

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADÉMIQUE

HARMONISATION

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohammed BOUDIAF USTO	Mathématiques Informatique	et Informatique

Domaine : Mathématiques Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués

Année universitaire : 2026- 2027

I - Fiche d'identité du Master -----

1 - Localisation de la formation-----

2 - Partenaires de la formation-----

3 - Contexte et objectifs de la formation-----

 A - Conditions d'accès -----

 B - Objectifs de la formation -----

 C - Profils et compétences visées -----

 D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité -----

 E - Passerelles vers les autres spécialités -----

 F - Indicateurs de suivi de la formation -----

 G - Capacités d'encadrement-----

4 - Moyens humains disponibles-----

 A - Enseignants intervenant dans la spécialité-----

 B - Encadrement Externe-----

5 - Moyens matériels spécifiques disponibles-----

 A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements-----

 B- Terrains de stage et formations en entreprise -----

 C - Laboratoires de recherche de soutien au master-----

 D - Projets de recherche de soutien au master-----

 E - Espaces de travaux personnels et TIC -----

II - Fiche d'organisation semestrielle des enseignement-----

1- Semestre 1 -----

2- Semestre 2 -----

3- Semestre 3 -----

4- Semestre 4 -----

5- Récapitulatif global de la formation -----

III - Programme détaillé par matière -----

IV- Avis et Visa des Organes Administratifs et Consultatifs-----

V- Accords / conventions -----

I – Fiche d'identité du Master
(Tous les champs doivent être obligatoirement remplis)

1 - Localisation de la formation :

Université des Sciences et de la Technologie d'Oran – Mohamed Boudiaf

Faculté des Mathématiques et Informatique

Département : Informatique

2 –Coordonnateurs :

- Responsable de l'équipe du domaine de formation :

(Professeur ou Maître de conférences Classe A) :

Nom & prénom : BENKAMRA ZOHRA

Grade : Professeur

- E – mail : zohrabenkamra@gmail.com

- Responsable de l'équipe de la filière de formation :

(Maitre de conférences Classe A ou B ou Maitre-Assistant classe A) :

Nom & prénom : NEGGAZ Nabil

Grade : MCA

- E – mail : nabil.negga@univ-usto.dz

3- Partenaires de la formation *:

- autres établissements universitaires :

Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella (Département Informatique)

- entreprises et autres partenaires socio économiques :

SONATRACH- DIRECTION CENTRALE RECHERCHE

OraNova

- Partenaires internationaux :

- Universités partenaires dans le cadre Erasmus+
- partenariat avec l'Université Polytechnique de Carthagène (Espagne)

* = Présenter les conventions en annexe de la formation

4 – Contexte et objectifs de la formation

A – Conditions d'accès (*indiquer les spécialités de licence qui peuvent donner accès au Master*)

Toute licence de la filière Informatique du domaine Mathématiques Informatique

B - Objectifs de la formation (*compétences visées, connaissances pédagogiques acquises à l'issue de la formation- maximum 20 lignes*)

La formation de Master en Réseaux et Systèmes Distribués vise à former des cadres hautement qualifiés dans les domaines des réseaux informatiques modernes, des systèmes distribués et des technologies associées.

Elle a pour objectifs de :

- Fournir des bases théoriques solides en réseaux, systèmes distribués, sécurité informatique et modélisation des systèmes.
- Développer des compétences avancées en conception, déploiement et administration des infrastructures réseaux.
- Maîtriser les architectures distribuées (client-serveur, cloud computing, microservices, systèmes pair-à-pair).
- Former à l'analyse, la modélisation et l'évaluation des performances des systèmes et réseaux.
- Introduire les technologies émergentes telles que l'Internet des objets (IoT), le cloud computing, la virtualisation et les réseaux définis par logiciel (SDN).
- Développer des compétences en sécurité des systèmes et des communications.
- Initier les étudiants aux techniques d'intelligence artificielle et de machine learning appliquées aux réseaux.
- Renforcer les capacités d'innovation, de recherche scientifique et de résolution de problèmes complexes.
- Préparer les étudiants à la poursuite d'études en doctorat.

C – Profils et compétences métiers visés (*en matière d'insertion professionnelle - maximum 20 lignes*) :

À l'issue de cette formation, les diplômés seront capables d'occuper des postes tels que :

▪ **Métiers visés :**

- Ingénieur réseaux et télécommunications
- Administrateur systèmes et réseaux
- Architecte réseaux
- Ingénieur cloud computing
- Ingénieur DevOps
- Ingénieur en systèmes distribués
- Consultant en sécurité informatique
- Ingénieur en cybersécurité
- Ingénieur IoT
- Analyste en performance des systèmes
- Chercheur en informatique (poursuite en doctorat)

D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité des diplômés

Entreprises de télécommunication,
Secteur Industriel (Pôle d'Arzew, Zones industrielles Senia, Hassi Amer, ...
Entreprises de transformation,
Administrations,

E – Passerelles vers d'autres spécialités

Il est possible en fonction des capacités offertes d'opter pour un autre parcours Intelligence Artificielle ou vers Science de données.

F – Indicateurs de suivi de la formation

Le suivi de la formation est à l'essence de l'assurance qualité dans l'université. Ce suivi est fonction de plusieurs indicateurs, parmi lesquels :

- Le taux de réussite des promotions ;
- Le taux d'insertion professionnelle des diplômés de la spécialité ;
- Le taux de déperdition des étudiants ;
- La continuité des diplômés de la spécialité dans la formation doctorale.
- Les indicateurs du référentiel Assurance Qualité relatifs au domaine formation.

G – Capacité d'encadrement (donner le nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge)

40-50 étudiants

Etablissement de rattachement :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
BOUCHENAF A Sabrina	ING Informatique : Réseaux	Doctorat Réseaux D 2	Master	Enseignant	
BARRICAUD F Z	ING Info IA	Doctorat Sciences	NCB	TP + TD	

* = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser)

6 – Moyens matériels spécifiques disponibles

A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements : Fiche des équipements pédagogiques existants pour les TP de la formation envisagée (1 fiche par laboratoire)

Intitulé du laboratoire : Les salles de travaux pratiques du département d'informatique (12 salles équipées de connexion Internet et disponibles pour les travaux pratiques et le travail libre des étudiants)

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
	Salles de TP	13	15 micro-ordinateur par salle, en réseau LAN avec Internet.

B- Terrains de stage et formation en entreprise :

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
Entreprises	En moyenne 25 projets de fin d'études sont réalisés en entreprise	Moyennement 06 mois

C- Laboratoire(s) de recherche de soutien au master :

Chef du laboratoire: Pr R. TLEMSANI
N° Agrément du laboratoire
Date : Avis du chef de laboratoire 

D- Projet(s) de recherche de soutien au master :

Intitulé du projet de recherche	Code du projet	Date du début du projet	Date de fin du projet
Application des algorithmes bio-inspirés pour l'extraction des connaissances des données du web	C00L07UN310 220220002	Projet agréé en 2022	2026
Analyse de scènes dynamiques par des modèles Bio-inspirés de la vision humaine	C00L07UN310 220220001	Projet agréé en 2022	2026
Apport du méta heuristique à la chémogénomique structurale dans la détection d'interactions molécules-protéines par prédiction in silico.	C00L07UN310 220230005	Projet agréé en 2023	2027
Modélisation et Commande des Manipulateurs Aérien	C00L07UN310 220230004	Projet agréé en 2023	2027
A fog computing based framework for	C00L07UN310 220230011	Projet agréé en 2023	2027

Distributing Big data computation over connected object			
Impact de la curation collaborative des données de santé sur la promotion des prestations de soins en santé publique.	C00L07UN310 220230014	Projet agréé en 2023	2027
Contribution à l'informatique de la santé mentale en Algérie	C00L07UN310 220230002	Projet agréé en 2023	2027
Optimisation environnementale et économique des systèmes de production	C00L07UN310 220230001	Projet agréé en 2023	2027
contribution à l'amélioration de la connectivité des objets dans les réseaux IOT	C00L07UN310 220230008	Projet agréé en 2023	2027
Imagerie et Techniques d'optimisation pour prise de décision.	C00L07UN310 220230013	Projet agréé en 2023	2027
La fouille de flux de données	C00L07UN310 220230006	Projet agréé en 2023	2027
Gestion intelligente des déchets par les approches bio-inspirées et l'apprentissage profond	C00L07UN310 220230003	Projet agréé en 2023	2027
Logistique efficace pour les réseaux de transport	C00L07UN310 220230007	Projet agréé en 2023	2027
Informatique affective et modélisation des émotions	C00L07UN310 220230009	Projet agréé en 2023	2027

E- Espaces de travaux personnels et TIC :

- Salle de lecture
- Bibliothèque de la Faculté des mathématiques et Informatique
- Laboratoires et centres de calcul avec accès Internet

II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements

(Prière de présenter les fiches des 4 semestres)

1- Semestre 1 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Travail pers.			Continu	Examen
UE Fondamentales						12	18		
UEF11	126h	3h	3h	3h	6h				
Algorithmique Avancée et Complexité		1h30	1h30	1h30	3h	3	5	40%	60%
Bases de Données Avancées		1h30	1h30	1h30	3h	3	5	40%	60%
UEF12	126h	3h	3h	3h	6h				
Réseaux Avancés 1		1h30	1h30	1h30	3h	3	4	40%	60%
Systèmes Distribués 1		1h30	1h30	1h30	3h	3	4	40%	60%
UE Méthodologique						4	9		
UEM1	84h	3h		3h	3h				
Analyse de Données		1h30		1h30	1h30	2	4	40%	60%
Modélisation et Simulation des Réseaux		1h30		1h30	1h30	2	5	40%	60%
UE Transversale						1	2		
UET1	21h	1h30			1h30				
Introduction à l'Internet des Objets		1h30			1h30	1	2		100%
UE Découverte						1	1		
UED1	21h	1h30							
Droit du numérique et protection des données (RGPD)		1h30				1	1		100%
Total Semestre 1	378h	12h	6h00	9h00	16h30	18	30		

2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire					Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Travail pers.				Continu	Examen
UE Fondamentales							12	18		
UEF21	126h	3h	3h	3h	6h					
Réseaux Avancés 2		1h30	1h30	1h30	3h		3	5	40%	60%
Réseaux sans Fil		1h30	1h30	1h30	3h		3	5	40%	60%
UEF22	84h	3h	1h30	1h30	3h					
Systèmes Distribués 2		1h30	1h30		1h30		3	4	40%	60%
Modèles de spécification des systèmes distribués		1h30		1h30	1h30		3	4	40%	60%
UE Méthodologique							4	9		
UEM2	105h	3h	1h30	3h	4h30					
Qualité des services dans les réseaux		1h30		1h30	1h30		2	4	40%	60%
Machine learning		1h30	1h30	1h30	3h		2	5	40%	60%
UE Transversale							1	2		
UET2	84h	1h30		1h30	1h30					
Gestion de projets informatiques		1h30		1h30	1h30		1	2	40%	60%
UE Découverte							1	1		
UED2	21h	1h30								
Technologies émergentes		1h30					1	1		100%
Total Semestre 2	378h	12h00	6h	9h	15h		18	30		

3- Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS 14-16 sem	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
		C	TD	TP	Travail pers.			Continu	Examen
UE Fondamentales						12	18		
UEF31	126h	3h	1h30	4h30	4h30				
Réseaux mobiles		1h30	1h30	1h30	1h30	3	5	40%	60%
Virtualisation, Cloud Computing et Sécurité		1h30		3h	3h	3	5	40%	60%
UEF32	126h	4h30	1h30	3h	4h30				
Développement d'Applications Distribuées		1h30		1h30	1h30	3	4	40%	60%
Cryptographie et Sécurité Informatique		3h	1h30	1h30	3h	3	4	40%	60%
UE Méthodologique						4	9		
UEM3	84h	3h		3h	3h				
Administration des Systèmes et des Réseaux		1h30		1h30	1h30	2	5	40%	60%
Spécification et Vérification des Protocoles		1h30		1h30	1h30	2	4	40%	60%
UE Transversale						1	2		
UET3	21h	1h30							
Méthodologies de recherche		1h30				1	2		100%
UE Découverte						1	1		
UED3	21h	1h30							
Informatique verte		1h30				1	1		100%
Total Semestre 3	378h	13h30	3h	10h30	12h	18	30		

4- Semestre 4 :

Domaine : Mathématiques et Informatique Filière : Informatique
Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués

	VHS	Coeff	Crédits
Mémoire	750h00	18	30
Stage dans l'entreprise			
Ateliers			
Travail Personnel			
Autres			
Total Semestre 4	750h00	18	30

5- Récapitulatif global de la formation : (indiquer le VH global séparé en cours, TD, pour les 04 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

VH	UE	UEF	UEM	UED	UET	S4	Total
Cours		273	126	63	63		525
TD		189	21	0	0		210
TP		252	126	0	21		399
Mémoire		-	-	-	-	750	750
Stage dans l'entreprise		-	-	-	-		0
Ateliers		-	-	-	-		0
Travail Personnel		-	-	-	-		609

Autres	-	-	-	-	-	-	0
Total	714	273	63	84	750		2493h00
Crédits	54	27	6	3	30		120
% en crédits pour chaque UE	45%	22.5%	5%	2.5%	25%		100,00%

Corbeille des modules de découverte au choix (UED)

- Informatique verte
- Gouvernance et transformation digitale
- Philosophie des sciences et de la technologie
- Droit du numérique et protection des données (RGPD)
- Psychologie cognitive
- Technologies émergentes (Blockchain, IOT, ...)
- Découverte des spécialités de master (une première partie qui permet de découvrir sommairement les autres spécialités du master et une seconde partie qui permet de découvrir en détails les applications potentielles de la spécialité en cours).

Liste des modules communs entre les spécialités

		STANDARDS										SPECIFIQUES			
#	MODULES / SPECIALITES	IF	GL	ISI	SD	IA	SEI	RSD							
1	Algorithmique Avancée & Complexité	X	X	X	X	X	X	X	X						
2	Bases de Données Avancées	X	X	X	X	X	X	X	X						
3	Ingénierie des Exigences		X	X											
4	Machine Learning (UEF)				X	X			X						
5	Méthodes de Conception de log & Design Patterns	X	X	X					X						
6	Analyse de données			X	X	X		X							
7	Paradigmes de Programmation	X	X						X						
8	Méthodes d'optimisation					X			X						
9	Réseaux avancés	X	X	X	X	X			X						
10	DevOps						X		X						
11	Deep Learning					X			X						
12	Big data Analytics				X				X						
13	Vision par ordinateur					X			X						
14	Systèmes d'information coopératifs		X	X											
15	Sémantiques Formelle des Langages de Prog	X	X												
16	Systèmes Multi-Agents	X	X												
17	Machine learning (UEM)	X	X	X				X	X						
18	Virtualisation et Cloud Computing				X	X									
19	Gestion des projets informatiques	X	X	X	X	X	X	X	X						
20	Intelligence artificielle générative					X			X						
21	Virtualisation, Cloud Computing et sécurité						X	X							
22	Ingénierie Dirigée par les Modèles	X	X												
23	Spécification et Vérification Formelle	X	X												
24	Reconnaissance des formes					X			X						
25	Modélisation et éval des performances des syst.	X	X												
26	Natural Language Processing				X	X									
27	Méthodologies de recherche	X	X	X	X	X	X	X	X						

III - Programme détaillé par matière (1 fiche détaillée par matière)

**Programme détaillé des enseignements du semestre 1
(S1) Master académique**
Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Algorithmique avancée et complexité
: 1

Semestre

UEF11

Type :

VHS : 63h

VHH : 4h30

Cours : 1h30 TD : 1h30 TP : 1h30

VHS travail personnel : 42h

Coefficient : 3

Crédit : 5

Objectifs de l'enseignement

- Comprendre les notions de complexité algorithmique (temps, espace)
- Maîtriser les techniques avancées de conception d'algorithmes
- Classer les problèmes selon leur difficulté (P, NP, NP-complet, etc.)
- Appliquer des méthodes exactes et approchées à des problèmes complexes

Connaissances préalables recommandées

bases en algorithmique et structures de données

Contenu de la matière

Cours : 21h

1. Complexité algorithmique

- Notations asymptotiques (Big O, Ω , Θ)
- Analyse dans le meilleur des cas, le pire cas, le cas moyen
- Équations de récurrence

2. Structures de données avancées et complexité

- Arbres binaires (rappel), Arbres AVL, Arbres Rouge-Noir
- Tables de hachage

3. Algorithmique textuelle et complexité

- Recherche de motifs
- Algorithmes de compression

4. Paradigmes de conception

- Diviser pour régner
- Programmation dynamique
- Algorithmes gloutons
- Algorithmes probabilistes

5. Classes de problèmes

- Problèmes de décision et d'optimisation
- Déterminisme vs non-déterminisme
- NP-complétude et réduction de problèmes

6. Algorithmes avancés

- Algorithmes parallèles et distribués
- Algorithmes en ligne
- Algorithmes randomisés

Mode d'évaluation : Examen 60%, Contrôle continu 40%

Références :

- T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest & C. Stein (2022). *Introduction to Algorithms*. The MIT Press, 5th Edition.
- P. Brass (2008). *Advanced Data Structures*. Cambridge University Press, City College of New York.
- C. A. Shaffer (2010). *A Practical Introduction to Data Structures and Algorithm Analysis*. Department of Computer Science, Virginia Tech.
- Sedgewick, R., & Wayne, K. (2011). *Algorithms* (4th ed.). Addison-Wesley.
- Kozen, D. C. (1991). *The Design and Analysis of Algorithms*. Springer.
- Motwani, R., & Raghavan, P. (1995). *Randomized Algorithms*. Cambridge University Press.
- S. Arora & B. Barak (2006). *Computational Complexity: A Modern Approach*. Cambridge University Press.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 1
(S1) Master académique
Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Bases de données avancées **Semestre :** 1
Type : UEF11 **VHS :** 63h **VHH :** 4h30
Cours : 1h30 **TD :** 1h30 **TP :** 1h30
VHS travail personnel : 42h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement

Cette matière, en l'accent sur les concepts et technologies essentiels pour la conception, la gestion et l'exploitation de systèmes de bases de données modernes, en abordant à la fois les aspects théoriques et pratiques, permet à l'étudiant d'actualiser et d'approfondir ses connaissances des bases de données.

Connaissances préalables recommandées

Concepts de bases sur les bases de données, Langage SQL, Algèbre relationnelle.

Contenu de la matière

Cours : 21h

1-Introduction aux bases de données

- Rappels sur les concepts fondamentaux: modèle relationnel, SGBD, langages de requêtes.
- Types de bases de données: relationnelles, NoSQL, objets, etc.
- Architecture d'un SGBD: client-serveur, architectures distribuées.
- Concepts de transaction, concurrence, et récupération de

données. 2-Programmation SQL avancée

- SQL: rappels (jointures, sous-requêtes, fonctions d'agrégation, vues, les fonctions et procédures stockées),
- SQL avancé : Les Triggers, traitement et gestion des erreurs,
- Langages de manipulation de données pour NoSQL: JSONiq,

Cypher. 3-Le modèle Objet-Relationnel

- Présentation du modèle Objet
- Présentation du modèle Relationnel-Objet
- Concepts du modèle RO (types complexes, héritage...)
- Interrogation des BDD Relationnelles-Objet

(SQL3) 4-Bases de données NoSQL

- Introduction aux bases de données NoSQL: types de bases de données (clés-valeurs, documents, graphes, colonnes).
- Modèles de données NoSQL: avantages et inconvénients.
- Études de cas: MongoDB, Cassandra,

Neo4j. 5-Bases de données distribuées

- Architecture des systèmes distribués.
- Techniques de réplication et de partitionnement.
- Consistance des données dans un environnement distribué: ACID vs

BASE. 6-Bases de données dans le cloud

- Modèles de service: IaaS, PaaS, SaaS.
- Cloud computing et bases de données.
- Considérations de sécurité dans le

cloud. 7-Performance et sécurité des bases

de données

- Optimisation des requêtes SQL.
- Indexation et stratégies d'accès.
- Sécurité: contrôle d'accès, chiffrement des données, audit.
- Gestion de la sécurité dans les bases de données distribuées.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%)** : contrôles continus, travail personnel.

Références bibliographiques

- R. Elmasri & S. Navathe (2016). *Fundamentals of Database Systems*, 7th Edition, Pearson.
- R. Elmesri & B. Navathe (2016). *Fundamentals of Database Systems*, 7th Edition, Pearson Editions.
- T. Connolly & C. Begg (2014). *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management*, 6th Edition, Pearson.
- Christian Soutou (2013). *SQL pour Oracle*. Éditions Eyrolles.
- Silberschatz, H., Korth, S., & Sudarshan, S. (2019). *Database System Concepts*, 7th Edition, McGraw-Hill.
- Mohamed Fadhel Saad (2016). *PL/SQL sous Oracle 12c – Guide du développeur*.
- R. G. G. Cattell (1994). *Object Data Management*. Addison-Wesley.
- P. Selmer (2012). *NoSQL Stores and Data Analytics Tools*. In *Advances in Data Management*.

Programme détaillé des enseignements du semestre 1 (S1) Master académique

Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Réseaux Avancés 1 Semestre : 1 Type : UEF12

VHS : 63h

VHH : 4h30 1h30

Cours : 1h30 TD : 1h30 TP : 1h30

VHS travail personnel : 42h

Coefficient : 3 Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement

Cette matière présente aux étudiants des aspects avancés sur les réseaux de communication selon l'approche top-down. Le contenu de la matière se focalise sur les trois couches supérieures : application, transport et réseaux où les protocoles liés à ces couches sont à étudier de façon approfondie.

Connaissances préalables recommandées : Notions fondamentales liées aux réseaux informatiques.

Contenu de la matière

Cours : 21h

Chapitre 1 : Paradigmes de communication et protocoles applicatifs

1. Modèles de communication :

- Client / Serveur
- Pair à pair (Peer-to-Peer)
- Publication / Abonnement (Publish / Subscribe)

2. Protocoles applicatifs :

- HTTP, HTTPS, FTP, SIP, SMTP, DNS, CoAP, MQTT, etc.

3. VoIP (Voice over IP) et RoIP (Radio over IP) : Principes de fonctionnement et protocoles associés

- SIP : établissement et gestion des sessions
- RTP : transport des flux audio/vidéo en temps réel

Chapitre 2 : Multiplexage et protocoles de transport

1. Techniques de multiplexage et de démultiplexage :

- Notion de multiplexage à la source et de démultiplexage à la destination
- Utilisation des ports source et destination
- Association entre couches transport et application

2. Protocoles de transport :

- TCP (Transmission Control Protocol)
- UDP (User Datagram Protocol)
- SCTP (Stream Control Transmission Protocol) : multi-flux, hybride TCP/UDP

Chapitre 3 : Routage et protocoles réseau

1. Rappel sur le protocole IPv4 :

- Structure d'une adresse IPv4, masques de sous-réseaux, adressage privé/public ...

2. Routage dans les réseaux IP :

- Protocoles à vecteur de distance (ex : RIP)
- Protocoles à état de lien (ex : OSPF)
- Routage inter-domaines (entre systèmes autonomes) : protocole BGP
- Routage multicast : principes et exemples de protocoles (ex : PIM)

Mode d'évaluation : Examen 60% + Contrôle Continu 40%

Références

- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2021). Computer Networking A Top-Down Approach. Pearson Editions. 2021.
- Bonaventure, O., Networking : Principles, Protocols and Practice, 3rd Edition, 2021.
- Lannone, E., Telecommunication networks, O'Reilly Edition, 2017.

Programme détaillé des enseignements du semestre 1
(S1) Master académique
Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)
Intitulé de la matière : Systèmes Distribués 1
Semestre : 1 Type : UEF12 VHS : 63h
VHH : 4h30 1h30 Cours : 1h30 TD : 1h30 TP : 1h30
VHS travail personnel : 42h Coefficient : 3 Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement

- Introduire les principes fondamentaux des systèmes distribués.
- Comprendre les modèles de communication, les problèmes classiques et les bases de la synchronisation.

Connaissances préalables recommandées : Algorithmique, système d'exploitation et réseaux.

Contenu de la matière Cours : 21h

Chapitre 1 : Introduction aux systèmes distribués

- Définitions, objectifs, propriétés attendues
- Exemples d'applications (Cloud, P2P, Blockchain, etc.)
- Difficultés des systèmes distribués
- Middleware et abstraction logicielle
- Fondamentaux théoriques : réseau, concurrence, passage à l'échelle

Chapitre 2 : Architectures des systèmes distribués

- Taxonomies (matériel, OS, réseau, logiciel)
- Modèles Client-Serveur, Multi-tier, P2P, Mandataire/Cache
- Microservices et conteneurs (Docker, Kubernetes -

intro) Chapitre 3 : Paradigmes de communication distribuée

- Passage de messages synchrone et asynchrone
- Appels de procédures à distance (RPC)
- Invocation de méthodes à distance (RMI)
- Communication par événements et par mémoire partagée
- Communication de groupe (bases)

Chapitre 4 : Temps, ordonnancement et synchronisation

- Concurrency et causalité
- Temps physique et synchronisation (Cristian, Berkeley)
- Horloges logiques (Lamport, vectorielles)
- Ordonnancement global et causal
- Application : Exclusion mutuelle (centralisée et distribuée)

Chapitre 5 : Problèmes fondamentaux et coordination

- Nommage et découverte de services
- Coordination distribuée : interblocages, synchronisation, gestion d'états
- Détection de terminaison (algorithmes de Dijkstra et associés)

Mode d'évaluation: Contrôle Continu 40% + Examen 60%

Références :

1. G. Coulouris, J. Dollimore, and T. Kindberg, *Distributed Systems - Concepts and Design*, 3rd ed., Addison-Wesley, 2003.
2. A. S. Tanenbaum, M. van Steen, *Distributed Systems - Principles and Paradigms*, Prentice Hall, 2002.
3. Michel Raynal, *Synchronisation et état global dans les systèmes répartis et Gestion des données réparties*, Éditions Eyrolles, 1992.
4. M. Singhal, N. G. Shivaratri, *Advanced Concepts in Operating Systems*, McGraw-Hill, 1994.
5. Nancy Lynch, *Distributed Algorithms*, Elsevier, 1996.
6. Ajay D. Kshemkalyani, Mukesh Singhal, *Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems*, Cambridge University Press, 2008.
7. Nicola Santoro, *Design and Analysis of Distributed Algorithms*, John Wiley & Sons, 2007.
8. Alexandre Duret-Lutz, *Algorithmique Distribuée*, Notes de cours.
9. Cyril Gavoille, *Algorithmes distribués*, Master 1&2, Université de Bordeaux, 2015.
10. Jie Wu, *Distributed System Design*, CRC Press LLC, 1999.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 1
(S1) Master académique
Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Analyse de données Semestre : 1
Type : UEM1 VHS : 42h VHH : 3h **à**
Cours : 1h30 TD : 0 **TP : 1h30**
VHS travail personnel : 21h Coefficient : 2 Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement

L'analyse de données a pour objectif de donner une vision synthétique et interprétable de l'organisation de données ; ainsi, cette matière est une introduction à l'analyse des données en présentant les différents étapes du cycle d'analyse de données afin que l'étudiant prend connaissance de l'importance de l'analyse des données en termes d'interprétation et de prise de décision. Le contenu de cette matière permet à l'étudiant :

- De comprendre les concepts fondamentaux de l'analyse de données.
- De développer des compétences en exploration, nettoyage et transformation de données.
- De comprendre et appliquer différentes techniques d'analyse statistique et prédictive.
- De pouvoir utiliser des outils d'analyse et de visualisation de données.
- D'interpréter les résultats de l'analyse et de les communiquer efficacement.

Connaissances préalables recommandées

Algèbre, Statistiques descriptives, et probabilités.

**Contenu de la matière
Cours : 21h**

1. Introduction à l'Analyse de Données
 - Rappels : algèbre linéaire, probabilité, et statistiques descriptives
 - Définition et enjeux de l'analyse de données dans le contexte de l'ingénierie des systèmes d'information.
 - Types de données (structurées, semi-structurées, non structurées).
 - Etapes du cycle de vie de l'analyse de données.
2. Exploration et Préparation des Données
 - Techniques d'exploration de données (visualisation, statistiques descriptives).
 - Nettoyage des données (gestion des valeurs manquantes, détection et correction des erreurs).
 - Transformation des données (normalisation, agrégation, création de nouvelles variables).
3. Analyse Statistique Descriptive et Inférentielle
 - Statistiques descriptives (moyenne, variance, corrélation, etc.).
 - Tests d'hypothèses (tests t, ANOVA, chi-deux).
 - Régression linéaire et logistique.
4. Techniques d'Analyse Prédictive
 - Arbres de décision et forêts aléatoires.
 - Machines à vecteurs de support.
 - Réseaux de neurones.
 - Modèles de séries temporelles.
 -

5. Méthodes de classification

- Classification supervisée et non supervisée
- Méthodes de partitionnement
- Classification ascendante hiérarchique.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%)** : interrogations en TP, travail personnel.

Travaux pratiques : Il est recommandé :

- d'utiliser le langage Python
- de permettre à l'étudiant de découvrir et d'utiliser les outils d'analyse de données : exploration des librairies courantes, pandas, TensorFlow, etc.; et les outils de visualisation de données comme matplotlib, seaborn, tableau, etc.

Références bibliographiques

- Petrelli, M. (2021). Introduction to Python in Earth Science Data Analysis: From Descriptive Statistics to Machine Learning. Springer Nature
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data Science for Business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking. O'Reilly Media.
- DasGupta, A. (2011). Probability for statistics and machine learning: fundamentals and advanced topics. New York: Springer.
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2010). Applied Statistics and Probability for Engineers. John Wiley & Sons.
- Nathan Yau (2013). Data visualization. Editions Eyrolles.
- Pierre Rigollet (2013). Analysez efficacement vos données. Editions Eni.
- VanderPlas, J. (2016). Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data. O'Reilly Media.
- Brigitte Escofier, Jérôme Pagès (2016). Analyses factorielles simples et multiples. 5^e édition. DUNOD.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 1
(S1) Master académique**

Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Modélisation et Simulation des Réseaux Semestre : 1

Type : UEM1

VHS : 42h VHH : 3h Cours : 1h30 TD : 0 TP : 1h30

VHS travail personnel : 21h Coefficient : 2 Crédit : 5

Objectifs de l'enseignement

Toute conception de système doit nécessairement s'accompagner d'une évaluation de performances préalable. Cette évaluation de performances passe par une étape de modélisation. L'objectif de cette UE est d'introduire les étudiants aux problèmes de la modélisation et de l'évaluation de performances des systèmes informatiques en général et principalement des systèmes informatiques et réseaux de communication, et de leur donner des méthodes et des outils indispensables au dimensionnement de toute architecture ou protocole de réseaux. Dans la deuxième partie de ce cours, les étudiants apprendront les techniques de simulation en tant qu'outils d'aide à la conception et d'analyse de performances de systèmes informatiques et des réseaux. Les thèmes abordés en cours traitent les notions de base relatives aux simulations à événements discrets, de la génération de nombres aléatoires jusqu'à l'analyse des données simulées. Les étudiants auront l'occasion durant les travaux pratiques de manipuler divers logiciels de simulation adoptés en milieu académique et industriel tels que NS2, et OMNET++.

Connaissances préalables recommandées : Concepts de bases sur les réseaux informatique

Contenu de la matière Cours : 21h

1. Les problématiques liées à la performance des systèmes informatiques et réseaux.
2. Méthodes analytiques de modélisation des performances (les files d'attente, Petri Nets, processus stochastiques)
3. Outils de simulation (simulations à événements discrets)
4. Logiciels de simulation, e.g., NS2, OMNET++ ...
4. Génération de nombres aléatoires
5. Analyse des données simulées
6. Études de cas: performance des caches; les concepts d'ingénierie de trafic; gestion de la bande passante; modélisation et influence du trafic sur les performances des réseaux.

Mode d'évaluation : Examen 60%+ Contrôle Continu 40%

Références. (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

M. A. Niazi , " Modeling and Simulation of Complex Communication Networks", Institution of Engineering and Technology, 2019.

K. Chen, "Évaluation de performances par simulation et analyse - applications aux réseaux informatiques", Editions iSTE, 2014.

R. M. Fujimoto, G.Riley et K. Perumalla, "Network Simulation", Morgan and Claypool Publishers, 2006.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 1
(S1) Master académique**

Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Introduction à l'Internet des Objets Semestre : 1

Type : UET1 VHS : 21h VHH : 1h30 Cours : 1h30 TD : - TP : -

VHS travail personnel : 21h Coefficient : 1 Crédit : 2

Objectifs de l'enseignement :

À l'issue de ce cours, l'étudiant devra être capable de :

- Expliquer les fondements techniques et les enjeux de l'Internet des objets.
- Identifier les composants, protocoles et architectures IoT.
- Mettre en œuvre des applications simples utilisant la communication entre objets

Connaissances préalables recommandées :

Bases en réseaux informatiques et notions de programmation orientée objet.

Contenu de la matière

Cours : 21h

1. Introduction à l'Internet des objets (définitions, enjeux, historique)
2. Composants et capteurs dans l'IoT (capteurs, actionneurs, microcontrôleurs)
3. Architectures réseau et modèles de communication (client-serveur, publish/subscribe)
4. Protocoles de communication IoT
5. Cas d'usages et domaines d'application (santé, agriculture, industrie, smart city)
6. Sécurité, confidentialité, et normes de standardisation
7. Plateformes IoT (ex : Arduino, Raspberry Pi, Node-RED, AWS IoT...)
8. Programmation d'objets connectés (Java, C, Python)
9. IoT, Big Data et intelligence ambiante : défis et perspectives
10. IoT, innovation et écosystèmes

industriels **Mode d'évaluation : 100%**

Examen Références :

- Pierre-Jean Benghozi, Sylvain Bureau, Françoise Massit-Folléa, *L'Internet des Objets*. 2009
- Adrian McEwen, Hakim Cassimally, *Designing the Internet of Things*, Wiley, 2013.
- Olivier Hersent, *L'Internet des objets : Les principaux protocoles M2M*, Dunod, 2014.
- Samuel Greengard, *The Internet of Things*, MIT Press, 2015.
- Tomás Domínguez-Bolaño, Omar Campos, Valentín Barral, Carlos J. Escudero, José A. García-Naya, *An overview of IoT architectures, technologies, and existing open-source projects*, Volume 20, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.iot.2022.100626>.

Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique
Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)
Intitulé de la matière : Réseaux Avancés 2 **Semestre : 2**
Type : UEF21 VHS : 63h VHH : 4h30 Cours : 1h30 TD : 1h30
TP : 1h30
VHS travail personnel : 42h Coefficient : 3 Crédit : 5

Objectifs de l'enseignement

Le contenu de cette matière est une continuité par rapport à celui de la matière Réseaux avancés 1, où des concepts avancés relatifs aux réseaux IP ainsi qu'une panoplie de protocoles importants fonctionnant au niveau de la couche liaison de données sont étudiés. Elle aborde également des technologies émergentes des réseaux telles que le SDN (Software Defined Networking) et le NFV (Network Functions Virtualization).

Connaissances préalables recommandées

Connaissances acquises de la matière Réseaux avancés 1

Contenu de la matière Cours : 21h

Chapitre 1 : Protocoles IP avancés et mobilité

- Protocoles IPv6 et ICMPv6 : structure, fonctionnement, comparaison avec IPv4.
- Transition entre IPv4 et IPv6 :
- Techniques de coexistence : double pile, tunneling, passerelles.
- Mobilité IP : principe et fonctionnement du protocole Mobile IP (MIP).
 - Introduction au Named Data Networking (NDN) : modèle de communication basé sur le contenu.

Chapitre 2 : Réseaux locaux et gestion des infrastructures

1. Commutation et segmentation de réseau

- Réseaux locaux virtuels (VLANs)
- Protocoles associés : VTP (VLAN Trunking Protocol), DTP (Dynamic Trunking Protocol)
- Prévention des boucles de commutation : STP (Spanning Tree Protocol)

2. Adressage local et accès au support

- Traduction d'adresses : NAT (Network Address Translation), PAT (Port Address Translation)
- Protocoles d'adressage local : ARP, RARP
- Protocoles de liaison de données : PPP, HDLC
- Accès au support : CSMA/CD
- Découverte de voisinage : LLDP (Link Layer Discovery Protocol)

3. Supervision et gestion de réseau

- Protocoles de gestion : NTP (Network Time Protocol), SNMP (Simple Network Management Protocol)

- Introduction à MPLS (Multi-Protocol Label Switching)

Chapitre 3 : Réseaux programmables et virtualisation

- Réseaux définis par logiciel (SDN - Software Defined Networking) :
 - Architecture, séparation du plan de contrôle et de données
 - Cas d'usage et exemples d'implémentation
- Virtualisation des fonctions réseau (NFV - Network Function Virtualization) :
 - Principe et technologies
 - Complémentarité avec SDN

Mode d'évaluation : Examen 60% + Contrôle Continu 40%

Références :

- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2021). Computer Networking A Top-Down Approach. Pearson Editions. 2021.
- Bonaventure, O., Networking : Principles, Protocols and Practice, 3rd Edition, 2021.
- Lannone, E., Telecommunication networks, O'Reilly Edition, 2017.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique**

**Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière :
Informatique) Intitulé de la matière : Réseaux Sans Fil
Semestre : 2 Type : UEF21 VHS : 63h VHH : 4h30
Cours : 1h30 TD : 1h30 TP : 1h30
VHS travail personnel : 42h Coefficient : 3 Crédit : 5**

Objectifs de l'enseignement

L'utilisation des réseaux sans fil s'impose de plus en plus dans notre vie d'où l'importance de cette matière qui permet aux étudiants d'acquérir des notions très solides dans ce domaine.

Connaissances préalables recommandées : Notions de réseau Informatique.

Contenu de la matière

Cours : 21h

- Introduction aux réseaux sans fil
- Types de réseaux sans fil
- Eléments fondamentaux de la transmission sans fil : le signal, les ondes électromagnétiques, la propagation, la couverture, etc.
- Les techniques d'étalement de spectre (FHSS, DSSS,...)
- Antennes et équipements de transmission dans les réseaux sans fil
- Les réseaux locaux sans fil
 - Définitions et architectures
 - Les normes IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax (Wi-Fi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7...)
 - La couche physique dans les réseaux locaux sans fil
 - Couche liaison de données : Les techniques d'accès concurrent au support de communication sans fil (CSMA/CA)
 - La sécurité dans les réseaux locaux sans fil
- Les réseaux Ad hoc.
- Le routage dans les réseaux Ad hoc : protocoles proactifs, protocoles réactifs, protocoles hybrides.
- Réseaux de capteurs sans fil
- Les nouvelles technologies émergentes de la communication sans fil

Mode d'évaluation : Examen 60% + Contrôle Continu 40%

Références.

- Sachan V. K.. Wireless Cellular Communications: Principles, Designs and Applications, Paperback Edition. 2020
- Blokdik, G. Wireless Local Area Network A Complete Guide, Paperback Edition. 2021
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. Computer Networking A Top-Down Approach. Pearson Editions. 2021
- Lannone, E. Telecommunication networks, O'Reilly Edition. 2017.
- William Stallings, Wireless Communications & Networks, Prentice Hall (2005). - Begrouz A. Forouzan, DATA COMMUNICATION AND NETWORKING , fourth edition McGraw-Hill, Higher Education, 2007

**Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique**

Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)
Intitulé de la matière : Systèmes Distribués 2 Semestre : 2 Type : UEF22

VHS : 42h VHH : 3h Cours : 1h30 TD : 1h30 TP : -
VHS travail personnel : 21h Coefficient : 3 Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement

- Approfondir les algorithmes distribués, la tolérance aux fautes et la cohérence des données.
- Étudier les systèmes concrets : fichiers distribués, gestion d'objets, quorums, P2P.

Connaissances préalables recommandées : Systèmes Distribués 1

**Contenu de la matière
Cours : 21h**

Chapitre 1 : Algorithmes distribués avancés

- Algorithmes d'élection (Bully, Ring)
- Anneaux virtuels et protocoles d'insertion/retrait
- Détection de terminaison (algorithmes, applications)

Chapitre 2 : Tolérance aux fautes

- Hypothèses de pannes et modèles de fautes
- Points de reprise (checkpointing, log-based recovery)
- Diffusion fiable
- Consensus et quorums (Paxos, Raft - survol)

Chapitre 3 : Cohérence et réplication des données

- Modèles de cohérence (forte, séquentielle, causale, éventuelle)
- Protocoles de réplication (copie primaire, duplication active/passive)
- Communication de groupe ordonnée (reliable multicast, atomic broadcast)

Chapitre 4 : Gestion répartie de l'information

- Objets distribués, mémoire virtuelle distribuée
- Gestion de caches, duplication et cohérence
- Diffusion large échelle (multicast, pub-sub)

Chapitre 5 : Systèmes P2P et quorums

- Architectures P2P : non structurée vs DHT (Chord, Kademlia)

- Systèmes de quorums pour la tolérance et la cohérence
- Applications : Blockchain, BitTorrent (exemples)

Chapitre 6 : Études de cas & technologies modernes

- Fichiers distribués : NFS, AFS, HDFS
- Middleware et frameworks : Zookeeper, Kafka, gRPC
- Exemples de microservices et architectures orientées

service **Mode d'évaluation:** Contrôle Continu 40% + Examen

60% **Références :**

1. Rachid Guerraoui and Luis Rodrigues, *Introduction to Reliable Distributed Programming*, Springer, 2010.
2. A. S. Tanenbaum, M. van Steen, *Distributed Systems - Principles and Paradigms*, Prentice Hall, 2002.
3. Michel Raynal, *Synchronisation et état global dans les systèmes répartis*, Éditions Eyrolles, 1992.
4. M. Singhal, N. G. Shivaratri, *Advanced Concepts in Operating Systems*, McGraw-Hill, 1994.
5. Ajay D. Kshemkalyani, Mukesh Singhal, *Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems*, Cambridge University Press, 2008.
6. Sukumar Ghosh, *Distributed Systems: An Algorithmic Approach*, Taylor & Francis Group, 2007.
7. Nancy Lynch, *Distributed Algorithms*, Elsevier, 1996.
8. Nicola Santoro, *Design and Analysis of Distributed Algorithms*, John Wiley & Sons, 2007.
9. Weijia Jia and Wanlei Zhou, *Distributed Network Systems - From Concepts to Implementations*, Springer, 2005.
10. Richard John Anthony, *Systems Programming: Designing and Developing Distributed Applications*, Elsevier, 2016.

Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique
Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)
Intitulé de la matière : Modèles de Spécification des Systèmes Distribués

Semestre : 2 Type : UEF22

VHS : 42h VHH : 3h Cours : 1h30 TD : - TP : 1h30

VHS travail personnel : 21h Coefficient : 3 Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est d'introduire l'étudiant dans le domaine de la conception formelle des systèmes parallèles et distribués. L'accent sera mis sur les formalismes de spécification et les modèles sémantiques du parallélisme. Par ailleurs, dans les séances de travaux pratiques il serait question d'introduire les étudiants à des outils de spécification formelle et leur application sur des exemples issus du domaine des systèmes concurrents, parallèles et distribués.

Connaissances préalables recommandées : *Notions sur le génie logiciel*

Contenu de la matière Cours : 21h

Chapitre 1 : Méthodologie de conception formelle des systèmes parallèles et distribués.

Chapitre 2 : Sémantique et modèle des systèmes de transitions Étiquetées.

Chapitre 3 : Modèle des réseaux de Petri

- Syntaxe et sémantique
 - o Principaux caractéristiques
 - o Propriétés générales des réseaux de Petri
 - o Ingrédients pour la modélisation
 - o Modèles classiques (Producteurs consommateurs, Lecteurs rédacteurs,

Problème des philosophes)

- Analyse de propriétés
 - o Propriétés des réseaux de Petri
 - o Analyse de quelques propriétés des réseaux de Petri via les composantes fortement connexes
 - o Analyse structurelle des réseaux de Petri

Chapitre 3 : L'algèbre de processus LOTOS

- Syntaxe de Basic LOTOS
- Spécification des données dans LOTOS
- Sémantique opérationnelle structurée d'entrelacement de LOTOS
- Quelques exemples classiques de spécifications formelles

Chapitre 4 : Vue générale sur les méthodes formelles de vérification

Mode d'évaluation : Examen 60% + Contrôle Continu 40%

Références

- Howard Bowman and Rodolfo Gomez, Concurrency Theory : Calculi and Automata for Modelling Untimed and Timed Concurrent Systems, 2006
- Manfred Broy Bengt Jonsson, Joost-Pieter Katoen Martin Leucker and Alexander Pretschner (Eds.) Model-Based Testing of Reactive Systems Advanced Lectures Book Series Lecture Notes in Computer Science, Springer Berlin / Heidelberg 2005.
- Saidouni Djamel Eddine, Modèles du parallélisme, Polycopié (80 pages).

**Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique**

Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Qualité de service dans les réseaux **Semestre : 2 Type :**

UEM2 VHS : 42h

VHH : 3h

Cours : 1h30 **TD :-**

TP : 1h30

VHS travail personnel : 21h

Coefficient : 2 Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement

L'évaluation de l'état du système et la détection des dysfonctionnements sont des tâches primordiales pour assurer une bonne maîtrise du réseau et mener à bien ses actions. À la fin de ce cours, l'étudiant apprendra les éléments de bases de la QoS, la relation entre la QoS et le réseau, les modèles de base de gestion de files d'attente appliqués aux réseaux, les modèles de politiques de QoS, ainsi que les mécanismes appliqués pour garantir la QoS dans les réseaux de communication. Il découvrira aussi la QoS implémentée dans les réseaux de la nouvelle génération.

Connaissances préalables recommandées : Les différents types de réseaux et leurs protocoles.

Contenu de la matière Cours : 21h

- 1) Introduction de la QoS dans les réseaux IP
 - Critères de QoS (Débit, Gigue, taux de perte)
 - Types de QoS
 - Taxonomie des applications
 - Le multimédia et la QoS (Streaming, Multicast..)
- 2) Gestion de trafic
 - Scheduling
 - Traffic shaping
 - policing
 - Congestion avoidance
- 3) Politiques de QoS
 - DiffServ
 - InServ
 - RSVP
 - MPLS
- 4) QoS dans les réseaux

Mode d'évaluation : Examen 60% + Contrôle Continu 40%

Référence :

- Wendell Odom, Michael J. Cavanaugh, Cisco QOS Exam Certification Guide (IP Telephony Self-Study): CISCO QOS EXAM CERT GD_c2 (Official Cert Guide), Cisco Systems, 2005
- Jean François Susbielle Internet, Multimedia et temps réel, Eyrolles 2000
- Jean Louis Melin, Qualité de service sur IP, Eyrolles 2001
- R. Steinmetz, Multimedia : Computing, Communications and Applications , Prentice Hall 1995

**Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique**

Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Machine learning
Semestre : 2 Type : UEM2 VHS : 63h
VHH : 4h30
Cours : 1h30 TD : 1h30 TP : 1h30
VHS travail personnel : 42h Coefficient : 2 Crédit : 5

Objectifs de l'enseignement

Cette matière comprend une introduction au domaine, suivie d'un aperçu des techniques d'apprentissage supervisé et non supervisé, puis d'une exploration de sujets plus avancés tels que l'apprentissage profond et le traitement automatique du langage naturel. La matière aborde aussi les fondements mathématiques essentiels (algèbre linéaire, statistiques), la programmation Python et des aspects pratiques tels que le prétraitement des données, l'ingénierie des caractéristiques, la sélection de modèles, l'entraînement, l'évaluation et le déploiement.

Connaissances préalables recommandées

Mathématiques : Algèbre linéaire, probabilités, statistiques, etc.

Contenu de la matière

Cours : 21h

1. Introduction et fondamentaux de l'apprentissage automatique
 - Apprentissage automatique ; définition et domaines d'application
 - Types d'apprentissage (supervisé, non supervisé, semi supervisé, par renforcement, autonome)
 - Fondements mathématiques : algèbre linéaire, statistiques et probabilités, variables aléatoires et distributions, pensée Bayésienne.
 - Flux de travail d'apprentissage automatique: les étapes d'un projet d'apprentissage automatique (de la collecte des données au déploiement).
2. Apprentissage supervisé
 - Régression : linéaire, polynomiale, etc.
 - Classification : Régression logistique, machines à vecteurs de support (SVM), arbres de décision et méthodes d'ensemble (forêts aléatoires, boosting de gradient).
 - Évaluation de modèles : Mesures permettant d'évaluer les performances des modèles de régression et de classification (RMSE, exactitude, précision, rappel, score F1).
3. Apprentissage non supervisé
 - Clustering : Clustering K-means, clustering hiérarchique (agglomératif, divisif), basé sur la densité (DBSCAN, OPTICS).
 - Métriques d'évaluation : score de silhouette, indice de Davies-Bouldin, indice de Rand ajusté, information mutuelle
 - Réduction de dimensionnalité : Analyse en composantes principales (ACP), t-SNE, Analyse Discriminante Linéaire (LDA), Analyse en Composantes Indépendantes (ICA), UMAP, Analyse Factorielle.
 - Métriques d'évaluation : support, confiance, levier, conviction.
 - Détection d'anomalies : Identification des valeurs aberrantes
 - Apprentissage des Règles d'Association: Analyse du panier d'achat, Algorithme Apriori, Algorithme Eclat, Croissance de motif fréquent (FP-Growth), Métriques d'évaluation (support, confiance, levier, conviction)

4. Apprentissage profond

- Introduction aux réseaux de neurones : architecture de base, principes de fonctionnement.
- Architectures d'apprentissage profond : différents types de réseaux de neurones (réseaux de neurones convolutifs (CNN), réseaux de neurones récurrents (RNN)).

-Entraînement de modèles d'apprentissage profond : TensorFlow, PyTorch.

5. Sujets avancés

- Traitement automatique du langage naturel (TALN)
- Analyse des séries temporelles
- Systèmes de recommandation
- Apprentissage par renforcement

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%)** : contrôles continus, travail personnel.

Références bibliographiques

- Andreas Müller and Sarah Guido (2016). Introduction to Machine Learning with Python. O'Reilly.
- Bastien, L. (2024). Machine Learning et Big Data : définition et explications de la combinaison. <https://www.lebigdata.fr/machine-learning-et-big-data>.
- Gullitti, T. et LLC, R.B. (2017). Application Of Machine Learning Algorithms To On-Board Diagnostics (Obd li) Threshold Determination.
- Chapelle, O., Scholkopf, B. et Zien, Eds., A. (2009). Semi-Supervised Learning. IEEE Transactions on Neural Networks, 20(3), p: 542–542. <https://doi.org/10.1109/TNN.2009.2015974>
- Batta, M. (2018). Machine Learning Algorithms : A Review. https://www.researchgate.net/publication/344717762_Machine_Learning_Algorithms_-_A_Review

**Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique**

Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Gestion de projets informatiques

Semestre : 2

Type : UET2 VHS : 42h

VHH : 3h

Cours : 1h30 TD : -

TP : 1h30

VHS travail personnel : 21h

Coefficient : 1

Crédit : 2

Objectifs de l'enseignement: cette matière permet à l'étudiant :

- De comprendre les principes et les méthodes de gestion de projets informatiques.
- D'exécuter les différentes phases d'un projet informatique, de la conception à la clôture.
- D'acquérir les compétences en planification, organisation, suivi et contrôle de projets.
- D'identifier et gérer les risques liés aux projets informatiques.
- D'utiliser des outils et des techniques de gestion de projets informatiques.
- De travailler en équipe dans un contexte de gestion de projet.

Connaissances préalables recommandées : génie logiciel, systèmes d'information.

Contenu de la matière

Cours : 21h

1. Introduction à la gestion de projets informatiques

- Définition et enjeux de la gestion de projets informatiques.
- Processus de production d'un projet informatique : processus de réalisation, processus de gestion, processus qualité.
- Les différents types de projets informatiques (développement logiciel, infrastructure, etc.).
- Les acteurs impliqués dans un projet informatique.

2. Méthodologies de gestion de projets

- Méthodologies traditionnelles (cycle en V).
- Méthodologies agiles (Scrum, Kanban).

3. Planification et estimation

- Définition du périmètre et des objectifs du projet.
- Découpage du projet en tâches (WBS).
- Établissement du planning (diagramme de Gantt, PERT).
- Estimation des ressources (temps, budget, personnel, coûts, COCOMO).
- Utilisation d'outils de planification (Microsoft Project, Asana, etc.).

4. Gestion des risques

- Identification et analyse des risques (matrice SWOT, diagramme d'Ishikawa)
- Évaluation de la probabilité et de l'impact des risques

5. Suivi et contrôle

- Suivi de l'avancement du projet
- Gestion des changements
- Communication et reporting
- Tableaux de bord et de métriques clés de performance (KPI)

6. Gestion des ressources

- Identification des ressources nécessaires
- Allocation des ressources aux différentes tâches
- Gestion des conflits et des priorités

7. Gestion de la qualité

- Définition des critères de qualité.

- Mise en place de procédures de contrôle qualité
 - Réalisation de tests et de validation
8. Clôture du projet
- Documentation de la clôture du projet.
 - Transfert des connaissances et des compétences.
 - Évaluation de la satisfaction des parties prenantes.
 - Bilan du projet et identification des leçons apprises.
9. Outils de gestion de projets informatiques
- Logiciels de gestion de projets
 - Systèmes de gestion de la connaissance
 - Plateformes de communication et de collaboration

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** contrôles continus, travail personnel..

Références bibliographiques

- Project Management Institute (PMI) (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*.
<https://www.pmi.org>
- Andrew Stellman & Jennifer Greene (2005). *Applied Software Project Management*. Series: Theory In Practice.
- Harold Kerzner (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. Wiley.
<https://www.wiley.com>
- Scott Berkun (2008). *Making Things Happen: Mastering Project Management (Theory In Practice)*.
- O'Reilly, Roger S. Pressman & Bruce R. Maxim (2014). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill.
- Steve McConnell (2006). *Software Estimation: Demystifying the Black Art*. Microsoft Press. <https://www.microsoftpressstore.com>
- Claude Aubry (2022). *Scrum : un outil convivial pour une agilité radicale*. Éditions Dunod.
- Stephen H. Kan (2010). *Metrics and Models in Software Quality Engineering* (2nd Edition). Addison-Wesley Professional
- I.
- Linda Westfall (2009). *The Certified Software Quality Engineer Handbook*. Quality Press.
- Murali Chemuturi (2010). *Mastering Software Quality Assurance: Best Practices, Tools and Techniques for Software Developers*. J. Ross Publishing.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique**

**Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière :
Informatique) Intitulé de la matière : Réseaux Mobiles
Semestre : 3**

Type : UEF31

**VHS : 63h VHH : 4h30 Cours : 1h30 TD : 1h30 TP : 1h30
VHS travail personnel : 21h Coefficient : 3 Crédit : 5**

Objectifs de l'enseignement

Ce cours permet à l'étudiant de découvrir les réseaux étendus, notamment les réseaux cellulaires sont couverts dans leur ensemble selon les différentes technologies existantes et la nouvelle génération 6G est également introduite. Le réseau urbain sans fil WiMax est analysé du point de vue de sa performance et de ses services. Le réseau LTE est aussi couvert.

Connaissances préalables recommandées

Ce cours suppose une bonne connaissance de la réseautique de base, en particulier le modèle de référence OSI et les protocoles du modèle TCP/IP.

Contenu de la matière Cours : 21h

1. Réseaux mobile de 2eme génération
2. Réseaux mobile de 3eme génération
3. Réseaux mobile de 4eme génération
4. Réseaux mobiles de 5ème génération
5. Réseaux mobile à venir la 6G

Mode d'évaluation : 60% examen + 40% Control continu.

Références Bibliographiques :

- From GSM to LTE-Advanced Pro and 5G: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband- Martin Sauter, Wiley and Sons Ltd, 2017
- Réseaux GSM - Xavier Lagrange, Philippe Godlewski, Sami Tabbane - Ed. Hermes, 2000
- WCDMA for UMTS : HSPA Evolution and LTE - Dr. Harri Holma, Dr. Antti Toskala - Ed. Willey
- 3G Wireless With WiMAX and Wi-Fi: 802.16 and 802.11 - Clint Smith et John Meyer - Ed. McGraw - Hill Professional
- L. Toutain "Réseaux locaux et Internet", 3me édition, Hermes, 2003
- C. Huitema "Le routage dans l'Internet", Eyrolles, 1995
- Jochen Schiller, Mobile Communications. Addison-Wesley, 2000.
- Wireless Communications – Principles and Practice, Second Edition. Theodore S. Rappaport. Prentice Hall.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique**

**Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière :
Informatique) Intitulé de la matière : Virtualisation, Cloud
Computing et sécurité**

Semestre : 3 Type : UEF31

VHS : 63h

VHH : 4h30

Cours : 1h30 TD : - TP : 3h

VHS travail personnel : 42h

Coefficient : 3

Crédit : 5

Objectifs de l'enseignement : L'objectif de cette matière est de permettre à l'étudiant de se familiariser avec le Cloud Computing, en présentant les fondements de la virtualisation ainsi que les outils permettant de créer et de déployer des infrastructures Cloud et enfin les applications de la sécurité dans un tel environnement.

Connaissances prérequis recommandées : Notions de virtualisation, de distributivité, de réseau, de Web, ...

**Contenu de la matière
Cours : 21h**

1. Virtualisation.
 - Définitions de la virtualisation.
 - Machines virtuelles (virtualisation des postes de travail, virtualisation des serveurs).
 - Virtualisation des applications.
 - Virtualisation des données et du stockage.
 - Virtualisation des réseaux informatiques.
2. Définitions et historique.
 - Définitions : Le Cloud et le Cloud Computing, le Cloud Computing d'un point de vue économique, et le Cloud Computing comme un espace virtuel.
 - Historique : Années 50, début des années 2000, ...
3. Modèles et services du Cloud Computing.
 - Modèles du Cloud.
 - Services Cloud : Infrastructure en tant que service (IaaS), Plateforme en tant que service (PaaS), et Logiciel en tant que service (SaaS).
 - Architecture des services cloud.
 - Autres services.
4. Architecture et typologie du Cloud Computing.
 - Architecture : N-Tiers, architecture orientée services (SOA), machine virtuelle, et virtualisation de fichiers.
 - Déploiement : Phase pilote, phase de déploiement et d'intégration, phase de pilotage du chargement.
 - Typologie : Cloud privé, Cloud public, Cloud communautaire, Cloud hybride, Cloud distribué, Inter-Cloud, et Multi-Cloud.
5. Exemples de Cloud.
 - DROPBOX, Plateforme Cloud Microsoft, Clouds commerciaux et principaux acteurs du marché.
 - Présentation d'OpenStack, OPenNebula.

- Exemples de Cloud pour le stockage.
- 6. Avantages et limites du Cloud.
 - Avantages du Cloud : Réduction des coûts, flexibilité et recentrage sur le cœur de métier.
 - Limites du Cloud : Maîtrise des pertes informatiques (confiées à un ou des tiers), problèmes de sécurisation des données informatiques.
- 7. Sécurité et confidentialité dans le Cloud.
 - Aspects généraux.
 - Problèmes de sécurité spécifiques.
 - Aspects contractuels.
 - Bonnes pratiques de sécurité.
 - Synthèse et aperçu. - Menace. - Types d'attaquants. - Risques de sécurité. - Conseils pour limiter les risques.

Mode d'évaluation : 60% examen + 40% Control continu.

Références bibliographiques :

1. Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej M. Goscinski, "Cloud Computing: Principles and Paradigms", John Wiley & Sons, 2010 (ISBN 9781118002209).
2. Lee Gillam, "Cloud computing", Springer, 2010 (ISBN 9781849962414).
3. Zaigham Mahmood, Richard Hill, "Cloud Computing for Enterprise Architectures", Springer, 2011 (ISBN 9781447122364).
4. Cigref Réseau des grandes entreprises, "Fondamentaux du Cloud Computing – Le point de vue des grandes entreprises", Mars 2013.
5. Romain Hennion, Hubert Tournier, Eric Bourgeois, Cloud Computing: Décider - Concevoir - Piloter - Améliorer, Eyrolles, 2012.
6. Guillaume Plouin, Cloud Computing, Sécurité, stratégie d'entreprise et panorama du marché, Collection InfoPro, Dunod, 2013.
7. Guillaume Plouin, Tout sur le Cloud Personnel, Travaillez, stockez, jouez et échangez... dans le nuage, Dunod, 2013.
8. Adora Nwodo, Confident Cloud: Uncover the Essentials of Cloud Computing (Confident Series, 17) Edition: 1, Kogan Page, 2024.
9. Naresh Kumar Sehgal, Pramod Chandra P. Bhatt, John M. Acken, Cloud Computing with Security and Scalability. Concepts and Practices Edition: 3, Springer, 2023.
10. Matthew Portnoy, Virtualization Essentials, Sybex, 2023.
11. Souvik Pal, Dac-Nhuong Le , Prasant Kumar Pattnaik :Cloud Computing Solutions: Architecture, Data Storage, Implementation, and Security , ISBN: 978-1-119-68202-8 May 2022.
12. Judith S. Hurwitz, Daniel Kirsch: Cloud Computing For Dummies, 2nd Edition, ISBN: 978-1-119-54671 July 2020.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique**

**Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière :
Informatique) Intitulé de la matière : Développement
d'Applications Distribués**

Semestre : 3 Type : UEF32

**VHS : 42h VHH : 3h Cours : 1h30 TD : - TP : 1h30
VHS travail personnel : 21h Coefficient : 3 Crédit : 4**

Objectifs de l'enseignement Le cours vise à familiariser les étudiants avec les applications distribuées grâce à une étude approfondie des architectures, des protocoles de communication et des plateformes utilisés dans les applications distribuées (Types de communication : par message, par procédure, et par objet). De plus, il vise à familiariser l'étudiant avec les principaux concepts liés aux systèmes distribués ayant des composantes développées grâce à des intergiciels (middleware)

Connaissances préalables recommandées : systèmes distribués, réseaux.

Contenu de la matière

Cours : 21h

Chapitre	1.	Introduction	aux	systèmes	distribués
1.1	Définition	des	systèmes	distribués.	
1.2	Rôles et	intérêts	d'un	système	distribué.
1.3	Caractéristiques	et concepts	d'un	système	distribué.
1.4	Domaines	d'application	d'un	système	distribué.
Chapitre	2	Défis	dans le	développement	d'applications distribuées
2.1	Défis	de	la	concurrence.	
2.2	Défis	de	blocages	et	d'incohérences.
2.3	Défis	de	la	sécurité.	
Chapitre	3	Le	modèle	Client/Serveur	
3.1				Définition	
3.2	Les		principes	généraux.	
3.3		L'architecture		Client/Serveur.	
3.4	La	répartition	des	tâches	
3.5	Les	différents	modèles	client/serveur.	
Chapitre	4	Programmation multithread	des sockets TCP	et UDP	
4.1		Programmation		concurrente.	
4.2				Threads.	
4.3		sockets TCP et UDP			
Chapitre	5	Présentation	du	middleware	
5.1	Définition	de		middleware.	
5.2	Principes	et		Caractéristiques.	
5.3	Types	de		middlewares	
5.4	Avantages	et		inconvénients.	
Chapitre	6	Le	modèle	RPC	
6.1	Présentation,	Principe	et	objectifs.	
6.2	Utilisation		d'un	IDL.	
6.3	Exemple de client-serveur avec RPC.				

Chapitre 7 . Programmation distribuée utilisant Java RMI

Présentation.

7.1	Architecture	de	RMI.
7.2	Etapes d'un appel de méthode	distant.	
7.3	Mise en œuvre d'une application avec	RMI.	
Chapitre 8	Programmation distribuée utilisant Java	CORBA	
8.1	Architecture du bus	Corba.	
8.2	Interopérabilité du bus	Corba.	
8.3	L'architecture objet	globale	
8.4	Le langage	IDL	
8.5	Principes de programmation	Corba	
8.6	Exemple de	déploiement	
Chapitre 9	Programmation web		
9.1	Architecture web.		
9.2	Le langage	JavaScript.	
Chapitre 10	Services Web		
10.1	Principes.		
10.2	Services SOAP (WSDL,UDDI et Services SOAP en	Java).	
10.3	Services REST.		

Mode d'évaluation : 60% examen + 40% Control continu.

Références

- *Distributed Systems: Concepts and Design* (Fifth Edition), by George Coulouris, Jean Dollimore Tim Kindberg and Gordon Blair, 2011.
- Arno Puder, Kay Romer, and Frank Pilhofer. 2005. *Distributed Systems Architecture: A Middleware Approach*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.
- V R DANIEL, J. – Les services web, concepts, outils et techniques – Vuibert, 2003.
- V R BAUER C. et King G. – *Hibernate in action* – Manning 2005 (ebook)
- V R HUSTED T. et All. – *Struts in action*. Building web applications with the leading Java framework – Manning 2003
- Objects vs component vs web services(object vs webservice war) : <https://queue.acm.org/detail.cfm?id=1039533>

**Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique**

**Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière :
Informatique) Intitulé de la matière : Cryptographie et
Sécurité Informatique**

Semestre : 3 Type : UEF32

VHS : 84h	VHH : 6h	Cours : 3h	TD : 1h30	TP : 1h30
VHS travail personnel : 21h	Coefficient : 3	Crédit : 4		

Objectifs de l'enseignement: Cette matière vise à initier les étudiants aux principes fondamentaux de la sécurité informatique et de la cryptographie, à leur faire maîtriser les techniques de protection des données (chiffrement, authentification, pare-feux, IDS/IPS, etc.), et à les sensibiliser aux menaces, aux attaques et aux bonnes pratiques de sécurisation des systèmes et des réseaux.

Connaissances préalables recommandées: Notions sur les réseaux et les systèmes informatiques.

Contenu de la matière Cours : 21h

Chapitre 1 : Fondamentaux de la sécurité informatique

- Définitions et enjeux de la sécurité informatique

Chapitre 2 : Introduction à la cryptographie

- Objectifs de la cryptographie
- Cryptographie symétrique/asymétrique
- Fonctions de hachage cryptographique
- Signature électronique : principes généraux
- Concepts de base en gestion des clés
- Présentation des normes (AES, RSA, SHA, etc.)

Chapitre 3 : Méthodes de chiffrement avancées

- Fonction « à sens unique »
- Méthode RSA et factorisation des entiers
- Logarithme discret et cryptosystème ElGamal
- Problème du sac à dos (Knapsack)
- Codes correcteurs d'erreurs et cryptosystème de McEliece
- Courbes elliptiques et cryptosystèmes ECC
- Partage de secret (Shamir, etc.)
- Chiffrement d'images
- Protection du droit d'auteur
- Nouvelles tendances en cryptographie
- Introduction à la cryptanalyse

Chapitre 4 : Authentification et intégrité

- Principes des protocoles d'authentification
- Techniques d'authentification
- Signature numérique et certificats

- Signature utilisant des clés publiques
- Sécurité des fichiers : intégrité, accès, confidentialité
- Exemples et algorithmes utilisés (HMAC, RSA-Sign, etc.)

Chapitre 5 : Virologie et sécurité logicielle

- Introduction à la virologie informatique
- Techniques de réplication et de propagation
- Typologies des codes malveillants (virus, vers, chevaux de Troie, ransomware...)
- Méthodes de protection et de prévention
- Produits antivirus : typologies et fonctionnalités
- Introduction à l'analyse de malwares

Chapitre 6 : Sécurité réseau et Firewalls

- Présentation des technologies de Firewalls
- Emplacement et rôle des Firewalls dans un réseau
- Politique de sécurité et configuration des règles
- Introduction aux IDS/IPS (systèmes de détection/prévention)
- Exemple pratique de configuration d'un Firewall

Chapitre 7 : Infrastructures et politiques de sécurité réseau

7.1. Infrastructures de sécurité réseau

- Sécurité des accès : pare-feu, WAF, proxy, NAC
- Sécurité des serveurs
- Systèmes de détection et de prévention des intrusions (IDPS)
- Zones démilitarisées (DMZ)
- Réseaux privés virtuels (VPN)
- Principes et méthodes de conception d'une architecture réseau sécurisée

7.2. Politiques et approches de sécurité réseau

- Solution Zero Trust
- Solutions SIEM (gestion des informations et des événements de sécurité)
- Solutions IDS/IPS (rappel et approfondissement)
- Sécurité des accès
- Gestion des vulnérabilités
- Audit, conformité
- Formation et sensibilisation des utilisateurs

Mode d'évaluation : 60% examen + 40% Control continu.

Références :

- Laurent Bloch, Christophe Wolfhugel, « Sécurité Informatique : Principes et Méthode », Eyrolles 2007
- Hans Delfs, Helmut Knebl, « Introduction to Cryptography : Principles and Applications », 2nd Edition, Springer 2007.
- Stallings, W., Cryptography and Network Security: Principles and Practice, 7th ed. Pearson (2016) A. Menezes, P. van Oorschot, and S. Vanstone, Handbook of Applied Cryptography, CRC Press (1996)
- Ireland & Rosen, A Classical Introduction to Modern Number Theory, Springer.
- Koblitz, A Course in Number Theory and Cryptography, Springer, 1994.
- Blake, Seroussi et Smart, Elliptic Curves in Cryptography, Springer.
- Koblitz, Algebraic Aspects of Cryptography, Springer.
- Takanori Isobe, Santanu Sarkar. Progress in Cryptology, Springer International Publishing, 2022.
- W. Stallings. "Computer Security : Principles and Practice". Editions Prentice Hall. 2011.
- Didier Müller. Les Codes secrets décryptés. City Editions, 2007.
- Renaud Dumont : Cryptographie et Sécurité informatique. Université de Liège 2010.
- Touradj Ebrahimi , Franck Leprévost , Bertrand Warusfel, Cryptographie et sécurité des systèmes et réseaux, Hermès - Lavoisier 2006.
- M. T. Goodrich, R. Tamassia. "Introduction to Computer Security". Editions Pearson, International Edition. 2010.
- W. Stallings. "Cryptography and Network Security: Principles and Practice". Editions Pearson, International Edition. 2010.
- G. Avoine, P. Junod, P. Oechslin. "Sécurité Informatique". Editions Vuibert. 2010.

Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique
Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)
Intitulé de la matière : Administration des Systèmes et des Réseaux

Semestre : 3 Type : UEM3
VHS : 42h VHH : 3h Cours : 1h30 TD : - TP : 1h30
VHS travail personnel : 21h Coefficient : 2 Crédit : 5

Objectifs de l'enseignement

L'objectif est de former les étudiants au métier d'administrateur systèmes et réseaux avec un volume important d'ateliers pratiques (plates-formes Linux et Windows). Il s'agit en particulier d'installer, configurer et étudier par la pratique les principaux services qui sont répandus dans les entreprises équipées d'un réseau informatique. Elle permet d'aborder grâce à un grand nombre d'activités pratiques la prise en main des meilleures pratiques de gestion installation et la configuration d'un parc de stations dans un environnement hétérogène.

Connaissances préalables recommandées : Réseaux, système d'exploitation.

Contenu de la matière Cours : 21h

- Administration client/ Serveur :
 - Structure d'une architecture Client/Serveur
 - Modèles Client/Serveur : P2P, Client/Serveur à deux niveaux, à trois niveaux ;
 - Les modèles d'interactions : communication par messages, communication à événements, base de données (ODBC), client/serveur en RPC).
 - Le Client/Serveur à objets.
- Interopérabilité des systèmes, Redondance, et équilibrage de charge
- Administration réseaux Unix :
 - Mise en œuvre sous Unix de l'administration des services applicatifs usuels pour gérer un parc de machines.
 - Philosophie d'exploitation proposée par Unix, RedHat
 - Configuration réseau adaptée à l'entreprise (Network Manager, Interface Teaming, VLANs, Tunneling SSH).
 - Gestion des comptes et des permissions des utilisateurs de manière pratique
 - Mise en place des services courants en entreprise (Apache, NGINX, DNS, DHCP, etc.)
 - Exploitation des dernières tendances, comme la virtualisation avec KVM et la conteneurisation avec Docker et les conteneurs natifs
- Administration réseau Windows : Domaine Active Directory, Architecture distribuée d'accès aux ressources, Haute disponibilité, Mise en place des services réseau d'entreprise, Services Bureau à distance et accès distant, Application Internet, Déploiement des serveurs et postes de travail. Sécurité d'architecture et réduction de la surface d'attaque. Etudiez cycle de vie d'une infrastructure réseau sous Windows

Mode d'évaluation : Examens (60%) + Contrôle continu (40%)

Références

- G.Gardarin, O. Gardarin. « le client serveur » Eyrolles, 1996
- Robert Orfali, Dan Harkey, Jeri Edwards « Client/Serveur », Vuibert informatique 1999
- T Deman, G Desfarges, F Elmaleh, M Van Jones, Window server 2016, Eyrolles 2017.
- T. Bartolone, Red Hat Enterprise Linux CentOS : Mise en production et administration de serveurs, 2019

Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique
Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)
Intitulé de la matière : Spécification et Vérification des Protocoles
Semestre : 3 Type : UEM3
VHS : 42h VHH : 3h Cours : 1h30 TD : - TP : 1h30
VHS travail personnel : 21h Coefficient : 2 Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière permet à l'étudiant de connaître l'importance des techniques formelles dans le développement des protocoles de communication. Elle décrit l'utilisation de telles techniques dans le cycle de vie relatif au monde de protocoles de communication (Protocol Engineering).

Connaissances préalables recommandées : Notions du cycle de vie du Génie Logiciels.

Contenu de la matière
Cours : 21h

1. Introduction :
 - Rappel : cycle de développement des protocoles de communication.
 - Limites du test d'implémentations de protocoles.
2. Modélisation et vérification formelles :
 - Introduction aux méthodes formelles.
 - Spécification des systèmes et spécification de propriétés
 - Langages de spécification : Automates, RdP, Algèbre
 - Techniques de vérification : Model-checking, Propriétés vérifiables, Problème de décidabilité.
 - Cas d'étude : Alternating Bit Protocol, CSMA/CA, CSMA/CD
 - Diagnostic des implémentations de protocoles.
3. Les outils de vérification de formule
 - Vérification qualitative vs quantitative et model-checking statistique
 - Outils de Vérification : Uppaal, SPIN, ProVerif

Mode d'évaluation : Examen 60 % + Contrôle Continu 40 %

Références

- Gregor v. Bochmann : Protocol Engineering: An Historical Perspective. Hartmut König : « Protocol Engineering », Springer, 2003.
- Carl. A. Sunschine : « Formal Methods for communication protocol : specification and Verification », The Rand Publication Series, 1979.
- Carl. A. Sunschine et al. : « Specification and Verification of Communication Protocols in AFFIRM Using State Transition Models », IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING, VOL. SE-8, NO. 5, pp : 460-489, SEPTEMBER 1982.
- S. Htite, R. Dssouli et A.R. Ghedamsi : « Diagnostic Automatique avec l'outil MFDT », Actes de CFIP'97, pp. 287-300, Editions Hermès, 1997.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique**

Spécialité : Réseaux et Systèmes Distribués (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Méthodologies de recherche
Semestre : 3 Type : UET3 VHS : 21h VHH :

1h30 Cours : 1h30 TD : -TP : -

VHS travail personnel : 21h Coefficient : 1 Crédit : 2

Objectifs de l'enseignement

Cette matière vise à enseigner aux étudiants les compétences et les connaissances nécessaires pour mener des recherches scientifiques efficaces. Il couvre les étapes clés de la recherche, de la formulation du sujet à la rédaction du rapport final, en passant par la revue de littérature, la conception de la recherche, la collecte et l'analyse des données, ainsi que la présentation orale des résultats.

Connaissances préalables recommandées : rédaction scientifique, langue utilisée.

Contenu de la matière

Cours : 21h

1. Introduction à la recherche scientifique

- Définition et objectifs de la recherche scientifique.
- Types de recherche (fondamentale, appliquée, etc.).
- Rôle de la méthodologie dans la recherche.
- L'importance de la maîtrise de la langue utilisée.
- Éthique de la recherche en informatique : plagiat, auto plagiat, IA générative (ChatGpt, Deepseek, etc.)

2. Formulation du sujet de recherche

- Identification et sélection d'un sujet de recherche pertinent.
- Revue de littérature :
 - o Recherche de sources d'information pertinentes (articles scientifiques, livres, etc.).
 - o Analyse critique de la littérature existante (état de l'art).
 - o Identification des lacunes dans l'état de l'art.
- Définition de la problématique
 - o Formulation d'une question de recherche claire et précise.
 - o Définition d'hypothèses de recherche.
- Objectifs de la recherche
 - o Définition des objectifs spécifiques de la recherche cible.
 - o Identification des résultats attendus.

3. Conception de la recherche

- Choix des méthodes de recherche appropriées (expérimentale, qualitative, quantitative, etc.).
- Planification de la collecte des données (échantillonnage, outils de collecte, etc.).
- Élaboration d'un plan de recherche.

4. Collecte des données

- Mise en œuvre du plan de recherche.
- Utilisation des outils et techniques de collecte de données spécifiques à l'informatique.
- Gestion et organisation des données collectées.

5. Analyse des données

- Utilisation de logiciels d'analyse de données.
- Traitement et analyse des données collectées.

- Utilisation de méthodes statistiques ou d'autres techniques d'analyse appropriées.
 - Interprétation des résultats et discussion des implications.
6. Rédaction du rapport de recherche
- Modes et structures de publication : article, brevet, thèse, livre, poster, communication orale...
 - Utilisation de logiciels de rédaction : LaTeX, overleaf, etc.
 - Structure et organisation d'un rapport de recherche scientifique.
 - Rédaction claire et concise des différentes parties du rapport.
 - Présentation des résultats et discussion des conclusions.
 - Rédaction et outils de gestion des références bibliographiques (APA, IEEE, Zotero, EndNote, etc.) et des annexes.
7. Présentation orale des résultats
- Préparation et réalisation d'une présentation orale des résultats de recherche.
 - Maîtrise de la communication scientifique.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (100%).**

Références bibliographiques

- Michel Beaud (2020). *L'art de la thèse*. Éditions La Découverte.
- Stefan Kottwitz (2021). *LaTeX Beginner's Guide: Create visually appealing texts, articles, and books for business and science using LaTeX* (2nd Edition). Packt Publishing.
- Jean-Marie Dubois (2005). *La rédaction scientifique : mémoires et thèses – formes régulières et par articles*. Estem.
- Michèle Lenoble-Pinson (1996). *La rédaction scientifique : conception, rédaction, présentation*. Signalétique, De Boeck Université.
- Christine Gérard & Jean Germain (1985). *Recherche bibliographique et documentaire : généralités*. Faculté de Philosophie et Lettres.