ils ont le temps de le faire et, le cas échéant, d'évaluer les alternatives.

Par ailleurs, les élèves peuvent solliciter l'équipe pédagogique pour :

- un accompagnement technique
- un accompagnement sur la conception de la solution
- un accompagnement sur la gestion de projet
- un accompagnement sur la rédaction de rapport et supports de présentation

La quantité et le type d'accompagnement sollicité par les élèves aura un impact sur les niveaux de compétences qui seront validés dans le cadre de ce projet.

Modalités d'évaluation des compétences

A définir.

0.0.1 Volume horaire

Une moyenne de 4h par semaine est attendue sur l'ensemble de l'année. Des semaines sont identifiées dans l'EDT comme étant majoritairement dédiées aux projets afin de limiter le changement de contexte entre les différentes activités imposées ou proposées aux élèves.

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

—

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE1-EC1
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 6
TD : 4
TP : 14
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Joël GROUFFAUD
joel.grouffaud@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-SYSRES

MATIÈRE : Réseaux Nouvelle Génération : Concepts et Innovations

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Présenter une vue synthétique du nouveau paradigme "virtualisation des réseaux" de type SDN et ses déclinaisons : SD-WAN et SASE.

Acquis d'apprentissage visés

- Concevoir une connexion multisites via un réseau d'opérateur
- Déterminer la problématique et les enjeux de la mise en production des applications et des services

PROGRAMME

- Panorama des évolutions des réseaux depuis les années 2000.
- La virtualisation des réseaux : Software Defined Network (SDN).
- Les architectures de réseaux SDN : découplage du data-plane vs control-plane, les couches d'abstraction (API Nord et Sud), les contrôleurs.
- Coexistence de réseaux virtualisés et traditionnels.
- Virtualisation des fonctions réseaux (firewalls virtuels, load-balancer, proxy...) et performances comparées.
- La virtualisation des réseaux étendus : SD-WAN.
- Évolution de SD-WAN vers la sécurité : Secure Access Service Edge (SASE).

BIBLIOGRAPHIE

- Software Defined Networks : A Comprehensive Approach. Paul Goransson, Chuck Black, Timothy Culver. Morgan Kaufmann (2016)
- SDN : Software Defined Networks. Thomas Nadeau D., Ken Gray. O Reilly Media (2013)
- Software-defined networking and security : from theory to practice. Chowdhary, Ankur, Huang, Dijiang, Pisharody, Sandeep. CRC Press Taylor & Francis Group (2018)
- Foundations of Modern Networking : SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud . Stallings, William. Addison-Wesley Professional (2015)

PRE-REQUIS

Les modules de Systèmes et réseaux des semestres précédents.

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-
S8-UE1-EC2
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 4
TD : 6
TP : 6
Total : 16

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et compte rendu de travaux pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNOUX
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-SYSRES

MATIÈRE : Administration Système : Stockage et Surveillance des Infrastructures

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Acquérir les compétences opérationnelles nécessaires à l'exploitation, à la surveillance et à la maintenance d'une infrastructure système en production. Ce cours couvre deux axes complémentaires : la conception d'architectures de stockage haute disponibilité (SAN, NAS, stockage distribué) et la mise en place d'une supervision complète du système d'information, permettant la détection proactive des anomalies et la garantie de la continuité de service.

Acquis d'apprentissage visés

- Concevoir et déployer une architecture de stockage adaptée aux contraintes de performance, de disponibilité et de coût d'une infrastructure de production
- Évaluer et optimiser les performances d'un réseau de stockage haute disponibilité (iSCSI, NFS, SAN) à l'aide d'outils de benchmarking et d'analyse des I/O
- Mettre en œuvre une solution de surveillance complète d'un système d'information : collecte de métriques, alerting, journalisation centralisée et tableaux de bord
- Identifier et diagnostiquer les anomalies d'une infrastructure système à partir des métriques et des journaux collectés, et proposer des actions correctives
- Comparer et choisir une solution de virtualisation ou de conteneurisation adaptée à un besoin opérationnel en tenant compte des avantages et des limites de chaque approche
- Appréhender les paradigmes de l'informatique en nuage (IaaS, PaaS, SaaS) et identifier les cas d'usage justifiant un déploiement cloud

PROGRAMME

— Architectures de stockage :

- Rappels sur les types de stockage : DAS, NAS, SAN — cas d'usage et critères de choix.
- Protocoles de stockage réseau : iSCSI, NFS, SMB/CIFS, Fibre Channel.
- Haute disponibilité du stockage : RAID, réplication synchrone/asynchrone, *failover*.
- Stockage distribué : introduction à Ceph et GlusterFS — architecture et cas d'usage.
- Évaluation des performances : IOPS, débit, latence ; outils de benchmarking (fio, iotop).
- Stratégies de sauvegarde et de restauration : règle 3-2-1, outils (Bacula, Restic, Veeam).

— Virtualisation et conteneurisation — panorama opérationnel :

- Rappels sur les hyperviseurs de Type 1 et Type 2 ; comparaison avec la conteneurisation.

- Avantages et inconvénients opérationnels des serveurs virtualisés : densité, isolation, portabilité, surcoût.
- Comparaison des solutions : Proxmox VE, VMware ESXi, KVM, Docker, Kubernetes.
- Critères de choix selon le contexte : contraintes de sécurité, de performance, de budget.
- **Paradigmes du cloud computing :**
 - Modèles de service : IaaS, PaaS, SaaS, FaaS — définitions et cas d'usage.
 - Modèles de déploiement : cloud public, privé, hybride, multi-cloud.
 - Principaux fournisseurs cloud : AWS, Azure, GCP — panorama des services.
 - Responsabilité partagée en matière de sécurité dans le cloud.
- **Supervision et surveillance du système d'information :**
 - Enjeux de la supervision : disponibilité, performance, sécurité, conformité.
 - Collecte de métriques systèmes et réseau : CPU, mémoire, disque, bande passante.
 - Outils de supervision : Prometheus, Grafana, Zabbix, Nagios, Netdata.
 - Alerting : définition de seuils, escalade, gestion des astreintes (Pager-Duty, Alertmanager).
 - Journalisation centralisée : collecte et agrégation des logs (Syslog, journald, ELK Stack, Loki).
 - Tableaux de bord opérationnels : conception et bonnes pratiques.
- **Détection d'anomalies et maintenance préventive :**
 - Identification des indicateurs de dégradation : saturation, latence anormale, erreurs récurrentes.
 - Corrélation d'événements et diagnostic d'incidents à partir des logs et des métriques.
 - Maintenance préventive : planification des mises à jour, gestion des correctifs, tests de charge.
 - Gestion des incidents : procédures d'escalade, post-mortem, amélioration continue.

BIBLIOGRAPHIE

- Evi Nemeth et al. - *UNIX and Linux System Administration Handbook* - Addison-Wesley, 5^e éd., 2017
- The SysAdmin Handbook - Simple Talk Publishing, 2010
- Documentation Prometheus : <https://prometheus.io/docs/>
- Documentation Grafana : <https://grafana.com/docs/>
- Documentation Zabbix : <https://www.zabbix.com/documentation/>
- Documentation Elastic Stack (ELK) : <https://www.elastic.co/guide/>
- Documentation Ceph : <https://docs.ceph.com>
- ANSSI - *Recommandations pour la journalisation des systèmes d'information* : <https://www.ssi.gouv.fr/guide/>

PRE-REQUIS

- **SR052 / SYSRES 502 - Système d'exploitation et langage de commande (S5)** : administration Linux, gestion des processus, systèmes de fichiers, scripting Bash.
- **SR062 / SYSRES 602 - Administration systèmes 1 (S6)** : services systèmes, gestion des utilisateurs, introduction à la supervision.
- **SR702 / SYSRES 702 - Administration systèmes 2 (S7)** : orchestration, conteneurs, services cloud, LDAP, DNS — prérequis direct.
- **Compétences transversales attendues** :
 - Administration Linux avancée : systemd, réseau, stockage, LVM
 - Scripting Bash et Python pour l'automatisation
 - Compréhension des architectures réseau TCP/IP
 - Lecture de documentation technique en anglais

IDENTIFICATION

Code matière : ESI-SPI-CI-IN4-S8-UE1-EC3
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 6
TD : 8
TP : 6
Total : 20

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôles continus et compte rendu de travaux pratiques.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux dirigés et de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Joël GROUFFAUD
joel.grouffaud@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE8-SYSRES

MATIÈRE : Administration Système : Virtualisation

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Maîtriser la conception, le déploiement et l'administration d'infrastructures virtualisées complètes, en approfondissant les mécanismes de virtualisation au niveau hyperviseur, réseau et cloud privé. En s'appuyant sur les acquis en conteneurisation (SR702) et en surveillance (SR802), ce cours forme les étudiants à la construction d'environnements de production virtualisés robustes, sécurisés et automatisés, en intégrant les problématiques de haute disponibilité, de sécurité et d'infrastructure as code.

Acquis d'apprentissage visés

- Concevoir et déployer une infrastructure virtualisée complète (hyperviseur, réseau, stockage) adaptée aux contraintes de performance, de disponibilité et de sécurité d'un système d'information
- Administrer des machines virtuelles en production : cycle de vie, templates, snapshots, migration à chaud, haute disponibilité et basculement automatique
- Concevoir et mettre en œuvre des architectures réseau virtualisées (SDN, VLANs, VxLAN, pare-feux virtuels) en garantissant l'isolation et la sécurité des flux
- Déployer et administrer un cloud privé (Proxmox VE, OpenStack) et concevoir une architecture cloud hybride interconnectant ressources locales et services cloud publics
- Automatiser le provisionnement et la configuration d'infrastructures virtualisées à l'aide d'outils d'Infrastructure as Code (Terraform, Ansible)
- Identifier et contrer les vecteurs d'attaque spécifiques aux environnements virtualisés et appliquer les mesures de durcissement adaptées

PROGRAMME

— Approfondissement des mécanismes de virtualisation :

- Rappels et positionnement par rapport aux conteneurs (SR702) et au stockage (SR802).
- Virtualisation assistée par le matériel : Intel VT-x, AMD-V, IOMMU, SR-IOV.
- Hyperviseurs de Type 1 : KVM/QEMU, VMware ESXi, Hyper-V, Proxmox VE — architecture interne et comparaison.
- Optimisation des ressources : *overcommitment* CPU/RAM, NUMA, affinité et anti-affinité des VMs, balloon driver.
- Haute disponibilité : clustering d'hyperviseurs, *live migration*, *failover* automatique.
- Templates, clonage et déploiement automatisé de VMs à grande échelle.

— Virtualisation réseau avancée :

- Commutateurs virtuels : Open vSwitch (OVS), VMware vSwitch, Linux Bridge.

- Segmentation et isolation : VLANs, VxLAN, GENEVE — tunneling et extension L2 sur L3.
- SDN (*Software Defined Networking*) : séparation plan de contrôle/données, OpenFlow, contrôleurs SDN.
- Pare-feux virtuels et routeurs logiciels : pfSense, OPNsense, VyOS — déploiement et configuration.
- Micro-segmentation et politiques de sécurité réseau est-ouest.
- QoS dans les environnements virtualisés : limitation de bande passante, priorisation des flux.
- **Cloud privé et hybride :**
 - Architecture d'un cloud privé : compute, réseau, stockage, identité — les 4 piliers.
 - Déploiement et administration d'un cluster Proxmox VE : HA, stockage Ceph intégré, gestion des ressources.
 - Introduction à OpenStack : composants Nova, Neutron, Cinder, Glance, Keystone, Horizon.
 - Cloud hybride : interconnexion cloud privé / cloud public via VPN site-à-site ou *peering*.
 - Stratégies de *burst* vers le cloud public : gestion des coûts et des données.
- **Infrastructure as Code (IaC) :**
 - Principes de l'IaC : idempotence, versionnement, reproductibilité.
 - Terraform : provisionnement déclaratif de VMs et d'infrastructures cloud (providers Proxmox, AWS, Azure).
 - Ansible : configuration et gestion de l'état des VMs et des hyperviseurs.
 - Pipelines CI/CD pour l'infrastructure : intégration de l'IaC dans un workflow GitOps.
 - Gestion des secrets et des credentials dans un contexte IaC (Vault, Ansible Vault).
- **Sécurité des environnements virtualisés :**
 - Vecteurs d'attaque spécifiques : *VM escape*, *hyperjacking*, attaques par canal auxiliaire (Spectre, Meltdown, L1TF).
 - Durcissement des hyperviseurs : surface d'attaque minimale, mises à jour, contrôle d'accès RBAC.
 - Isolation renforcée : SELinux/AppArmor pour les VMs, namespaces, cgroups.
 - Chiffrement des disques virtuels (LUKS) et des flux de stockage réseau.
 - Gestion des identités dans un environnement virtualisé : intégration LDAP/Active Directory.
 - Audit et traçabilité des actions d'administration sur l'hyperviseur.

BIBLIOGRAPHIE

- Evi Nemeth et al. - *UNIX and Linux System Administration Handbook* - Addison-Wesley, 5^e éd., 2017
- James E. Smith & Ravi Nair - *Virtual Machines : Versatile Platforms for Systems and Processes* - Morgan Kaufmann, 2005

- Sameer Naik et al. - *Kubernetes Cookbook : Building Cloud Native Applications* - O'Reilly, 2024
- Documentation Proxmox VE : <https://pve.proxmox.com/pve-docs/>
- Documentation OpenStack : <https://docs.openstack.org>
- Documentation Open vSwitch : <https://docs.openvswitch.org>
- Documentation Terraform : <https://developer.hashicorp.com/terraform/docs>
- Documentation Ansible : <https://docs.ansible.com>
- ANSSI - *Recommandations de sécurité pour les architectures basées sur la virtualisation* : <https://www.ssi.gouv.fr/guide/>

PRE-REQUIS

- **SR702 - Administration des Systèmes : Orchestration, Conteneurs et Automatisation (S7)** : Docker, Kubernetes, LDAP, DNS, services cloud — complémentarité directe avec la virtualisation infrastructure.
- **SR802 - Administration Système : Stockage et Surveillance (S8)** : architectures de stockage, supervision, paradigmes cloud — prérequis direct.
- **SR062 / SYSRES 602 - Administration systèmes 1 (S6)** : administration Linux, gestion des services, scripting.
- **SR051 - Principes des réseaux et de l'IoT (S5)** : TCP/IP, routage, switching — indispensables pour la virtualisation réseau.
- **Compétences transversales attendues :**
 - Administration Linux avancée : systemd, LVM, réseau, pare-feu (iptables/nftables)
 - Scripting Bash et Python ; notions d'Ansible
 - Pratique des environnements de virtualisation (VirtualBox, VMware Workstation ou KVM)
 - Compréhension des architectures réseau : routage, VLAN, pare-feu
 - Lecture de documentation technique en anglais

IDENTIFICATION

Code matière : PROJ901
ECTS : 3

HORAIRES

Cours : 40
TD : 40
TP : 0
Total : 80

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Livrables et évaluation de la méthode tout au long du projet.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ressources adaptées au domaine d'application du projet.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE9-Projet

Projet de fin d'étude / SAE individualisé

OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR CETTE SAÉ

Compétence visée

— Modéliser et évaluer les performance d'une solution afin de mesurer son adéquation à l'environnement d'exploitation(2,4)-(2,4)

Niveau évalué

L'objectif de ce cours est de mettre en oeuvre les connaissances et savoir-faire relatifs à l'implémentation de logiciels et d'un ensemble de composants logiciels et matériels.

SITUATION

Mise en oeuvre d'une preuve de concept (POC) en intégrant les problématiques d'intégration continue.

Ce projet pourra être lié à une activité de recherche ou issu d'une problématique d'entreprise.

LIVRABLES ATTENDUS ET CRITÈRES D'ÉVALUATION

ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

IDENTIFICATION

Code matière : ANG804SEC
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 10
TD : 0
TP : 0
Total : 10

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Livrables et évaluation de la méthode tout au long du projet.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ressources adaptées au domaine d'application du projet.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE9-Ressources

MATIÈRE : Anglais

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

L'objectif de ce cours est de mettre en oeuvre les connaissances et savoir-faire nécessaires à la conception d'une solution dans un des domaines d'application.

Acquis d'apprentissage visés

- Maintenir et utiliser une veille technologique active tout au long de la vie professionnelle en s'appuyant sur une formation scientifique et une maîtrise des processus d'innovation(1,5)-(1,4)

PROGRAMME

Conception de l'architecture de la solution. Ce projet pourra être lié à une activité de recherche ou issu d'une problématique d'entreprise.

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

IDENTIFICATION

Code matière : DAT901
ECTS : 3

HORAIRES

Cours : 10
TD : 8
TP : 6
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Livrables et évaluation de la méthode tout au long du projet.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Ressources adaptées au domaine d'application du projet.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE9-Ressources

MATIÈRE : Science des données avancées

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

L'objectif de ce cours est de mettre en oeuvre les connaissances et savoir-faire nécessaires à la spécification d'un projet, à la rédaction d'un cahier des charges.

Acquis d'apprentissage visés

- Maintenir et utiliser une veille technologique active tout au long de la vie professionnelle en s'appuyant sur une formation scientifique et une maîtrise des processus d'innovation(1,5)-(1,4)

PROGRAMME

- Rédaction de cahier des charges et spécifications de fonctionnalités ;
- Analyse SWOT d'un projet ;
- Dimensionnement et découpage des tâches et rétroplanning ;
- Ces éléments seront adaptés au contexte spécifique du (ou des) domaine(s) du projet (CSEC, DATA, DEV, IOT, SYSRES).

Ce projet pourra être lié à une activité de recherche ou issu d'une problématique d'entreprise.

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

IDENTIFICATION

Code matière : DEV901
ECTS : 2

HORAIRES

Cours : 5
TD : 11
TP : 6
Total : 22

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Contrôle continu : - Rendu d'un mémoire de synthèse bibliographique - Rendu d'un article scientifique - Soutenance orale.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas, fiches méthodologiques et travaux dirigés en salle informatique.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE9-Ressources

MATIÈRE : Initiation à la recherche

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Le but de ce cours est d'initier les étudiants à la démarche scientifique et aux méthodes de la recherche. Il s'agit de développer un esprit critique, de savoir formuler une problématique, rechercher et analyser des sources scientifiques fiables, et restituer un travail de recherche selon les standards académiques (rigueur, structure, citation des sources).

Acquis d'apprentissage visés

- Formuler une problématique de recherche claire et pertinente à partir d'un sujet donné
- Rechercher, sélectionner et évaluer de manière critique des sources scientifiques (articles, ouvrages, bases de données)
- Rédiger un document de synthèse structuré respectant les normes académiques (plan, argumentation, bibliographie, citation)
- Présenter et défendre oralement un travail de recherche

PROGRAMME

Présentation générale de la démarche de recherche : qu'est-ce que la recherche scientifique, les acteurs de la recherche, les types de publications...

- Méthodologie de la recherche documentaire Identifier et utiliser les outils de recherche bibliographique : bases de données scientifiques (Google Scholar, HAL, IEEE Xplore, ScienceDirect...), catalogues de bibliothèques, moteurs de recherche spécialisés. Évaluer la fiabilité et la pertinence d'une source. Distinguer les différents types de documents scientifiques : article de revue, acte de conférence, thèse, ouvrage, prépublication. Constituer et gérer une bibliographie à l'aide d'outils adaptés (Zotero, BibTeX...).
- De la question à la problématique Délimiter un sujet de recherche et le transformer en problématique. Formuler des hypothèses de travail. Construire un état de l'art : synthétiser les travaux existants, identifier les points de convergence, de divergence et les questions ouvertes. Situer sa contribution par rapport aux travaux existants.
- Production et communication scientifiques Structurer un document scientifique (introduction, état de l'art, développement, conclusion, bibliographie). Citer correctement ses sources et éviter le plagiat : normes de citation (APA, IEEE...), paraphrase, droits d'auteur, intégrité scientifique. Rédiger un résumé (abstract). Concevoir un support de présentation et communiquer oralement ses résultats. Sensibilisation à l'éthique de la recherche et à l'usage raisonné des outils d'intelligence artificielle.

BIBLIOGRAPHIE

- The Craft of Research. Wayne C. Booth, Gregory G. Colomb, Joseph M. Williams, (2016, University of Chicago Press)
- Manuel de recherche en sciences sociales. Luc Van Campenhoudt, Jacques Marquet, Raymond Quivy, (2017, Dunod)

- How to Write a Thesis. Umberto Eco, (2015, MIT Press)
- Ressources en ligne : HAL — archive ouverte pluridisciplinaire (<https://hal.science/>)

PRE-REQUIS

Aucun prérequis spécifique. Une bonne maîtrise de l'expression écrite et orale en français est recommandée, ainsi que des notions d'anglais pour la lecture d'articles scientifiques.

IDENTIFICATION

Code matière : IOT903
ECTS : 3

HORAIRES

Cours : 10
TD : 8
TP : 6
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Un contrôle de connaissances, un compte rendu de TP, une présentation orale.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Kévin HOARAU
kevin.hoarau@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE9-Ressources

MATIÈRE : Internet Des Objets : Déploiement

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Le but de ce cours est de couvrir des notions avancées en apprentissage profond. Il vise également à sensibiliser aux problématiques connexes telles que la fuite de données, le respect de la vie privée et l'impact environnemental.

Acquis d'apprentissage visés

- Concevoir, développer et utiliser des outils et des applications intégrant la gestion des données et leur valorisation(1,5)-(1,4)
- Définir, mettre en oeuvre et utiliser une analyse descriptive et prédictive en exploitant des données massives(2,5)-(2,4)
- Appliquer les méthodes d'analyse des données multimédia (images, signaux)(2,5)-(2,4)

PROGRAMME

En fonction de l'origine des étudiants présents (mobilités entrantes ...), un rappel sur les notions de l'apprentissage profond pourra être fait.

Les thématiques avancées suivantes pourront être abordées :

- Auto-encodeurs et usages ;
- Modèles génératifs profonds, tels que les réseaux de neurones adversaires génératifs (GANN) et applications pour lesquelles ils peuvent être utilisés ;
- Les défis pratiques de ces approches, par exemple : la convergence, le mode collapse, etc.
- Approches pour traiter ou atténuer les effets des phénomènes décrits ci-dessus.

La sensibilisation aux problématiques de respect de la vie privée constituent un élément additionnel de choix qui n'est pas abordé plus tôt dans le programme. Cela peut à la fois faire référence aux problèmes posés par les jeux de données utilisés pour l'apprentissage mais également dans les résultats publiés ou même les poids intégrés dans les réseaux de neurones et qui peuvent trahir des éléments de l'ensemble d'apprentissage.

Enfin, la sensibilisation aux problématiques du coût de l'entraînement des modèles profonds et de leur impact carbone pourra être abordé, ainsi que les pistes pour limiter ces derniers.

BIBLIOGRAPHIE

Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016). Deep learning. MIT press.
Boulemtafes, A., Derhab, A., Challal, Y. (2020). A review of privacy-preserving techniques for deep learning. Neurocomputing, 384, 21-45.
Ligozat, A. L., Luccioni, S. (2021). A Practical Guide to Quantifying Carbon Emissions for Machine Learning Researchers and Practitioners (Doctoral dissertation, MILA ; LISN).

PRE-REQUIS

Modules suivants :

- “Apprentissage automatique” et “Système de données massives” du S7.
- “Fouille de données” du S6.
- “Probabilités et variables aléatoires” du S5 et “Processus stochastiques” du S6.

IDENTIFICATION

Code matière : SEC901
ECTS : 3

HORAIRES

Cours : 10
TD : 8
TP : 6
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Un contrôle de connaissances et un compte rendu de TP.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE9-Ressources

MATIÈRE : Cybersécurité : Reverse Engineering et Exploitation des Failles

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Utiliser des techniques de reverse engineering et de forensic pour établir a posteriori la chronologie d'une attaque dans le cadre d'une investigation d'informatique légale.

Acquis d'apprentissage visés

- Définir et mettre en œuvre une organisation et une politique de sécurité en adéquation aux risques identifiés (1,5)-(3,4)
- Concevoir, développer et mettre en œuvre des mécanismes de protection des données, des logiciels, du réseau et du cloud (1,5)-(3,4)
- Définir et réaliser une analyse de risque s'appuyant sur une base documentaire, une campagne de cybersécurité offensive et le cadre réglementaire (1,5)-(3,4)

PROGRAMME

- Utilisation une technique d'enquête criminelle (forensic) dans un scénario d'enquête informatique légale.
- Comparaison des outils d'informatique légale commerciaux et open source.
- Reconstitution d'une chronologie à partir des informations contenues dans un appareil en cours d'analyse.
- Utiliser des outils forensic spécifiques aux principaux systèmes d'exploitation mobiles.
- Détection et analyse de contenus chiffrés.
- Utilisation d'un outil d'analyse binaire et/ou d'un outil de désassemblage pour analyser un logiciel malveillant (reverse engineering).
- Procédures de laboratoire pour la manipulation des logiciels malveillants.

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

Les modules de cybersécurité, de systèmes et réseaux, de programmation des semestres précédents.

IDENTIFICATION

Code matière : SR901
ECTS : 3

HORAIRES

Cours : 8
TD : 8
TP : 8
Total : 24

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Un contrôle de connaissances, un compte rendu de TP, une présentation orale.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

Diaporamas et fiches de travaux pratiques.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Pierre Ugo TOURNoux
pierre.tournoux@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : UE9-Ressources

MATIÈRE : Culture DevOps : Amélioration Continue et Collaboration

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Le but de ce cours est de fournir un aperçu des réseaux sans infrastructure, des algorithmes adaptés, de leurs propriétés et des cas applications pour lesquels ces réseaux sont pertinents. Pour les différents domaines d'application, il vise également à mettre en perspective les propriétés des réseaux basés sur des infrastructures et permettre à l'ingénieur de choisir la méthode adaptée et de justifier ces choix par de l'évaluation de performance.

Acquis d'apprentissage visés

- Concevoir des infrastructures et solutions de service sécurisées adaptées pour les objets connectés(1,5)-(1,4)
- Réaliser une solution IoT de bout en bout en identifiant les architectures fixes et mobiles, le réseau des objets terminaux, la gestion à distance des objets, la communication avec une plate-forme de service IoT(1,5)-(1,4)

PROGRAMME

- Différences de contraintes et de propriétés entre les réseaux avec ou sans infrastructure ;
- Notion de mobilité dans les réseaux ;
- Réseaux adhoc et MANET : Réseaux MESH, MANETs, DTN, SPANs, Réseaux tactiques ;
- Réseaux VANETs et comparaison avec les tendances actuelles dans la 5G ;
- Réseaux de capteurs sans infrastructure et comparaison avec les tendances actuelles dans l'IoT et en particulier dans la 5G ;
- Evaluation de performances par modélisation et simulation.

BIBLIOGRAPHIE

PRE-REQUIS

IDENTIFICATION

Code matière : PROJ100
ECTS :

HORAIRES

Cours :
TD :
TP :
Total :

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

- Évaluation du tuteur en entreprise. -
Rapport de stage. - Soutenance orale devant un jury.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

(Les supports dépendent de la mission confiée et de la structure d'accueil.) - Documentation technique, outils et logiciels utilisés par l'entreprise. - Encadrement par un tuteur académique et un tuteur en entreprise. - Cahier des charges, référentiels techniques et documentation du projet.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Modifié le : 6 août 2026

UE : Stages

MATIÈRE : Stage technicien

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Permettre à l'étudiant de découvrir le fonctionnement d'une organisation et d'exercer des activités à caractère technique dans le domaine de l'informatique, afin de mettre en pratique les connaissances acquises en formation, de développer son autonomie et de s'intégrer dans un environnement professionnel.

Acquis d'apprentissage visés

- Mettre en œuvre les compétences techniques acquises pour réaliser des missions en informatique dans un contexte professionnel.
- Travailler efficacement au sein d'une équipe en respectant les contraintes organisationnelles, techniques et professionnelles de la structure d'accueil.
- Rédiger un rapport de stage structuré et présenter oralement les travaux réalisés en analysant les résultats obtenus et les compétences développées.

PROGRAMME

(Le programme est défini en fonction de la mission confiée à l'étudiant et de la structure d'accueil. À titre indicatif, il peut comprendre les étapes suivantes :)

- 0.0.1 1. Découverte de l'entreprise et de son environnement technique.**
- 0.0.2 2. Analyse de la problématique et définition des objectifs de la mission.**
- 0.0.3 3. Réalisation des activités techniques confiées.**
- 0.0.4 4. Suivi, validation et amélioration des travaux réalisés.**
- 0.0.5 5. Rédaction du rapport de stage et préparation de la soutenance.**

BIBLIOGRAPHIE

(La bibliographie dépend de la nature et du domaine du stage réalisé. À titre indicatif :)

- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. Design Patterns : Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley.
- Sommerville, I. Software Engineering. Pearson.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. Software Engineering : A Practitioner's Approach. McGraw-Hill.

PRE-REQUIS

- Validation des unités d'enseignement de la première année du cycle ingénieur.
- Maîtrise des bases de l'algorithmique, de la programmation et des systèmes informatiques.
- Compétences en communication écrite et orale ainsi qu'en rédaction de documents techniques.

IDENTIFICATION

Code matière : PROJ102
ECTS : 10

HORAIRES

Cours : 0
TD : 0
TP : 0
Total : 0

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

- Évaluation continue par le tuteur en entreprise, mémoire de stage rédigé en anglais et soutenance orale en anglais devant un jury.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

- Encadrement par un tuteur académique et un tuteur en entreprise. - Documentation technique et scientifique en anglais, ainsi que les ressources de la structure d'accueil. Guide méthodologique de rédaction d'un mémoire scientifique en anglais et de préparation à la soutenance.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : Stages

MATIÈRE : Stage anglophone

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Permettre à l'étudiant de réaliser une mission en milieu professionnel anglophone afin de mobiliser ses compétences scientifiques et techniques tout en développant sa capacité à communiquer efficacement en anglais dans un contexte professionnel.

Acquis d'apprentissage visés

- Mettre en œuvre les compétences scientifiques, techniques et méthodologiques acquises pour répondre à une problématique professionnelle dans un environnement anglophone.
- Communiquer efficacement en anglais à l'oral et à l'écrit avec les différents acteurs de la structure d'accueil.
- Rédiger un mémoire de stage et présenter oralement les travaux réalisés en anglais en argumentant les choix méthodologiques et les résultats obtenus.

PROGRAMME

- Définition de la mission, intégration dans un environnement professionnel anglophone et analyse de la problématique.
- Planification, conduite et réalisation des travaux de stage en mobilisant les compétences scientifiques, techniques et linguistiques.
- Analyse des résultats, rédaction du mémoire de stage en anglais et préparation de la soutenance orale en anglais.

BIBLIOGRAPHIE

- Beaud, M. L'Art de la thèse : Comment préparer et rédiger un mémoire de master, une thèse de doctorat ou tout autre travail universitaire. La Découverte.
- Glasman-Deal, H. Science Research Writing for Non-Native Speakers of English. Imperial College Press.

PRE-REQUIS

- Validation des unités d'enseignement du cursus et acquisition des compétences fondamentales de la spécialité.
- Base de l'anglais technique et professionnel.
- Compétences en communication écrite et orale ainsi qu'en rédaction de rapports techniques et scientifiques.

IDENTIFICATION

Code matière : PROJ103
ECTS : 20

HORAIRES

Cours : 0
TD : 0
TP : 0
Total : 0

Projet :
Travail personnel :

EVALUATION

Évaluation continue par le tuteur en entreprise, mémoire de stage et soutenance orale devant un jury.

SUPPORT PEDAGOGIQUE

- Encadrement par un tuteur académique et un tuteur en entreprise. - Cahier des charges, documentation technique et ressources de la structure d'accueil. - Guide méthodologique de rédaction du mémoire de stage et de préparation à la soutenance.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT

Français

CONTACT ENSEIGNANT RÉFÉRENT

Tahiry RAZAFINDRALAMBO
tahiry.razafindralambo@univ-reunion.fr

Modifié le : 6 août 2026

UE : Stages

MATIÈRE : Stage de fin d'Etudes

OBJECTIFS RECHERCHES PAR CET ENSEIGNEMENT

But du cours

Permettre à l'étudiant de mobiliser l'ensemble des connaissances et compétences acquises au cours de sa formation afin de conduire une mission en milieu professionnel, d'analyser une problématique réelle, de proposer des solutions adaptées et de communiquer les résultats de manière professionnelle.

Acquis d'apprentissage visés

- Mettre en œuvre les compétences scientifiques, techniques et méthodologiques acquises pour répondre à une problématique professionnelle.
- Conduire un projet en autonomie en respectant les contraintes techniques, organisationnelles, économiques et temporelles de la structure d'accueil.
- Rédiger un mémoire de stage et présenter oralement les travaux réalisés en argumentant les choix méthodologiques et les résultats obtenus.

PROGRAMME

- Définition de la mission, prise en main du contexte professionnel et analyse de la problématique.
- Planification, conduite et réalisation des travaux de stage en mobilisant les compétences scientifiques, techniques et méthodologiques acquises.
- Analyse des résultats, rédaction du mémoire de stage et préparation de la soutenance orale.

BIBLIOGRAPHIE

- Quivy, R., & Van Campenhoudt, L. Manuel de recherche en sciences sociales. Dunod.
- Beaud, M. L'Art de la thèse : Comment préparer et rédiger un mémoire de master, une thèse de doctorat ou tout autre travail universitaire. La Découverte.

PRE-REQUIS

- Validation des unités d'enseignement du cursus et acquisition des compétences fondamentales de la spécialité.
- Maîtrise des méthodes de gestion de projet et de résolution de problèmes.
- Compétences en communication écrite et orale ainsi qu'en rédaction de rapports techniques et scientifiques.