REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADEMIQUE

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université Badji Mokhtar Annaba	**Faculté de Technologie**	**Département d'Informatique**

Domaine : Mathématiques Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Année universitaire : 2026- 2027

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

عرض تكوين جديد
ماستر
أكاديمي

المؤسسة	الكلية/ المعهد	القسم
جامعة باجي مختار عنابة	كلية التكنولوجيا	قسم علوم الحاسوب

الميدان : الرياضيات وعلوم الحاسوب

الشعبة : علوم الحاسوب

التخصص :

السنة الجامعية: 2026/2027

SOMMAIRE

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 – Accords / conventions ----------

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

1- Semestre 1 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Travail pers.			Continu	Examen
UE Fondamentales									
UEF11		**4h30**	**1h30**	**4h30**	**9h**	**10**	**16**		
Algorithmique Avancée et Complexité	63h	1h30	1h30	1h30	3h	4	6	40%	60%
Bases de Données Avancées	42h	1h30		1h30	3h	3	5	40%	60%
Big data Architecture	42h	1h30		1h30	3h	3	5	40%	60%
UEF12		**4h30**	**1h30**	**4h30**	**9h**	**10**	**16**		
Automatisation de processus industriels I	63h	1h30	1h30	1h30	3h	4	6	40%	60%
Electronique de puissance pour l'industrie	42h	1h30		1h30	3h	3	5	40%	60%
Régulation dans l'industrie	42h	1h30		1h30	3h	3	5	40%	60%
UE Méthodologique									
UEM1		**4h30**	**1h30**	**3h**	**9h**	**10**	**15**		
Machine Learning	42h	1h30		1h30	3h	4	5	40%	60%
Analyse de données	42h	1h30	1h30		1h30	3	5	40%	60%
Instrumentation Industrielle et Smart Sensors	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
UE Transversale									
UET1		**1h30**			**1h30**	**2**	**3**		
Entreprenariat	21h	1h30			1h30	2	3		100%
UE Découverte									
UED1		**3h**			**3h**	**4**	**10**		
Réseaux Avancées	21h	1h30			1h30	2	5		100%
Industrie 4.0	21h	1h30			1h30	2	5		100%
Total Semestre 1	**483**	**18h**	**4h30**	**12h**	**30h**	**36**	**60**		

2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Travail pers.			Continu	Examen
UE Fondamentales									
UEF21		**4h30**	**1h30**	**4h30**	**6h**	**10**	**16**		
Deep Learning	63h	1h30	1h30	1h30	3h	4	6	40%	60%
Programmation Avancée pour le Big Data	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
Big Data Analytics	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
UEF22		**4h30**	**1h30**	**4h30**	**6h**	**10**	**16**		
Automatisation de processus industriels II	63h	1h30	1h30	1h30	3h	4	6	40%	60%
Réseaux et bus industriels	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
Programmation avancée des API	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
UE Méthodologique									
UEM2		**3h**	**1h30**	**4h30**	**6h**	**10**	**15**		
Statistiques et probabilités avancées	63h	1h30	1h30	1h30	3h	4	5	40%	60%
Variateurs de Vitesse et Motion Control	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
Stage en entreprise	21h		1h30		1h30	3	5	100%	
UE Transversale									
UET2		**1h30**			**1h30**	**2**	**3**		
Méthodologie de projet et communication professionnelle	21h	1h30			1h30	2	3		100%
UE Découverte		**3h**			**3h**	**4**	**10**		
MLops	21h	1h30			1h30	2	5		100%
Gestion de projet	21h	1h30			1h30	2	5		100%
Total Semestre 2	**483**	**18h**	**4h30**	**12h**	**30h**	**36**	**60**		

3- Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Travail pers.			Continu	Examen
UE Fondamentales									
UEF31		**4h30**	**1h30**	**4h30**	**6h**	**10**	**16**		
Data Engineering	63h	1h30	1h30	1h30	3h	4	6	40%	60%
Visualisation des données	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
Steaming Analytics	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
UEF32		**4h30**	**1h30**	**4h30**	**6h**	**10**	**16**		
Jumeaux numériques et Simulation	63h	1h30	1h30	1h30	3h	4	6	40%	60%
Maintenance Prédictive et IA	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
Supervision des systèmes industriels et IHM	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
UE Méthodologique									
UEM3		**3h**	**1h30**	**3h**	**4h30**	**10**	**15**		
Natural Langage processing	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
Sécurité des données	63h	1h30	1h30	1h30	3h	4	5	40%	60%
Ingénierie Numérique et PLM	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
UE Transversale									
UET3		**1h30**		**1h30**	**4h30**	**2**	**3**		
Calcul GPU	42h	1h30		1h30	1h30	2	3	40%	60%
UE Découverte									
UED 3		**3h**			**3h**	**4**	**10**		
DataOps	21h	1h30			1h30	2	5		100%
Audit des sites industriels	21h	1h30			1h30	2	5		100%
Total Semestre 3	**525h**	**18h**	**4h30**	**12h**	**30h**	**36**	**60**		

4- Semestre 4 :

Domaine : MI
Filière : Informatique
Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

	VHS	Coeff	Crédits
PFE avec Mémoire	**750h00**	36	60
Stage dans l'entreprise			
Ateliers			
Travail Personnel			
Autres			
Total Semestre 4	**750h00**	**36**	**60**

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)

UE / VH	UEF	UEM	UED	UET	S4	Total
Cours	378h	147h	126h	203h		854h
TD	126h	63h				189h
TP	378h	147h		21h		546h
Mémoire					750h	750h
Stage dans l'entreprise		294h				294h
Ateliers	-	-	-	-		
Travail Personnel	-	-	-	-		
Autres	-	-	-	-		
Total	882	357h	126	224	750	**2360**
Crédits	96	45	30	9	60	**240**
% en crédits pour chaque UE	40	18.75	12.5	3.75		100,00

III - Programme détaillé par matière

(1 fiche détaillée par matière)

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Algorithmique avancée et complexité

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 couvre des concepts fondamentaux et des techniques avancées en conception et analyse d'algorithmes en approfondissant les structures de données, les algorithmes de recherche et de tri, ainsi que des approches comme la programmation dynamique et les algorithmes gloutons. La matière fournit aussi une compréhension approfondie de la complexité algorithmique, en mettant l'accent sur les techniques d'analyse, l'importance de la complexité pour l'optimisation, et les méthodes pour prouver la correction des algorithmes.

Connaissances préalables recommandées

Algorithmique, structures de données avancées et programmation.

Contenu de la matière

Cours : 21h

1-Introduction à la complexité algorithmique et notions préliminaires

- Définition d'algorithme et d'algorithmique.
- Notion de problème algorithmique et sa résolution.
- Pourquoi analyser la complexité ? Comparaison d'algorithmes pour un même problème.
- Notions de base et types de complexité : temporelle et spatiale.

2. Analyse de la complexité temporelle

- Notation grand O (O): Définition, interprétation, et utilité pour exprimer la complexité asymptotique.

Calcul de la complexité: Identification des opérations élémentaires (comparaisons, affectations, etc.).

Analyse des boucles et des fonctions récursives.

Cas le pire, le meilleur, et moyen.

Exemples de complexités courantes:O(1), O(log n), O(n), O(n log n), O(n^2), etc.

3. Structures de données et complexité

- Tableaux, listes chaînées, arbres, graphes, Tas : opérations courantes et complexité associée.
- Impact de la structure de données sur la complexité d'un algorithme.

4. Techniques d'analyse de complexité

- Diviser pour régner: Stratégie de base, analyse de la complexité (exemple, tri par fusion).
- Programmation dynamique: Principe et optimisation (exemples : problème du sac à dos, plus court chemin).

• Algorithmes gloutons: Principes et analyse de la complexité. (exemples voyageur de commerce, algorithme de Djikstra).

5. Complexité spatiale
• Mesure de l'utilisation de la mémoire par un algorithme.
• Lien avec la complexité temporelle et compromis possibles.

6. Complexité et Preuve de Correction
• Notions de P, NP, NP-complet: Définitions et exemples de problèmes NP-complets.
• Techniques de Preuve de Correction: Preuve par induction, preuves par contradiction.

7. Optimisation d'algorithmes:
• Utilisation des concepts de complexité pour identifier les points faibles d'un algorithme.
• Techniques d'optimisation (par exemple, simplification de boucles, réduction de la récursivité).

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%) : contrôle continus, travail personnel..

Références bibliographiques
-Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein (2009). Introduction to Algorithms. MIT Press, 3rd edition.
-Ivan Lavallée (2008). Complexité et algorithmique avancée : une introduction. Editions Hermann.
-Jon Kleinberg, Éva Tardos (2005). Algorithm Design. Pearson Publisher, 1st edition.
-Nicolas Hermann et Pierre Lescanne (2005). Est-ce que P = NP ? Les Dossiers de La Recherche, 20:64–68, août-octobre..
-Robert Sedgewick, Kevin Wayne (2011). Algorithms, Addison-Wesley, 4th edition.
- Förg Flum, Martin Grohe. Parameterized Complexity Theory. Springer Verlag, 2006.
-Udi Manber 1989). Introduction to Algorithms: A Creative Approach. Addison-Wesley.
-J.J.McConnell (2001). Analysis of algorithms: an active learning approach. Jones and Barlett Publishers.
-Cormen, Leiserson, Rivest Stein (2010)., Algorithmique, cours exercices et problèmes, 3ème édition, Dunod.
- Sylvain Perifel (2014). Complexité algorithmique. Ellipses.
-Sanjeen Arora and Boaz Barak (2006). Computational Complexity: A Modern Approach.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Bases de données avancées **Semestre : 1** **Type : UEF11**
VHS : 42h **VHH : 3h** **Cours : 1h30** **TD :** **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 avancé: jointures, sous-requêtes, fonctions d'agrégation, vues, procédures stockées.
- Les Triggers
- Les fonctions et procédures stockées
- 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. Navate (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. Editions Eyrolles.
-Silberschatz, H. Korth & S. Sudarshan (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. Advances in Data Management.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : Big data Architecture Data **Semestre : 1** **Type : UEF11**
VHS : 42h **VHH : 4h30** **Cours : 1h30** **TD :** **TP : 1h30**
VHS travail personnel : 42h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement

- Comprendre les principes fondamentaux des architectures Big Data.
- Identifier les différentes composantes d'un écosystème Big Data.
- Concevoir une architecture adaptée au traitement de données massives.
- Comprendre les modèles d'architecture tels que Lambda Architecture et Kappa Architecture.
- Choisir les technologies appropriées pour le stockage, le traitement et l'analyse des données.
- Mettre en place des pipelines de données robustes et évolutifs.
- Assurer la scalabilité, la tolérance aux pannes et la haute disponibilité des systèmes Big Data.

Connaissances préalables recommandées
Les étudiants doivent avoir des connaissances de base dans les domaines suivants :

- Bases de données relationnelles et NoSQL
- Systèmes d'exploitation
- Réseaux informatiques
- Programmation (Java, Python ou Scala)

Contenu de la matière
Chapitre 1 : Introduction aux architectures Big Data

- Définition et caractéristiques du Big Data
- Les 5V du Big Data (Volume, Velocity, Variety, Veracity, Value)
- Limites des architectures traditionnelles
- Principes des architectures distribuées

Chapitre 2 : Écosystème Big Data

- Vue d'ensemble de l'écosystème Big Data
- Hadoop Ecosystem
- Apache Spark
- Kafka
- Hive, Pig
- Outils d'orchestration et de gestion des données

Chapitre 3 : Architectures de stockage des données

- HDFS (Hadoop Distributed File System)
- Stockage distribué
- Bases de données NoSQL (HBase, Cassandra, MongoDB)
- Data Lake
- Data Warehouse

Chapitre 4 : Architectures de traitement des données

- Traitement batch
- Traitement temps réel
- Traitement des flux de données

- Frameworks de traitement distribué (MapReduce, Spark, Flink)

Chapitre 5 : Modèles d'architecture Big Data

- Lambda Architecture
- Kappa Architecture
- Architecture Data Lake
- Architecture Data Pipeline
- Architecture orientée microservices pour la donnée

Chapitre 6 : Ingestion et intégration des données

- Collecte de données
- Outils d'ingestion (Kafka, Flume, Sqoop)
- Pipelines de données
- ETL et ELT

Chapitre 7 : Scalabilité et performance

- Scalabilité horizontale
- Partitionnement et réplication
- Load balancing
- Gestion des performances

Chapitre 8 : Sécurité et gouvernance des données

- Sécurité dans les architectures Big Data
- Authentification et autorisation
- Protection et confidentialité des données
- Gouvernance des données
- Qualité des données

Chapitre 9 : Architectures Big Data dans le Cloud

- Big Data dans le Cloud
- Architectures hybrides
- Services Big Data dans les plateformes cloud
- Déploiement et gestion des clusters

Chapitre 10 : Études de cas et applications

- Architectures Big Data dans l'industrie
- Analyse d'architectures réelles
- Conception d'une architecture Big Data pour une application donnée

Mode d'évaluation

L'évaluation peut être organisée comme suit :

- **Contrôle continu : 60 %**
  - Travaux dirigés
  - Études de cas
  - Présentations
- **Examen final : 40 %**
  - Questions théoriques
  - Analyse d'architecture

Références bibliographiques

1. Nathan Marz, James Warren, Big Data: Principles and Best Practices of Scalable Real-Time Data Systems, Manning Publications.
2. Tom White, Hadoop: The Definitive Guide, O'Reilly.
3. Bill Chambers, Matei Zaharia, Spark: The Definitive Guide, O'Reilly.
4. Viktor Mayer-Schönberger, Kenneth Cukier, Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think, Houghton Mifflin Harcourt.
5. Martin Kleppmann, Designing Data-Intensive Applications, O'Reilly.
6. Documentation officielle :

- Apache Hadoop
- Apache Spark
- Apache Kafka

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : Automatisation de processus industriel I **Semestre : 1** **Type : UEF12**
VHS : 63h **VHH : 4h30** **Cours : 1h30** **TD : 01h30** **TP : 1h30**
VHS travail personnel : 42h **Coefficient :** 4 **Crédit :** 6

Objectifs de l'enseignement :

Apprendre à utiliser le GEMMA pour organiser les différents modes de fonctionnement d'un système, comprendre les bases de la logique câblée, et savoir concevoir et analyser des automatismes complexes avec le Grafcet et les réseaux de Pétri sont des compétences essentielles pour la conception, la mise en œuvre et l'optimisation des systèmes automatisés.

Connaissances préalables recommandées :

Automatisme, logique combinatoire et séquentielle.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Introduction aux systèmes automatisés **(2 Semaines)**

Fonction globale d'un système, automatisation et structure des systèmes automatisés, pré-actionneurs (Contacteurs, Triac, ...), actionneurs (Vérins, Moteurs, etc.…), capteurs, classification des systèmes automatisés, spécification des niveaux du cahier des charges, outils de représentation des spécifications fonctionnelles.

Chapitre 2. Notion de cahier des charges **(3 Semaines)**

Découpage fonctionnel d'unités de production, différents niveaux d'alarmes et d'incidents, interaction entre les différents niveaux fonctionnels d'une unité de production, rédaction de cahier des charges (Différents points à inclure).

Chapitre 3. La logique câblée **(2 Semaines)**

Concepts de base et élément de la logique câblée. Réalisation d'automatisme en logique câblée.

Chapitre 4. Le GEMMA **(2 Semaines)**

Méthode et concept de la grille GEMMA. Etudes des modes de marche et d'arrêt d'automatismes.

Chapitre5. Le Grafcet **(4 Semaines)**

Règles d'établissement et d'évolution – Interprétation - Séquences multiples - Séquences simultanées.
-Exemples d'applications.

Chapitre 6. Le Réseau de Petri **(2 Semaines)**

Concepts de base et définitions des Réseaux de Petri - Règles de fonctionnement - Marquage d'un réseau de Petri - Marquages accessibles et graphe des marquages - Séquence de Franchissement - Vecteur caractéristique Matrice d'incidence - Equation Fondamentale - Règles d'évolutions des RdP - Priorités des RdP – Différents types de RdP.
-Exemples d'applications.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%
Examen final : 60%

Références :

1- Jean-Pierre Maillard, « Du Grafcet aux Automates Programmables : Analyse Fonctionnelle et Maintenance », Foucher.

2- Giacomo Barbieri, Diego Gutierrez, « A GEMMA-GRAFCET Methodology to Enable Digital Twin Based on Real-Time Coupling », Procedia Computer Science, 2021.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : Electronique de puissance pour l'industrie **Semestre : 1 Type : UEF12**
VHS : 42h VHH : 3h00 Cours : 1h30 TD : TP : 1h30
VHS travail personnel : 42h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement :

- Analyser le fonctionnement des convertisseurs de puissance utilisés dans les entraînements industriels.
- Dimensionner les hacheurs, redresseurs et onduleurs pour des applications industrielles types.
- Comprendre les techniques de commande MLI (PWM) et leur implémentation dans les variateurs.
- Identifier et analyser les perturbations électromagnétiques (CEM) générées par les convertisseurs.

Connaissances préalables recommandées :

Notion sur les composants électroniques passifs. Notion sur les composants électroniques actifs pour l'électronique générale et l'électronique de puissance.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappels et composants de puissance

- Thyristors, IGBT, MOSFET de puissance : caractéristiques statiques et dynamiques.
- Diodes de puissance, modules pont, dissipateurs thermiques.
- Calcul des pertes par commutation et par conduction.
- Isolation galvanique : transformateurs HF, optocoupleurs de commande.

Chapitre 2 : Redresseurs et alimentations industrielles

- Redresseurs monophasés et triphasés non commandés : analyse harmonique.
- Redresseurs commandés à thyristors : angle d'amorçage, facteur de puissance.
- Alimentation à découpage industrielle (SMPS) : forward, flyback, LLC résonant.
- Filtres actifs et passifs de compensation d'harmoniques.

Chapitre 3 : Hacheurs et conversion DC/DC

- Hacheur série (Buck), hacheur parallèle (Boost), Buck-Boost : calcul des éléments.
- Hacheur quatre quadrants pour machines à courant continu.
- Commande par modulation de largeur d'impulsion (MLI) : fréquence de commutation, taux d'ondulation.
- Applications : alimentation de bras de robots, chargeurs de batteries industrielles.

Chapitre 4 : Onduleurs et entraînements AC

- Onduleurs monophasés et triphasés en pont : topologies VSI et CSI.
- MLI sinusoïdale (SPWM) et MLI vectorielle (SVPWM).
- Filtre de sortie LC et réducteur dv/dt pour protection moteurs.
- Principe des variateurs de fréquence : structure interne.

Chapitre 5 : CEM et qualité de l'énergie

- Sources de perturbations : harmoniques de courant, rayonnement électromagnétique.
- Normes CEM industrielles : IEC 61800-3, EN 55011.
- Techniques de filtrage et de blindage : filtres d'entrée EMI, câblage séparatif.
- Mesures correctives et compensation du facteur de puissance (cosϕ).

Mode d’évaluation

Contrôle continu : 40%. Examen final : 60%.

Recommandations pédagogiques

- Référence : Siemens SINAMICS S120 Function Manual, documentation technique disponible sur Siemens Industry.
- Logiciel de simulation recommandé : PSIM ou LTspice pour les simulations de convertisseurs.
- Travaux pratiques sur maquettes de convertisseurs au laboratoire d’électronique de puissance.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Régulation dans l'industrie	**Semestre : 1**	**Type : UEF12**	
VHS : 42h	**VHH : 3h00**	**Cours : 1h30**	**TD :**	**TP : 1h30**
VHS travail personnel : 42h	**Coefficient :** 3	**Crédit :** 5	

Objectifs de l'enseignement :

- Analyser et modéliser les systèmes dynamiques rencontrés dans les procédés industriels.
- Concevoir des régulateurs PID et analyser leur comportement fréquentiel.
- Implémenter et régler des boucles de régulation sur automates (blocs PID_Compact, PID_3Step).
- Appréhender les notions de régulation en cascade, ratio et feedforward utilisées dans l'industrie de procédé.

Connaissances préalables recommandées :

Asservissement des systèmes linéaires continus et échantillonnés. Notions de mathématiques de base et de traitement du signal.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Modélisation des procédés industriels

- Identification paramétrique par réponse indicielle : méthode de la tangente, méthode de Strejc.
- Modèles du premier et second ordre avec retard pur (FOPDT, SOPDT).
- Modélisation de procédés thermiques, hydrauliques et pneumatiques.
- Représentation d'état et fonction de transfert.

Chapitre 2 : Régulateur PID industriel et réglage

- Structure PID en série, parallèle et mixte : formes utilisées en DCS/API.
- Méthodes de réglage : Ziegler-Nichols, Cohen-Coon, Lambda-tuning (IMC).
- Anti-windup, bornage de la sortie, rampes de démarrage.
- Bascule manuel/automatique (bumplesstransfer) et initialisation.

Chapitre 3 : Implémentation sur TIA Portal

- Bloc PID_Compact : configuration, paramétrage, mode auto-tuning.
- Bloc PID_3Step pour vannes motorisées : gestion des fins de course.
- Surveillance de la boucle : courbes de tendance avec TIA Portal Trend.
- Sécurité boucles : alarmes de déviation, temps de réponse watchdog.

Chapitre 4 : Structures de régulation avancées

- Régulation en cascade (cascade control) : boucle primaire et secondaire.
- Régulation ratio : contrôle de rapport de débits en mélange.
- Compensation anticipatrice (feedforward) : réduction des perturbations mesurables.
- Régulation override et split-range : sélection de contrôleur et partage de plage.

Chapitre 5 : Cas d'études industriels

- Régulation de température d'un four industriel avec préchauffeur.
- Contrôle de niveau et de débit dans une colonne de distillation simplifiée.
- Régulation de pression dans un réseau pneumatique.
- Introduction au système SIMATIC PCS 7 pour la régulation de procédés continus.

Mode d’évaluation

Contrôle continu : 40%. Examen final : 60%.

Recommandations pédagogiques

- Logiciel de simulation : MATLAB/Simulink avec Toolbox Control System.
- RéférenceSiemens : SIMATIC S7-1500 PID_Compact Programming and Operating Manual.
- Travaux pratiques sur maquettes de niveau (cuves, pompes, capteurs de niveau).

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Machine Learning **Semestre : 1** **Type : UEM1**
VHS : 42 **VHH : 3h** **Cours : 1h30** **TD :** **TP : 1h30**
VHS travail personnel : 42h **Coefficient :** 4 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement

- Ce module est un approfondissement des bases du Machine Learning : types d'apprentissage, prétraitement des données, extraction de motifs, classification supervisée, validation croisée et optimisation de modèles. Apprendre à connaître les données.
- Connaître et savoir appliquer les fondamentaux théoriques et pratiques du machine learning.
- Connaître et savoir appliquer les techniques d'extraction de connaissance à partir de données quelconques.

Connaissances préalables recommandées
Mathématiques : Algèbre linéaire, probabilités, statistiques, etc.

Contenu de la matière

Cours : 21h

1. Introduction et Fondamentaux
- Aperçu du Machine Learning
- Types de ML et cycle de vie d'un projet
- Applications et différences avec le Data Mining

2. Prétraitement des données
- Gestion des valeurs manquantes et outliers
- Normalisation, discrétisation, encodage
- Problème des jeux de données déséquilibrés (ImbalancedDatasets)

3. Régression
- • Régression linéaire (simple et multiple)
- • Regularisation (Ridge, Lasso)

4. Classification
- Perceptron simple (introduction aux réseaux)
- Arbres de décision et forêts
- k-plus proches voisins
- Naïve Bayes
- SVM (séparateurs linéaires)

5. Clustering
- • Mesures de similarité
- • k-means, CAH
- • DBSCAN

6. Évaluation et validation des modèles

- • Métriques pour la régression (MAE, RMSE, R^2)
- Métriques pour le clustering (silhouette, Davies-Bouldin)
- Techniques avancées de validation (stratified CV, nested CV)
- Cross-validation (K-fold, leave-one-out)
- Overfitting vs underfitting (courbesd'apprentissage)
- Optimisation d'hyperparamètres
- Interprétation des résultats (accuracy, precision, recall, F1)

7. Ingénierie des caractéristiques et détection d'anomalies

- • Création et sélection de features
- • Réduction de dimension (PCA)
- • Méthodes de détection (Isolation Forest, LOF)

8. Motifs fréquents et règles d'association

- Concepts de base
- Méthodes pour la recherche des motifs fréquents
- Passage aux règles d'association
- Motifs fréquents séquentiels

9. Études de cas et AutoML

- • Projet 1 : segmentation clientèle avancée
- • Projet 2 : détection de fraude
- • Introduction à **AutoML**(TPOT, Auto-sklearn)

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%) :** Contrôle continus, travail personnel.

Référencesbibliographiques

1. Murphy, K.M., "Machine Learning", MIT Press, 2012.
2. Mohri, M., Rostamizadeh, A., and Talwalkar, A., "Foundations of Machine Learning", MIT Press, 2012.
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., and Courville, A., "Deep Learning", MIT Press, 2016.
4. Borwein, J. M., and Lewis, A. S., "Convex Analysis and Nonlinear Optimization: Theory and Examples", Springer, 2006
5. Practical MLOps, Noah Gift & Alfredo Deza, O'REILLY Media, 2021 6.
6. Introducing MLOps, Mark Treveil& the Dataiku Team, O'REILLY Media, 2020

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière: Analyse de données **Type : UEM1**
VHS : 42h **VHH : 3h** **Cours : 1h30** **TD : 1h30**
VHS travail personnel : 21h00 **Coefficient :** 2 **Crédit :** 5

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 connaissances 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.
- Explorer, décrire et interpréter des données dans leur aspect multidimensionnel.

Connaissances préalables recommandées
Connaissances de base en statistique descriptive et des notions de calcul matriciel

Contenu de la matière

Cours : 21h

1– Introduction à l'analyse de données
1. Définition et objectifs de l'analyse exploratoire
2. Typologie des données : qualitatives, quantitatives, ordinales
3. Étapes d'un projet d'analyse de données
4. Préparation des données : nettoyage, codage, traitement des valeurs manquantes

2 – Analyse des relations entre variables
1. Analyse de corrélation (Pearson, Spearman)
2. Test de dépendance entre variables qualitatives (chi²)
3. Analyse de variance (ANOVA)
4. Régression linéaire simple et multiple : interprétation, qualité d'ajustement

3 – Analyse factorielle
1. ACP – Analyse en Composantes Principales (pour données quantitatives)
2. **AFC** – Analyse Factorielle des Correspondances (tableaux de contingence)
3. ACM – Analyse des Correspondances Multiples (variables qualitatives multiples)
4. **AFM** – Analyse Factorielle Mixte (variables qualitatives et quantitatives mélangées)

4 – Classification des données
1. Classification ascendante hiérarchique (CAH)
2. Méthodes de partition : k-means, k-medoids
3. Choix du nombre de classes (critères de Calinski-Harabasz, silhouette, etc.)

4. Interprétation des groupes et visualisation des classes

5 – Visualisation des données

1. Graphiques univariés : histogrammes, boxplots, diagrammes circulaires
2. Graphiques bivariés : nuages de points, matrices de corrélation
3. Visualisation multidimensionnelle : cartes factorielles, projection des individus
4. Visualisation interactive avec Python (Matplotlib, Seaborn, Plotly) ou R (ggplot2, FactoMineR)

6 – Séries Chronologiques

1. Modélisation déterministes
2. Analyse de la tendance
3. Les moyennes mobiles
4. Décomposition d'une série chronologique
5. Prévision par lissage exponentiel

7– Études de cas et applications

1. Application sur jeux de données réels (marketing, santé, éducation, etc.)
2. Analyse exploratoire complète guidée
3. Sélection des méthodes selon la nature des données
4. Interprétation critique des résultats statistiques
5. Mini-projet en binôme ou par groupe

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%) :** Contrôle continus, travail personnel.

Références bibliographiques

[1] Saporta G. Probabilités, analyse des données et statistique. 3 ème édition, Technip, 2011.
[2] Tenenhaus M. : Statistique. Méthodes pour décrire, expliquer et prévoir, Dunod, 2010.
[3] Lebart L., Morineau A., Piron M. : Statistique exploratoire multidimensionnelle, Dunod, 4ème édition, 2006.
[4] Nakache J.-P., Confais J. : Approche pragmatique de la classification. Technip 2005
[5] Pierre Rigollet, Analysez efficacement vos données, livre Edition Eni, 2013.
[6] Nathan Yau, Data visualisation, livre Edition Eyrolles, 2013

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : Instrumentation Industrielle et Smart Sensors **Type : UEM1**
VHS : 42h VHH : 3h00 Cours : 1h30 TD : TP : 1h30
VHS travail personnel : 21h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 5

Objectifs de la matière

- Choisir et mettre en œuvre les capteurs et transmetteurs adaptés aux grandeurs industrielles (température, pression, débit, niveau, position).
- Comprendre les chaînes de mesure industrielles : capteur, conditionneur, transmission 4-20 mA / HART / IO-Link.
- Intégrer des capteurs intelligents (smart sensors) dans une architecture Industry 4.0.
- Analyser les caractéristiques métrologiques : étalon, étalonnage, incertitude de mesure.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Métrologie industrielle

- Grandeurs de mesure et unités SI : température, pression, débit volumique/massique, niveau, position.
- Caractéristiques métrologiques : précision, résolution, reproductibilité, linéarité, hysterésis.
- Incertitude de mesureselon GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement).
- Étalonnage et traçabilité métrologique : procdédures, certificats, fréquence.

Chapitre 2 : Capteurs de température

- Thermocouples (types K, J, T, E, N) : loi de Seebeck, soudure de référence, compensation CJC.
- Sondes RTD (Pt100, Pt1000) : montage 2, 3 et 4 fils, pont de Wheatstone, erreurs d'auto-échauffement.
- Thermistances NTC/PTC : applications de sécurité moteur.
- Pyrômètres infrarouge : émissivité, mesure sans contact, téléscopepyrositographique.

Chapitre 3 : Capteurs de pression, débit et niveau

- Capteurs de pression piezoélectriques, piezorésistifs et capacitifs.
- Mesure de débit : débimètres électromagnétiques, à ultrasons, Coriolis.
- Mesure de niveau : ultrasons, radar, pression différentielle, à bulles.
- Transmetteurs de pression différentielle pour débit par diaphragme ou tâchymane.

Chapitre 4 : Transmission et smart sensors

- Boucle de courant 4-20 mA : alimentation 2 fils, résistance de charge, sécurité câblage.
- Protocole HART (Highway AddressableRemoteTransducer) : communication numérique sur 4-20 mA.
- IO-Link (IEC 61131-9) : communication point à point, paramétrage des capteurs, diagnostic.
- Smart sensors RF / RFID : identification, traçabilité en logistique industrielle.
- Intégration dans la plateforme cloud industrielle : remontée des données capteurs via edgecomputing.

Chapitre 5 : Chaînes de mesure et sûreté de fonctionnement

- Conditionnement du signal : amplification, filtrage, linéarisation, conversion A/N.
- Modules d'entrées analogiques : précision, résolution, isolation.
- Boucles SIL (SafetyInstrumented System) : IEC 61511, capteurs redondants, vote 2003.
- Diagnostic de capteur : détection de fil coupé, de valeur hors plage, d'écart de redondance.

Mode d’évaluation
Contrôle continu : 40%. Examen final : 60%.

Recommandations pédagogiques

- Référence : Siemens SITRANS Catalog, documentation produits disponible sur Industry Mall Siemens.
- Travaux pratiques sur banc de mesure multi-capteurs : T, P, Q, niveau.
- Visite industrielle recommandée dans une unité de procédé continu (ex. ArcelorMittal El-Hadjar).

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière:Entreprenariat **Type : UET**
VHS : 21h **VHH : 1h30** **Cours : 1h30**
VHS travail personnel : 21h00 **Coefficient :** 2 **Crédit :** 3

Objectifs de l'enseignement

- Comprendre les principes fondamentaux de l'entrepreneuriat.
- Identifier et évaluer des opportunités d'affaires.
- Développer un projet innovant basé sur une idée ou une technologie.
- Élaborer un **business model** et un **business plan**.
- Comprendre les mécanismes de création et de gestion d'une startup.
- Maîtriser les bases de la gestion financière et du financement d'un projet.
- Présenter et défendre un projet entrepreneurial devant des investisseurs.

Connaissances préalables recommandées
Aucune connaissance approfondie n'est requise, cependant les étudiants doivent avoir :

- Des notions de base en gestion ou économie.
- Une culture générale sur l'innovation et les entreprises.
- Des connaissances dans leur domaine de spécialité (informatique, Big Data, etc.).
- Un esprit d'analyse et de créativité.

Contenu de la matière
Chapitre 1 : Introduction à l'entrepreneuriat

- Définition de l'entrepreneuriat
- Rôle de l'entrepreneur dans l'économie
- Types d'entrepreneuriat (startup, innovation, entrepreneuriat social)
- Caractéristiques et compétences de l'entrepreneur

Chapitre 2 : Génération et évaluation d'une idée de projet

- Créativité et innovation
- Méthodes de génération d'idées
- Identification des opportunités
- Analyse de faisabilité d'un projet

Chapitre 3 : Étude de marché

- Analyse du marché
- Segmentation et ciblage
- Analyse de la concurrence
- Identification des besoins des clients

Chapitre 4 : Business Model

- Concept de business model
- Business Model Canvas
- Proposition de valeur
- Sources de revenus
- Structure des coûts

Chapitre 5 : Élaboration du Business Plan

- Structure d'un business plan
- Présentation du projet
- Analyse du marché
- Stratégie marketing

- Plan opérationnel
- Plan financier

Chapitre 6 : Financement des projets entrepreneuriaux

- Sources de financement
- Capital-risque
- Business angels
- Financement participatif (crowdfunding)
- Subventions et aides publiques

Chapitre 7 : Création et gestion d'une startup

- Étapes de création d'une entreprise
- Choix de la forme juridique
- Gestion d'équipe
- Stratégie de croissance
- Gestion des risques

Chapitre 8 : Innovation et entrepreneuriat technologique

- Startups technologiques
- Valorisation de la recherche
- Transformation d'une innovation en produit
- Études de cas d'entreprises innovantes

Chapitre 9 : Présentation et pitch d'un projet

- Techniques de communication
- Pitch entrepreneurial
- Présentation devant investisseurs
- Argumentation et persuasion

4. Mode d'évaluation

L'évaluation peut être répartie comme suit :

- **Contrôle continu : 40 %**
  - Études de cas
  - Travaux dirigés
  - Participation en classe
- **Examen final : 60 %**
  - Questions théoriques
  - Analyse de cas

5. Références bibliographiques

1. Eric Ries, *The Lean Startup*, Crown Business.
2. Alexander Osterwalder & Yves Pigneur, *Business Model Generation*, Wiley.
3. Steve Blank & Bob Dorf, *The Startup Owner's Manual*, K&S Ranch.
4. Peter Thiel, *Zero to One*, Crown Business.
5. Barringer & Ireland, *Entrepreneurship: Successfully Launching New Ventures*, Pearson.
6. Documentation et ressources :
   - Guides de création d'entreprise
   - Rapports sur l'innovation et les startups
   - Études de cas d'entreprises technologiques.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière:Réseaux Avancés **Type : UET**
VHS : 21h **VHH : 1h30** **Cours : 1h30**
VHS travail personnel : 21h00 **Coefficient :** 2 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement

Ce cours vise à approfondir les connaissances des étudiants dans le domaine des réseaux informatiques et à leur permettre de comprendre les technologies et architectures avancées utilisées dans les réseaux modernes.

À l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- Comprendre les architectures et protocoles avancés des réseaux.
- Analyser et concevoir des infrastructures réseau complexes.
- Maîtriser les mécanismes de routage avancé et de gestion du trafic.
- Comprendre les technologies des réseaux à grande échelle (data centers, cloud).
- Mettre en œuvre des solutions de sécurité dans les réseaux.
- Comprendre les principes des réseaux définis par logiciel (SDN) et de la virtualisation des réseaux.
- Analyser les performances et la qualité de service (QoS) dans les réseaux.

Connaissances préalables recommandées

Les étudiants doivent avoir des connaissances de base dans les domaines suivants :

- Réseaux informatiques (modèle OSI et TCP/IP)
- Protocoles de communication (TCP, UDP, IP)
- Commutation et routage de base
- Administration des systèmes
- Systèmes d'exploitation
- Concepts de sécurité informatique

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Rappels sur les architectures réseaux

- Modèles OSI et TCP/IP
- Architecture des réseaux modernes
- Évolution des réseaux vers les architectures distribuées
- Réseaux dans les environnements Big Data et Cloud

Chapitre 2 : Routage avancé

- Protocoles de routage dynamiques
- OSPF (Open Shortest Path First)
- BGP (Border Gateway Protocol)
- Optimisation du routage
- Routage dans les grands réseaux

Chapitre 3 : Technologies des réseaux à haute performance

- Réseaux de centres de données
- Réseaux à haut débit
- Protocoles pour réseaux haute performance
- Interconnexion de clusters et de data centers

Chapitre 4 : Qualité de service (QoS) et gestion du trafic

- Concepts de QoS
- Classification et gestion du trafic
- Policing et shaping

- Contrôle de congestion
- Optimisation des performances réseau

Chapitre 5 : Réseaux définis par logiciel (SDN)

- Concepts de Software Defined Networking
- Architecture SDN
- Contrôleurs SDN
- Protocoles (OpenFlow)
- Avantages et applications du SDN

Chapitre 6 : Virtualisation des réseaux

- Network FunctionVirtualization (NFV)
- Virtualisation des ressources réseau
- Réseaux virtuels dans le Cloud
- Conteneurs et réseaux

Chapitre 7 : Sécurité des réseaux avancés

- Menaces et attaques réseau
- Pare-feu et systèmes de détection d'intrusion
- VPN (Virtual Private Network)
- Sécurisation des communications
- Sécurité dans les réseaux distribués

Chapitre 8 : Réseaux pour le Cloud et le Big Data

- Architecture réseau des data centers
- Réseaux pour le calcul distribué
- Communication dans les clusters Big Data
- Optimisation des transferts de données massives

Chapitre 9 : Supervision et gestion des réseaux

- Monitoring des réseaux
- Protocoles de gestion (SNMP)
- Analyse des performances
- Diagnostic et dépannage des réseaux

4. Mode d'évaluation

L'évaluation peut être organisée comme suit :

- **Contrôle continu : 40 %**
  - Travaux dirigés
  - Travaux pratiques
  - Études de cas
- **Examen final : 60 %**
  - Questions théoriques
  - Problèmes d'analyse de réseau

5. Références bibliographiques

1. Andrew S. Tanenbaum & David J. Wetherall, Computer Networks, Pearson.
2. James F. Kurose & Keith W. Ross, Computer Networking: A Top-Down Approach, Pearson.
3. Larry Peterson & Bruce Davie, Computer Networks: A Systems Approach, Morgan Kaufmann.
4. William Stallings, High-Speed Networks and Internets, Pearson.
5. Feamster, Rexford & Zegura, The Road to SDN, ACM.
6. Documentation technique :
   - Cisco Networking Documentation
   - Open Networking Foundation (ONF)
   - IETF RFCs

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière: Industrie 4.0 **Type : UET**
VHS : 21h **VHH : 1h30** **Cours : 1h30**
VHS travail personnel : 21h00 **Coefficient :** 2 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement :

Ce module couvre l'écosystème Industrie 4.0 : IIoT, réseaux intelligents, cybersécurité OT et cobotique. Il analyse les stratégies de digitalisation et tendances futures (Blockchain), à travers des cas concrets pour ingénieurs. Ce cours fournit une vision globale des enjeux technologiques et organisationnels de l'usine 4.0, avec une évaluation basée sur l'analyse de cas concrets.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base en systèmes industriels.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Fondements Technologiques (3 Semaines)
Introduction à l'Industrie 4.0 (Concepts, enjeux, piliers : IoT, Big Data, IA). Réseaux Industriels Avancés (PROFINET, OPC UA, 5G, Ethernet Industriel). Capteurs Intelligents & Systèmes Cyber-Physiques.

Chapitre 2. Data & Cybersécurité Industrielle (3 Semaines)
Gestion des Données Industrielles (Edge vs Cloud, architectures IIoT). Cybersécurité OT (Normes IEC 62443, risques cyber). Intelligence Artificielle Appliquée (Maintenance prédictive, analyse temps réel).

Chapitre 3. Robotique & Usine Digitale (3 Semaines) Robotique Collaborative (Cobots, sécurité). Jumeaux Numériques (Modélisation, simulation). Transformation Digitale des Processus (Lean 4.0, optimisation).

Chapitre 4. Cas d'Usage Sectoriels (3 Semaines)
Smart Manufacturing (Usines intelligentes). Logistique 4.0 (Automatisation entrepôts). Energie & Durabilité (Smart Grids, efficacité énergétique).

Chapitre 5. Stratégie & Futur de l'Industrie (3 Semaines)
Stratégie de Digitalisation (ROI, roadmap). Normes & Régulations (Industrie du futur). Tendances Émergentes (Blockchain, Métavers industriel).

Mode d'évaluation :

Examen final : 100%

Références :*(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Deep Learning **Semestre : 2Type : UEF21**
VHS : 63h **VHH : 4h30**
Cours : 1h30 **TD : 1h30** **TP : 1h30**
VHS travail personnel : 42h **Coefficient :** 4 **Crédit :** 6

Objectifs de l'enseignement:
Ce module permet d'acquérir des connaissances sur l'apprentissage automatique qui est un pilier très important en intelligence artificielle et comme cas particulier les réseaux de neurones.

Connaissances préalables recommandées : Machine Learning

Contenu de la matière
Cours : 21h
1 – Introduction au Deep Learning
1. Définition, origine et liens avec le machinelearning
2. Réseaux de neurones : principe général
3. Importance des données massives et du calcul parallèle (GPU, TPUs)
4. Cas d'usage (vision, NLP, audio, séries temporelles)

2 – Réseaux de neurones artificiels (ANN)
1. Neurone formel, fonctions d'activation (ReLU, sigmoid, tanh)
2. Propagation avant et rétropropagation
3. Fonction de coût et descente de gradient (SGD, Adam)
4. Overfitting et techniques de régularisation : dropout, earlystopping, L2

3– Outils et frameworks pratiques
1. Introduction à TensorFlow et Keras
2. Manipulation de données avec NumPy et Pandas
3. Création, entraînement et évaluation d'un modèle ANN simple
4. Sauvegarde, chargement et visualisation des modèles

4 – Réseaux convolutifs (CNN)
1. Architecture d'un CNN : couches conv, pooling, fully connected
2. Réduction de dimension, détection de motifs locaux
3. Application à la classification d'images (MNIST, CIFAR-10)
4. Techniques : data augmentation, batch normalization

5 – Réseaux récurrents (RNN) et séquentiels
1. RNN simples et limitations (vanishing gradient)
2. LSTM et GRU

Application aux séries temporelles et au traitement du langage naturel (NLP)
4. Séquences à séquences (seq2seq) et modèles attentionnels
6 – Modèles avancés et tendances récentes

1. Auto-encoders : réduction de dimension, débruitage
2. GAN (Generative Adversarial Networks) :principe, applications
3. Introduction aux Transformers : architecture et intérêt (vision, NLP)
4. Aperçu de modèles pré-entraînés (BERT, GPT, ResNet)

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%) :** Contrôle continus, travail personnel.

Références bibliographiques

1 - « Réseaux de neurones, Méthodologies et applications », Gérard Dreyfus, Manuel Samuelides, Jean-Marc Martinez, Mirta B. Gordon, Fouad Badran, Sylvie Thiria, Laurent Hérault, 2e édition Eyrolles (29 avril 2004)

2- Golovko, V. A. (2017). Deep learning: an overview and main paradigms. Optical memory and neural
networks, 26, 1-17.

3- L'apprentissage machine - David Rousseau, https://www.youtube.com/watch?v=utaKQ-obVR8

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Programmation avancée pour le Big Data **Semestre : 2 Type : UEF21**
VHS : 42h VHH : 3h
Cours : 1h30 TD : TP : 1h30
VHS travail personnel : 42h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement

Ce cours vise à approfondir les connaissances des étudiants dans le domaine des réseaux informatiques et à leur permettre de comprendre les technologies et architectures avancées utilisées dans les réseaux modernes.

À l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- Comprendre les architectures et protocoles avancés des réseaux.
- Analyser et concevoir des infrastructures réseau complexes.
- Maîtriser les mécanismes de routage avancé et de gestion du trafic.
- Comprendre les technologies des réseaux à grande échelle (data centers, cloud).
- Mettre en œuvre des solutions de sécurité dans les réseaux.
- Comprendre les principes des réseaux définis par logiciel (SDN) et de la virtualisation des réseaux.
- Analyser les performances et la qualité de service (QoS) dans les réseaux.

Connaissances préalables recommandées

Les étudiants doivent avoir des connaissances de base dans les domaines suivants :

- Réseaux informatiques (modèle OSI et TCP/IP)
- Protocoles de communication (TCP, UDP, IP)
- Commutation et routage de base
- Administration des systèmes
- Systèmes d'exploitation
- Concepts de sécurité informatique

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Rappels sur les architectures réseaux

- Modèles OSI et TCP/IP
- Architecture des réseaux modernes
- Évolution des réseaux vers les architectures distribuées
- Réseaux dans les environnements Big Data et Cloud

Chapitre 2 : Routage avancé

- Protocoles de routage dynamiques
- OSPF (Open Shortest Path First)
- BGP (Border Gateway Protocol)
- Optimisation du routage
- Routage dans les grands réseaux

Chapitre 3 : Technologies des réseaux à haute performance

- Réseaux de centres de données
- Réseaux à haut débit
- Protocoles pour réseaux haute performance
- Interconnexion de clusters et de data centers

Chapitre 4 : Qualité de service (QoS) et gestion du trafic

- Concepts de QoS
- Classification et gestion du trafic
- Policing et shaping

- Contrôle de congestion
- Optimisation des performances réseau

Chapitre 5 : Réseaux définis par logiciel (SDN)

- Concepts de Software Defined Networking
- Architecture SDN
- Contrôleurs SDN
- Protocoles (OpenFlow)
- Avantages et applications du SDN

Chapitre 6 : Virtualisation des réseaux

- Network FunctionVirtualization (NFV)
- Virtualisation des ressources réseau
- Réseaux virtuels dans le Cloud
- Conteneurs et réseaux

Chapitre 7 : Sécurité des réseaux avancés

- Menaces et attaques réseau
- Pare-feu et systèmes de détection d'intrusion
- VPN (Virtual Private Network)
- Sécurisation des communications
- Sécurité dans les réseaux distribués

Chapitre 8 : Réseaux pour le Cloud et le Big Data

- Architecture réseau des data centers
- Réseaux pour le calcul distribué
- Communication dans les clusters Big Data
- Optimisation des transferts de données massives

Chapitre 9 : Supervision et gestion des réseaux

- Monitoring des réseaux
- Protocoles de gestion (SNMP)
- Analyse des performances
- Diagnostic et dépannage des réseaux

4. Mode d'évaluation

L'évaluation peut être organisée comme suit :

- **Contrôle continu : 40 %**
  - Travaux dirigés
  - Travaux pratiques
  - Études de cas
- **Examen final : 60 %**
  - Questions théoriques
  - Problèmes d'analyse de réseau

5. Références bibliographiques

7. Andrew S. Tanenbaum & David J. Wetherall, Computer Networks, Pearson.
8. James F. Kurose & Keith W. Ross, Computer Networking: A Top-Down Approach, Pearson.
9. Larry Peterson & Bruce Davie, Computer Networks: A Systems Approach, Morgan Kaufmann.
10. William Stallings, High-Speed Networks and Internets, Pearson.
11. Feamster, Rexford & Zegura, The Road to SDN, ACM.
12. Documentation technique :
    - Cisco Networking Documentation
    - Open Networking Foundation (ONF)
    - IETF RFCs

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Big data Analytics **Semestre : 2** **Type : UEF21**
VHS : 42h **VHH : 3h** **Cours : 1h30** **TD :** **TP : 1h30**
VHS travail personnel : 21h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement
Ce cours a pour but d'initier les étudiants à la résolution de problèmes en linguistique informatique. Connaissances sur les différents types d'analyses de données massives (Big Data Analytics) que les organisations peuvent utiliser. Comment l'analyse de données massives peut aider, par exemple, à faire de la prédiction, à comprendre des pratiques, à opérer des analyses à grande échelle, etc.

Connaissances préalables recommandées : Algèbre linéaire

Contenu de la matière

Cours : 21h

Chapitre 1 – Fondamentaux du Big Data
Définitions et "les 5V" (Volume, Variété, Vélocité, Véracité, Valeur)
Enjeux métiers et cas d'usage
Cycle de vie de la donnée (collecte → stockage → analyse → visualisation)

Chapitre 2 – Architectures et écosystèmes
Stockage distribué (HDFS, S3, Data Lake, Lakehouse)
Bases NoSQL (clé-valeur, colonnes, document, graph)
Introduction à Hadoop vs Spark vs Flink

Chapitre 3 – Ingestion et pipelines de données
ETL / ELT (Sqoop, NiFi)
Streaming (Kafka, Flume, Kinesis)
Architectures Lambda vs Kappa

Chapitre 4 – Traitement des données massives
Paradigme MapReduce
Spark Core (RDD, DataFrame, Dataset) et Spark Streaming
Optimisations (partitionnement, persistance, broadcast)

Chapitre 5 – Analytique et Machine Learning à grande échelle
MLlib / Spark ML
Pipelines ML distribués
Cas pratiques : clustering (K-means), régression, recommandation

Chapitre 6 – Visualisation et tables de bord
Outils open-source (Kibana, Grafana)
Solutions commerciales (Tableau, Power BI)
Storytelling data et dashboards temps réel

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%) : Contrôle continus, travail personnel.

Références bibliographiques
Kleppmann, Martin. Designing data-intensive applications: The big ideas behind reliable, - scalable, and maintainable systems. " O'Reilly Media, Inc.", 2017.
Davenport, Thomas H., Paul Barth, and Randy Bean. How'bigdata'is different. MIT Sloan Management Review, 2012.
Marz, Nathan, and James Warren. Big Data: Principles and best practices of scalable realtime data systems. New York; Manning Publications Co., 2015.
Reynolds, Vince. Big Data for Beginners: Understanding SMART Big Data, Data Mining & Data Analytics for Improved Business Performance, Life Decisions &More!. - CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Automatisation de processus industriels II **Type : UEF22**
VHS : 63h VHH : 4h30 Cours : 1h30 TD : 1h30 TP : 1h30
VHS travail personnel : 42h **Coefficient :** 4 **Crédit :** 6

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre l'architecture et le fonctionnement des automates programmables industriels. Maîtriser la programmation de base en langage List. Configurer et utiliser les Entrées/Sorties numériques et analogiques. Réaliser un projet d'automatisation de la conception au test.

Connaissances préalables recommandées :

Bases en électricité, notions de logique combinatoire et séquentielle et familiarité avec un langage de programmation (Ladder).

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Révision sur les systèmes automatisés (1 Semaine)
Logique câblée vs Logique programmée. Structure générale d'un Automate Programmable Industriel (API) et types d'API.

Chapitre 2. Configuration matérielle d'un API (1 Semaine)
Les composantes d'un API. Disposition des composantes sur un châssis. Configuration et paramétrage.

Chapitre 3. Programmation des opérations binaires (3 Semaines) Le logiciel de gestion de projets. Les langages bas niveau. Le langage List d'instructions.

Chapitre 4. Programmation des compteurs (1 Semaine) Types de compteurs dans STEP7. Les compteurs de type S5

Chapitre 5. Programmation des temporisations (2 Semaines) Types de temporisations dans STEP7. Les temporisations de type S5.

Chapitre 6. Programmation des opérations numériques (2 Semaines) Types de données dans un API. Les opérations arithmétiques. Les opérations de conversion. Les opérations de comparaison.

Chapitre 7. Les blocs de programmation (2 Semaines) Définitions des OB, FB, FC, SFB et SFC. Données globales vs Données locales. Programmation structurée. Différence entre FB et FC. Programmation des FC et FB. Utilisation des paramètres dans la programmation des FC et FB.

Chapitre 8. Introduction à la programmation avec un langage évolué (3 Semaines) Définition et caractéristique d'un langage évolué. Programmation. Avantages de l'utilisation d'un langage évolué.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%
Examen final : 60%

Références :

1."Modern Control Systems" by Richard C. Dorf and Robert H. Bishop. 2.
"Modern Control Engineering" by Katsuhiko Ogata.
3. "Automatic Control Systems" by Benjamin C. Kuo and Farid Golnaraghi.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Réseaux et bus industriels **Type : UEF22**
VHS : 42h VHH : 3h00 Cours : 1h30 TD : TP : 1h30
VHS travail personnel : 21h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours introduit les concepts de base des réseaux de données et de communication, en se concentrant sur les réseaux industriels comme PROFIBUS, PROFINET et Industriel Ethernet. Il permet aux étudiants de comprendre les différences entre réseaux classiques et industriels, et de configurer des solutions simples utilisant MPI, PROFIBUS DP ou PROFINET. À la fin, les étudiants seront capables de mettre en œuvre un réseau industriel de base pour des applications d'automatisation et de contrôle-commande.

Connaissances préalables recommandées :

Automatismes industriels.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Rappels sur les modèles de réseaux OSI (1 Semaine) Chapitre 2. Les réseaux Locaux Industriels (2 Semaines) Généralités sur les réseaux informatiques. Critères de comparaison. Exemples de réseaux locaux industriels (CAN, Interbus, Profibus, AS-Interface, etc…).

Chapitre 3. La communication dans le monde de l'automatisation (1 Semaine) La pyramide de l'automatisation. La communication de terrain et de process, communication de donnée. Les Sous réseaux SIMATIC. Caractéristiques de quelques systèmes de BUS.

Chapitre 4. Communication, Réseaux et Bus Industriel Simatic S7 (1 Semaine)
Réseaux et Bus Industriel Simatic S7. Services de communication sur SIMATIC.

Chapitre 5. Communication MPI (2 Semaines)
Communication par donnée globale. Communication S7 élémentaire et étendue.

Chapitre 6. Communication Profibus (4 Semaines)
Communication Profibus DP-ET200S. Communication Profibus DP-DP. Communication Profibus CP-DP. Communication Profibus CP CP.

Chapitre 7. Communication Industriel Ethernet et Profinet (4 Semaines)
Communication TCP/IP. Communication ISO. Communication ISO-on-TCP. Communication UDP. Communication Profinet (Contrôleur-Appareil)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%
Examen final : 60%

Références :

1-Communications industrielles pour l'automatisation, simatic net, siemens.

2-A. Tanenbaum, Réseaux : Architecture, protocole, applications, Inter Editions – Collection IIA. 3-Malek Rahoual, Patrick Siarry, Réseaux informatiques : conception et optimisation, Editions. Technip, 2006.

4-Guy Pujolle, Les réseaux, 5ième édition, Eyrolles, 2006.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Programmation avancée des API **Type : UEF22**
VHS : 42h VHH : 3h00 Cours : 1h30 TD : TP : 1h30
VHS travail personnel : 21h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement :

Acquérir une maîtrise dans la programmation avancée des Automates Programmables Industriel pilotant les actionneurs suivant un mode combinatoire, séquentiel ou régulé.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base en automatisme industriel. Notions de base en algorithmique et en informatique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Rappel sur le principe de fonctionnement d'un API

Introduction. Domaines d'emploi des automates. Principe de fonctionnement d'un API. Les variables de l'Automate. Les langages de programmation des API.

Chapitre 2. Les fonctions et les blocs fonctionnels paramétrés

Variables locales. Variables temporaires et statiques. Blocs paramétrables. Interfaces. Modèle multi-instances. Applications.

Chapitre 3. Exploitation des informations du Mot d'état

Composition du mot d'état. Fonctions de saut dépendant du bit d'état. Programmation de répartiteurs de sauts. Programmation d'opérations de boucle. Applications.

Chapitre 4. Opérations sur les accumulateurs

Les accumulateurs. Opérations sur plusieurs accumulateurs. Opérations sur un seul accumulateur. Applications.

Chapitre 5. Les différents modes d'adressage

Adressage des variables. Adressage direct. Adressage indirect en mémoire et par registre. Les pointeurs POINTER et ANY. Applications.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%
Examen final : 60%

Références :

1-SIMATIC STEP 7 – Programmation des API ; Lien : https://support.industry.siemens.com
2-William Bolton, « Automates programmables industriels : Structures, programmation et communication », Dunod.
3-Cours / Tutoriel Vidéo : Programmation avancée en SCL, Plateforme : YouTube.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Statistiques et probabilités avancées **Semestre : 2 Type : UEM2**
VHS : 63h VHH : 4h30 Cours : 1h30 TD : 1h30 TP : 1h30
VHS travail personnel : 21h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 4

Objectifs de l'enseignement
Comprendre les fondements probabilistes pour l'analyse de données.
Maîtriser les outils de modélisation statistique.
Savoir appliquer des tests d'hypothèses, construire des intervalles de confiance.
Être capable de modéliser l'incertitude et d'interpréter les résultats statistiques.
Connaissances préalables recommandées
Contenu de la matière
Cours : 21h
Chapitre 1 – Fondements des probabilités

1. Espaces probabilisés
2. Variables aléatoires discrètes
3. Variables aléatoires continues
4. Vecteurs aléatoires et indépendance

Chapitre 2 – Convergence et théorèmes limites

1. Fonctions caractéristiques
2. Loi des grands nombres
3. Théorème central limite

Chapitre 3– Statistique inférentielle

1. Estimateurs et propriétés
2. Intervalles de confiance
3. Tests d'hypothèses statistiques

Chapitre 4 – Simulation et applications

1. Simulation de variables aléatoires
2. Méthodes de rééchantillonnage (bootstrap)
3. Méthode de Monte Carlo

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%) :** Contrôle continus, travail personnel.

Références bibliographiques

1. Lecoutre B., Tassi Ph. (1987) Statistique non paramétrique et robustesse Paris : Economica.
2. Tassi Ph. (1989) Méthodes statistiques Paris: Economica –
3. Tassi Ph., Legait S. (1990) Théorie des probabilités en vue des applications statistiques Paris : Ed. Technip
4. Saporta, G., Probabilités, Analyse des données et Statistique, Technip, 2ème édition, 26
5. Jean-Pierre Lecoutre, Statistique et probabilités, Editions Dunod, 2012.
6. Yadolah Dodge, Valentin Rousson, Analyse de régression appliquée, Editions Dunod, 24.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Variateurs de Vitesse et Motion Control **Type : UEM2**
VHS : 42h VHH : 3h00 Cours : 1h30 TD : TP : 1h30
VHS travail personnel : 21h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 5

Objectifs de la matière

- Comprendre le principe de fonctionnement des variateurs de vitesse AC et DC industriels.
- Configurer et mettre en service les variateurs SINAMICS G120 et S120 via TIA Portal et STARTER.
- Implémenter des contrôles de mouvement (Motion Control) avec SIMATIC S7-1500T.
- Analyser et optimiser les performances dynamiques d'un entraînement électrique.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Entraînements électrique industriels

- Caractéristiques couple-vitesse des machines DC et AC (asynchrone, synchrone).
- Moteurs asynchrones triphasés : classes d'efficacité (IE1 à IE4), dimensionnement.
- Moteurs synchrones à aimants permanents (PMSM) : avantages en Motion Control.
- Freinages : résist-ance de freinage, freinage régénératif, module Active Line Module.

Chapitre 2 : Variateurs SINAMICS G120 (applications pompes/ventilateurs)

- Architecture G120 : Control Unit (CU240E-2), Power Module, BOP (Basic Operator Panel).
- Mise en service rapide avec IOP (Intelligent Operator Panel) ou TIA Portal Startdrive.
- Contrôle scalaire U/f et vectoriel sans capteur (SLVC) : choix selon application.
- Fonctions de sécurité intégrées : STO, SS1, SLS (Safe Limited Speed).
- Gestion énergétique : ESM (Energy Saving Mode), récupération d'énergie.

Chapitre 3 : Variateurs SINAMICS S120 (Motion Control)

- Architecture S120 : Line Module, Motor Module, Control Unit CU320-2.
- Contrôle vectoriel avec capteur (encodeur SIN/COS, EnDat, SSI).
- Communication DRIVE-CLiQ : interface série pour composants servo.
- Paramétrage STARTER : groupes de paramètres, macros de connexion.
- Réglage automatique Servo Optimization (TIA Portal Startdrive).

Chapitre 4 : Motion Control avec S7-1500T

- Objetstechnologiques (TO) :TO_SpeedAxis, TO_PositioningAxis, TO_SynchronousAxis.
- Cam synchrone (TO_Cam) : profils de came, synchronisation électronique.
- Instructions PLCopenMC_Power, MC_Home, MC_MoveAbsolute, MC_MoveRelative, MC_GearIn.
- Contrôle multi-axes : couplage maître/esclave, profil de vitesse en S (jerk limitation).
- Diagnostic Motion Control : Trace et oscilloscope TIA Portal.

Chapitre 5 : Applications industrielles

- Entraînement de convoyeur à vitesse variable avec régulation de tension bande.
- Axe de positionnement numérique : table XY avec SINAMICS S120.
- Synchronisation de deux axes (coupe à la volée) sur ligne d'emballage.
- Gestion de la régénération d'énergie dans une ligne de laminage.

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40%. Examen final : 60%.

Recommandations pédagogiques

- Référence : Siemens SINAMICS G120 Operating Instructions, SINAMICS S120 Function Manual.
- Logiciel : TIA Portal Startdrive V18 (inclus dans TIA Portal).
- TP sur banc SINAMICS G120 + moteur asynchrone + charge à volant d’inertie.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : Méthodologie de projet et communication professionnelle
Semestre : 2 Type : UET

VHS :21h	**VHH :**1h30	**Cours :** 1h30	**TD : -**	**TP :**
VHS travail personnel : 10h00		**Coefficient :**2		**Crédit :**3

Objectifs de l'enseignement

1. Structurer et piloter un projet informatique complexe.
2. Choisir une méthodologie adaptée (Agile, hybride, produit).
3. Gérer risques, délais, qualité et conformité.
4. Communiquer efficacement avec équipes techniques et non techniques.
5. Produire des livrables professionnels (rapport, présentation, documentation technique).

1Fondements de la gestion de projet moderne
Cycle de vie d'un projet numérique

- Idéation
- Étude de faisabilité
- Planification
- Conception
- Développement
- Tests
- Déploiement
- Exploitation & maintenance

Méthodologies actuelles
✔ Approche Agile

- Scrum
- Kanban
- Sprint planning
- Backlog management
- Rétrospectives

✔ Approche hybride

- Gouvernance prédictive + exécution agile
- Très utilisée dans projets SI publics ou réglementés

✔ Approche produit

- Product thinking
- MVP (Minimum Viable Product)
- Roadmap évolutive

2Planification et pilotage
Outils et techniques

- WBS (Work Breakdown Structure)
- Diagramme de Gantt
- Méthode PERT
- Critical Path Method
- Burndown chart

Gestion des ressources

- Allocation des rôles
- Matrice RACI

- Estimation (story points, planning poker)

Gestion des risques

Identification :

- Risques techniques
- Risques juridiques
- Risques organisationnels
- Risques cybersécurité

Outils :

- Matrice probabilité/impact
- Plan de mitigation
- Plan de contingence

3Qualité et conformité

Assurance qualité

- Tests unitaires
- Tests d'intégration
- Tests de sécurité
- Tests de performance

Conformité réglementaire

Intégration dans le projet :

- Privacy by Design
- Security by Design
- Auditabilité

4Communication professionnelle

Communication interne

- Réunions efficaces
- Sprint review
- Compte rendu structuré
- Communication technique simplifiée

Communication externe

- Présentation client
- Reporting exécutif
- Gestion des parties prenantes

Soft skills essentielles

- Leadership technique
- Négociation
- Gestion des conflits
- Travail collaboratif
- Intelligence émotionnelle

5Rédaction professionnelle

Livrables académiques et professionnels

- Cahier des charges
- Spécifications fonctionnelles
- Spécifications techniques
- Documentation API (OpenAPI)
- Rapport d'audit
- Rapport final de projet

6Présentation orale et soutenance

Structuration d'une soutenance technique

1. Contexte
2. Problématique
3. Architecture
4. Démonstration

5. Sécurité & conformité
6. Perspectives

Techniques modernes

- Storytelling technique
- Visualisation claire
- Démonstration live
- Gestion du temps

7Outils professionnels actuels

Gestion de projet :

- Jira
- Trello
- Notion
- Azure DevOps

Collaboration :

- GitHub / GitLab
- Slack / Teams
- Miro

Documentation :

- Markdown
- Swagger / OpenAPI
- Confluence

8Gestion de projet dans les contextes complexes

✔ **Projet interopérable multi-institutionnel**

- Coordination multi-acteurs
- Gestion des standards
- Gouvernance commune

✔ **Projet réglementé (santé, banque)**

- Intégration exigences juridiques
- Audit continu
- Documentation obligatoire

✔ **Projet IA**

- Documentation modèle
- Gestion biais
- Transparence

Travaux pratiques recommandés

1. Élaboration d'un plan projet pour un système interopérable.
2. Simulation d'un sprint Scrum.
3. Rédaction d'un cahier des charges complet.
4. Analyse de risques d'un projet Smart City.
5. Simulation d'une soutenance devant jury.

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

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

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : MLops

Semestre : 2 Type : UED

VHS :21h	**VHH :**1h30	**Cours :** 1h30	**TD : -**	**TP :**
VHS travail personnel : 10h00		**Coefficient :**2		**Crédit :**5

Objectifs de l'enseignement

Ce cours vise à introduire les étudiants aux pratiques et outils permettant de déployer, gérer et maintenir des modèles de Machine Learning en production dans des environnements industriels.
À l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- Comprendre les principes du MLOps et son rôle dans les projets de Machine Learning.
- Mettre en place des pipelines automatisés de Machine Learning.
- Déployer des modèles d'apprentissage automatique dans des environnements de production.
- Utiliser des outils d'intégration et de déploiement continus (CI/CD) pour les modèles ML.
- Assurer le suivi, la surveillance et la maintenance des modèles en production.
- Gérer le cycle de vie complet d'un modèle de Machine Learning.
- Comprendre les problématiques de scalabilité, reproductibilité et gouvernance des modèles.

Connaissances préalables recommandées

Les étudiants doivent posséder des connaissances de base dans les domaines suivants :

- Programmation (Python)
- Machine Learning
- Statistiques et analyse de données
- Systèmes distribués
- Bases de données
- Notions de DevOps
- Concepts du Big Data

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction au MLOps

- Définition et objectifs du MLOps
- Différences entre DevOps, DataOps et MLOps
- Cycle de vie d'un projet de Machine Learning
- Défis du déploiement des modèles ML

Chapitre 2 : Gestion du cycle de vie des modèles

- Collecte et préparation des données
- Entraînement des modèles
- Validation et évaluation
- Versioning des modèles et des données

Chapitre 3 : Pipelines de Machine Learning

- Automatisation des workflows ML
- Conception de pipelines de données
- Orchestration des pipelines
- Outils de gestion des pipelines ML

Chapitre 4 : Gestion des expériences et reproductibilité

- Tracking des expériences
- Gestion des hyperparamètres
- Reproductibilité des expériences
- Gestion des artefacts et des modèles

Chapitre 5 : Déploiement des modèles

- Stratégies de déploiement des modèles ML
- API pour les modèles de Machine Learning
- Déploiement dans des environnements cloud ou conteneurisés
- Microservices pour les modèles ML

Chapitre 6 : CI/CD pour le Machine Learning

- Intégration continue pour les projets ML
- Déploiement continu des modèles
- Tests et validation automatisés
- Automatisation des workflows ML

Chapitre 7 : Surveillance et maintenance des modèles

- Monitoring des performances des modèles
- Détection de dérive des données (Data Drift)
- Détection de dérive des modèles (Model Drift)
- Réentraînement automatique des modèles

Chapitre 8 : Scalabilité et infrastructure MLOps

- Infrastructure pour le Machine Learning
- Utilisation de clusters et de plateformes Big Data
- Conteneurisation des modèles
- Orchestration des services ML

Chapitre 9 : Sécurité et gouvernance des modèles

- Gestion des accès aux données et aux modèles
- Gouvernance des modèles
- Conformité et audit des systèmes ML
- Éthique et responsabilité dans l'IA

Chapitre 10 : Études de cas et projet MLOps

- Mise en place d'une plateforme MLOps
- Déploiement complet d'un pipeline ML
- Étude de cas industriels
- Réalisation d'un projet pratique

Mode d'évaluation

L'évaluation peut être organisée comme suit :

- **Contrôle continu : 40 %**
  - Travaux dirigés
  - Travaux pratiques
  - Études de cas
- **Examen final : 60 %**
  - Questions théoriques
  - Analyse d'architecture MLOps

5. Références bibliographiques

1. Mark Treveil et al., *IntroducingMLOps*, O'Reilly.
2. Emmanuel Ameisen, *Building Machine Learning Powered Applications*, O'Reilly.
3. Noah Gift & Alfredo Deza, *Practical MLOps*, O'Reilly.
4. Chip Huyen, *Designing Machine Learning Systems*, O'Reilly.
5. Andriy Burkov, *The Hundred-Page Machine Learning Book*, Andriy Burkov.
6. Documentation technique :
    - Documentation TensorFlow
    - Documentation PyTorch
    - Documentation Kubernetes
    - Documentation MLflow

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : Gestion de projet

Semestre : 2 Type : UED

VHS :21h	**VHH :**1h30	**Cours :** 1h30	**TD : -**	**TP :**
VHS travail personnel :21h00		**Coefficient :**2		**Crédit :**5

Objectifs de l'enseignement :

Le but de ce cours est de permettre aux candidats de maîtriser les notions liées à la gestion de projet, d'acquérir les compétences générales en gestion de projet et savoir faire face aux problèmes qu'un responsable de projets peut rencontrer. Les objectifs sont :
Se familiariser avec toutes les étapes qui permettent la bonne réalisation d'un projet. Etre capables de : Expliquer ce qu'est un projet, identifier les taches, leurs dépendances, leur planification, mettre en place un plan de management.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Notions fondamentales de la gestion de projets -Les méthodes de gestion de projet.
-Les phases de la gestion de projet.
-Définition d'un projet.
- Création d'une planification du projet.
- Suivi et Gestion d'une planification du projet.
-Achèvement d'un projet.

Chapitre 2. Création rapide et facile de votre planification de projet -La mise en route de la planification de projet.
-Saisie des objectifs, de la portée et des hypothèses.
-Création d'un fichier de projet.
-Modifier la durée d'une tâche.

Chapitre 3. Optimisation du temps et des ressources d'un projet - Réduire la durée des prévisions.
-Tâches critiques et tâches non critiques.
-Affectation des ressources supplémentaires.
-Utilisation rationnelle des ressources.

Chapitre 4. Définition de la planification initiale
-Définition d'une planification temporaire.

Chapitre 5. Suivi et mise à jour des prévisions.
-Les étapes de suivi d'un projet.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%
Examen final : 60%

Références :

1.Heagney, J. Fundamentals of Project Management (2016).
2.Heldman, K. PMP Project Management Professional Exam Study Guide (2018).
3.Kerzner, H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. (2017).

4.Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). (2017).
5.Schwalbe, K. Information Technology Project Management (2018).

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : Data Engineering
Semestre :3Type : UEF1
VHS :63h **VHH :** 1h30 **Cours :**1h30 **TD :1h30** **TP :1h30**
VHS travail personnel :21h00 **Coefficient :**4 **Crédit :**6

Objectifs de l'enseignement
À l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :
- Comprendre le rôle du Data Engineer dans un projet de données.
- Concevoir et mettre en œuvre des pipelines de données fiables et performants.
- Manipuler des systèmes de stockage de données massives.
- Mettre en place des processus ETL/ELT pour le traitement et l'intégration des données.
- Utiliser des outils et plateformes modernes du Big Data.
- Assurer la qualité, la gouvernance et la sécurité des données.

2. Connaissances préalables recommandées
Les étudiants doivent posséder des connaissances de base dans les domaines suivants :
- Programmation (Python, Java ou Scala)
- Bases de données relationnelles
- Systèmes distribués
- Concepts fondamentaux du Big Data
- Notions de statistiques et d'analyse de données

Contenu de la matière
Chapitre 1 : Introduction au Data Engineering
- Définition du Data Engineering
- Rôle et responsabilités du Data Engineer
- Cycle de vie des données
- Différence entre Data Engineer, Data Scientist et Data Analyst
- Architecture des systèmes de données modernes

Chapitre 2 : Collecte et ingestion des données
- Sources de données (bases de données, API, logs, capteurs, etc.)
- Méthodes d'ingestion des données
- Ingestion batch et streaming
- Outils d'ingestion de données
- Gestion des flux de données

Chapitre 3 : Stockage des données
- Systèmes de stockage distribués
- Data Warehouse
- Data Lake
- Bases de données NoSQL
- Formats de stockage des données (Parquet, Avro, ORC)

Chapitre 4 : Pipelines de données
- Conception des pipelines de données
- Transformation et nettoyage des données
- Orchestration des pipelines
- Automatisation des workflows de données
- Gestion des dépendances entre tâches

Chapitre 5 : ETL et ELT
- Concepts ETL (Extract, Transform, Load)

- Processus ELT
- Intégration de données
- Nettoyage et transformation des données
- Qualité des données

Chapitre 6 : Traitement des données massives

- Traitement batch
- Traitement des flux de données
- Frameworks de traitement distribués
- Analyse de données à grande échelle

Chapitre 7 : Gestion des métadonnées et gouvernance des données

- Catalogues de données
- Gestion des métadonnées
- Traçabilité des données (Data Lineage)
- Gouvernance et conformité des données
- Protection et confidentialité des données

Chapitre 8 : Optimisation et performance

- Optimisation des requêtes
- Partitionnement des données
- Indexation
- Gestion de la scalabilité
- Monitoring des pipelines de données

Chapitre 9 : Data Engineering dans le Cloud

- Plateformes cloud pour la gestion des données
- Stockage et traitement dans le cloud
- Architectures de données cloud
- Gestion de clusters et ressources distribuées

Chapitre 10 : Projet pratique de Data Engineering

- Conception d'un pipeline de données complet
- Collecte et transformation de données
- Stockage et analyse des données
- Visualisation et exploitation des résultats

4. Mode d'évaluation

L'évaluation peut être organisée comme suit :

- **Contrôle continu : 40 %**
  - Travaux dirigés
  - Travaux pratiques
  - Études de cas
- **Examen final : 60 %**
  - Questions théoriques
  - Analyse d'architecture de données

Références bibliographiques

1. Joe Reis & Matt Housley, *Fundamentals of Data Engineering*, O'Reilly.
2. Martin Kleppmann, *Designing Data-Intensive Applications*, O'Reilly.
3. Bill Chambers & Matei Zaharia, *Spark: The Definitive Guide*, O'Reilly.
4. Tyler Akidau et al., *Streaming Systems*, O'Reilly.
5. Ralph Kimball & Margy Ross, *The Data Warehouse Toolkit*, Wiley.
6. Documentation technique :
   - Apache Spark Documentation
   - Apache Hadoop Documentation
   - Apache Kafka Documentation

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : Visualisation des données
Semestre :3Type : UEF1
VHS :42h **VHH :**3h **Cours :**1h30 **TD : TP :1h30**
VHS travail personnel :21h00 **Coefficient :**3 **Crédit :**5

Objectifs de l'enseignement
Ce cours vise à introduire les étudiants aux méthodes et outils permettant de représenter visuellement les données afin de faciliter leur compréhension, leur analyse et leur communication.
À l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- Comprendre les principes fondamentaux de la visualisation des données.
- Choisir les représentations graphiques adaptées selon le type de données et l'objectif d'analyse.
- Concevoir des tableaux de bord interactifs pour l'aide à la décision.
- Utiliser des outils de visualisation modernes pour explorer et présenter les données.
- Appliquer les bonnes pratiques de design de visualisation.
- Interpréter et communiquer efficacement les résultats d'une analyse de données.

Connaissances préalables recommandées
Les étudiants doivent posséder des connaissances de base dans les domaines suivants :

- Statistiques descriptives
- Analyse de données
- Bases de données et SQL
- Programmation (Python ou R)
- Concepts fondamentaux du Big Data
- Notions d'analyse exploratoire des données (EDA)

Contenu de la matière
Chapitre 1 : Introduction à la visualisation des données

- Définition et importance de la visualisation des données
- Rôle de la visualisation dans l'analyse de données
- Types de visualisation
- Visualisation exploratoire et explicative
- Applications de la visualisation des données

Chapitre 2 : Types de données et représentations graphiques

- Types de données (quantitatives, qualitatives, temporelles, géographiques)
- Choix du graphique adapté
- Graphiques de base :
  - histogrammes
  - diagrammes en barres
  - diagrammes circulaires
  - courbes
  - nuages de points

Chapitre 3 : Principes de conception des visualisations

- Principes de perception visuelle
- Utilisation des couleurs
- Mise en forme et lisibilité
- Éviter les biais et les erreurs de visualisation
- Bonnes pratiques de conception

Chapitre 4 : Visualisation exploratoire des données

- Analyse exploratoire des données (EDA)
- Identification des tendances
- Détection des anomalies
- Visualisation des distributions
- Analyse des corrélations

Chapitre 5 : Visualisations avancées

- Heatmaps
- Graphiques multidimensionnels
- Visualisation de données temporelles
- Visualisation de données géospatiales
- Visualisation de réseaux et graphes

Chapitre 6 : Tableaux de bord (Dashboards)

- Conception de tableaux de bord
- Indicateurs clés de performance (KPI)
- Tableaux de bord interactifs
- Visualisation pour l'aide à la décision

Chapitre 7 : Outils de visualisation des données

- Bibliothèques de visualisation en programmation
- Outils de visualisation interactifs
- Plateformes de visualisation et d'analyse
- Intégration des visualisations dans les applications

Chapitre 8 : Storytelling avec les données

- Communication des résultats
- Construction d'un récit avec les données
- Présentation visuelle des analyses
- Visualisation pour la prise de décision

Chapitre 9 : Visualisation pour le Big Data

- Défis de la visualisation des grandes données
- Agrégation et réduction des données
- Visualisation interactive de grands ensembles de données
- Techniques de visualisation à grande échelle

Chapitre 10 : Projet pratique

- Analyse d'un jeu de données réel
- Conception de visualisations pertinentes
- Création d'un tableau de bord interactif
- Présentation et interprétation des résultats

Mode d'évaluation

L'évaluation peut être organisée comme suit :

- **Contrôle continu : 40 %**
    - Travaux dirigés
    - Travaux pratiques

    - Études de cas
- **Examen final : 60 %**
    - Questions théoriques
    - Analyse critique de visualisations

Références bibliographiques

1. Cole Nussbaumer Knaflic, *Storytelling with Data*, Wiley.
2. Alberto Cairo, *The Truthful Art: Data, Charts, and Maps for Communication*, New Riders.
3. Tamara Munzner, *Visualization Analysis and Design*, CRC Press.
4. Andy Kirk, *Data Visualization: A Handbook for Data Driven Design*, Sage.
5. Claus O. Wilke, *Fundamentals of Data Visualization*, O'Reilly.
6. Documentation technique :
    - Matplotlib Documentation
    - Seaborn Documentation
    - Tableau Documentation
    - Power BI Documentation

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Steaming Analytics

Semestre :3Type : UEF1

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

VHS travail personnel :21h00 **Coefficient :**3 **Crédit :**5

Objectifs de l'enseignement

- Comprendre les principes de **l'analyse de données en temps réel**.
- Concevoir des architectures de traitement de **données en streaming**.
- Mettre en place des systèmes capables de traiter des flux de données continus.
- Utiliser des frameworks modernes pour le **traitement des flux de données**.
- Implémenter des algorithmes d'analyse en temps réel.
- Gérer la scalabilité et la tolérance aux pannes dans les systèmes de streaming.
- Développer des applications d'analyse temps réel pour les environnements Big Data.

Connaissances préalables recommandées

Les étudiants doivent posséder des connaissances de base dans les domaines suivants :

- Programmation (Python, Java ou Scala)
- Bases de données
- Systèmes distribués
- Concepts fondamentaux du Big Data
- Analyse de données
- Notions de réseaux informatiques

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction au Streaming Analytics

- Définition du streaming analytics
- Différence entre traitement batch et streaming
- Applications de l'analyse en temps réel
- Cas d'usage (IoT, finance, réseaux sociaux, e-commerce)

Chapitre 2 : Architecture des systèmes de streaming

- Architecture des systèmes de traitement de flux
- Pipeline de données en temps réel
- Architectures Lambda et Kappa
- Gestion des flux de données

Chapitre 3 : Ingestion des flux de données

- Sources de flux de données
- Collecte et ingestion des données en temps réel
- Gestion des messages et files de messages
- Plateformes de streaming de données

Chapitre 4 : Traitement des flux de données

- Traitement en continu
- Fenêtrage (windowing)
- Agrégation des flux
- Jointure de flux
- Gestion des événements

Chapitre 5 : Frameworks de streaming

- Plateformes de traitement des flux
- Frameworks pour le streaming analytics
- Déploiement et gestion des applications de streaming
- Intégration avec les plateformes Big Data

Chapitre 6 : Analyse et traitement avancé

- Détection d'anomalies en temps réel
- Analyse prédictive sur flux de données
- Traitement des événements complexes (CEP)
- Apprentissage automatique sur données streaming

Chapitre 7 : Scalabilité et tolérance aux pannes

- Gestion de la scalabilité
- Partitionnement des flux
- Réplication des données
- Tolérance aux pannes dans les systèmes de streaming

Chapitre 8 : Monitoring et optimisation

- Surveillance des pipelines de streaming
- Optimisation des performances
- Gestion de la latence
- Analyse des performances du système

Chapitre 9 : Applications du streaming analytics

- Analyse des données IoT
- Analyse des transactions financières
- Analyse des réseaux sociaux
- Détection de fraude en temps réel

Chapitre 10 : Projet pratique

- Conception d'un pipeline de streaming
- Collecte et traitement de flux de données
- Analyse en temps réel
- Visualisation des résultats

4. Mode d'évaluation

L'évaluation peut être organisée comme suit :

- **Contrôle continu : 40 %**
  - Travaux dirigés
  - Travaux pratiques
  - Études de cas
- **Examen final : 60 %**
  - Questions théoriques
  - Analyse d'architecture de streaming

Références bibliographiques

1. Tyler Akidau, Slava Chernyak, Reuven Lax, *Streaming Systems*, O'Reilly.
2. Bill Chambers & Matei Zaharia, *Spark: The Definitive Guide*, O'Reilly.
3. Nathen Marz & James Warren, *Big Data: Principles and Best Practices of Scalable Real-Time Data Systems*, Manning.
4. Martin Kleppmann, *Designing Data-Intensive Applications*, O'Reilly.
5. Irfan Uddin, *Apache Kafka Cookbook*, Packt.
6. Documentation technique :
   - Apache Kafka Documentation
   - Apache Spark Streaming Documentation
   - Apache Flink Documentation

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Jumeaux Numériques et Simulation
Semestre :3Type : UEF

VHS :63h **VHH :**4h30 **Cours :**1h30 **TD :**1h30 **TP :**1h30
VHS travail personnel :42h00 **Coefficient :**4 **Crédit :**6

Objectifs de la matière

- Comprendre les concepts et architectures des jumeaux numériques industriels.
- Concevoir et déployer un jumeau numérique de machine.
- Utiliser Plant Simulation pour la simulation et l'optimisation des flux de production.
- Intégrer un jumeau numérique dans la plateforme cloud MindSphere.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Architecture et concepts des jumeaux numériques

- Définition et niveaux de maturité du jumeau numérique : descriptif, prédictif, prescriptif.
- Composantes : modèle 3D, modèle comportemental, synchronisation avec l'asset réel.
- Normes et standards : ISO 23247 (Digital Twin Manufacturing), AAS (Asset Administration Shell).
- Cas d'usage industriels : commissionnement virtuel, maintenance prédictive, optimisation.

Chapitre2 : Virtual Commissioning avec NX MCD et PLCSIM Advanced

- Modélisation cinématique dans NX MCD : corps rigides, joints, capteurs/actionneurs virtuels.
- Connexion OPC-UA entre NX MCD et S7-PLCSIM Advanced V5.
- Test du programme automate sur le modèle 3D avant mise en service réelle.
- Simulation des séquences de sécurité et des cas dégradés.
- Réduction du temps de mise en service : résultats typiques et ROI.

Chapitre 3 : Simulation de production (Plant Simulation)

- Modélisation des événements discrets : ressources, buffers, transports, échéancier.
- Analyse statistique : taux d'utilisation, temps de cycle, TRS (OEE).
- Optimisation par algorithmes génétiques intégrés dans Plant Simulation.
- Connexion à Teamcenter : synchronisation du modèle de simulation avec le PLM.

Chapitre 4 : Jumeau numérique connecté (IIoT)

- Asset Administration Shell (AAS) : représentation normalisée de l'asset industriel.
- Connexion des données temps réel API vers la plateforme cloud de supervision industrielle. TIC S7 Connector.
- Application MindApp d'analyse de performance : KPI en temps réel sur jumeau.
- Comparaison réel vs modèle : détection des dérives et alertes prédictives.

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% (projet de commissionnement virtuel). Examen final : 60%.

Recommandations pédagogiques

- Logiciels : Siemens NX MCD, S7-PLCSIM Advanced V5, Siemens Plant Simulation.
- Référence : Siemens Digital Industries White Paper "Virtual Commissioning".
- Projet de groupe : développement du jumeau numérique d'une cellule robotisée.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Maintenance Prédictive et IA

Semestre :3Type : UEF

VHS :42h **VHH :**3h00 **Cours :**1h30 **TD :** **TP :**1h30

VHS travail personnel :21h00 **Coefficient :**3 **Crédit :**5

Objectifs de la matière

- Maîtriser les stratégies de maintenance et les indicateurs clés de performance (MTBF, MTTR, TRS).
- Implémenter des algorithmes de maintenance prédictive basés sur l'analyse vibratoire et les données de procédé.
- Utiliser les outils de la maintenance prédictive.
- Définir une stratégie de maintenance conditionnelle pour un équipement industriel.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Stratégies et indicateurs de maintenance

- Maintenance corrective, préventive systématique, préventive conditionnelle, prédictive.
- Indicateurs MTBF, MTTR, MTTF, disponibilité intrinsèque.
- TRS / OEE : disponibilité, performance, qualité – calcul et analyse.
- RCM (Reliability-Centered Maintenance) : méthodologie AMDEC.

Chapitre 2 : Surveillance vibratoire et acoustique

- Analyse vibratoire des machines tournantes : FFT, enveloppe, cepstrum.
- Défaut de roulement, déséquilibre, désalignement : signatures fréquentielles.
- Accéléromètres industriels : MEMS, piézoélectrique, montage, cohérence de signal.
- Seuils de surveillance ISO 10816 / ISO 20816 : classes de machines.

Chapitre 3 : Maintenance prédictive par Machine Learning

- Détection d'anomalies : Isolation Forest, One-Class SVM, Autoencoder LSTM.
- Pronostic de durée de vie restante (RUL) : modèles de dégradation, NASA CMAPSS dataset.
- Pipelines ML industriels : collecte, pré-traitement, entraînement, déploiement, retrénage.
- Explication des modèles (XAI) : SHAP values pour la maintenance industrielle.

Chapitre 4 : Outils de la maintenance prédictive

- SIMATIC Notifier : gestion des notifications d'alarmes et événements.
- MindSphere Predictive Services : Asset Intelligence Network, anomaly detection service.
- SIMATIC WinCC Unified : tableaux de bord maintenance, historique des alarmes.
- Intégration CMMS (Ex. SAP PM) : création automatique d'ordres de travail depuis MindSphere.
- Monitoring de pompes et compresseurs.

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% (projet d'analyse vibratoire). Examen final : 60%.

Recommandations pédagogiques

- Jeux de données : CWRU BearingDataset, NASA CMAPSS, IMS bearingdataset.
- Référence : Siemens MindSpherePredictive Services documentation.
- TP : analyse vibratoire sur banc moteur avec accéléromètres et Python.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation

Intitulé de la matière : Supervision des systèmes industriels et IHM
Semestre :3Type : UEF
VHS :42h **VHH :**3h00 **Cours :**1h30 **TD :** **TP :**1h30
VHS travail personnel :21h00 **Coefficient :**3 **Crédit :**5

Objectifs de la matière

- Concevoir et développer des applications de supervision industrielle.
- Implémenter des systèmes de contrôle distribué (DCS) : principes et architectures.
- Configurer la gestion des alarmes, des historiques et des rapports conformément aux normes ISA-18.2 et ISO 11064.
- Déployer des IHM mobiles et web pour la supervision industrielle.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Architecture des systèmes de supervision

- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) : architecture et composants.
- DCS (Distributed Control System) : différences avec SCADA, domaines d'application.
- Architectures redondantes : serveur WinCC redondant, clients multi-connectes.
- Interfaces standardisées : OPC-UA, OPC-DA, intégration MES/ERP.

Chapitre 2 : Développement WinCC Unified

- WinCC Unified vs WinCC V7 : nouvelles fonctionnalités, Unified Engineering.
- Gestion des tags : tags internes, tags API (Profinet), tags OPC-UA.
- Création d'écrans : objets graphiques, animations, scripting JavaScript.
- Bibliothèque de faceplates industrielles : blocs d'affichage valve, pompe, régulateur PID.
- WinCC Unified PC Runtime vs SIMATIC HMI (TP/KTP) : cible et contraintes.

Chapitre 3 : Gestion des alarmes ISA-18.2

- Norme ISA-18.2 : rationalisation, documentation, gestion du cycle de vie des alarmes.
- Priorités d'alarme, fléchissements (états), historique des alarmes.
- Analyse ASM (Abnormal Situation Management) : flot d'alarmes, alarmes de stand-by.
- Configuration des alarmes dans WinCC Unified : classes, groupes, acquittement.

Chapitre 4 : Historisation, rapports et mobilité

- Archives de valeurs de process : compression, requêtes SQL, export CSV.
- Courbes de tendance (Trend Control) et vues historiques dans WinCC.
- Rapports automatisés : génération PDF, envoi par e-mail.
- WinCC WebNavigator et WebUX : accès distant via navigateur, responsive design.
- Application WinCC sur tablette : SIMATIC WinCC Unified Mobile.

Chapitre 5 : SIMATIC PCS 7 et DCS avancé

- Architecture PCS 7 : égérance, station opérateur, station ingénierie, AS (Automation Station).
- CFC (ContinuousFunction Chart) et SFC pour la programmation PCS 7.
- Faceplates standard PCS 7 : DRIVER, CONTROLLER, VALVE.
- Gestion des phases ISA-88 dans PCS 7 batch : recipe editor, phase logic.

Mode d’évaluation

Contrôle continu : 40% (projet IHM). Examen final : 60%.

Recommandations pédagogiques

- Référence : Siemens WinCC Unified V18 Configuring Manual, SIMATIC PCS 7 Engineering Manual.
- Logiciels : WinCC Unified (licence étudiante), TIA Portal.
- Projet : développement d’un SCADA complet pour un procédé de laboratoire.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : Natural LanguageProcessing
Semestre : 3 Type : UEM

VHS :42h	**VHH :**3h	**Cours :** 1h30	**TD :**	**TP : 1h30**
VHS travail personnel :21h00		**Coefficient :**3		**Crédit :**5

Objectifs de l'enseignement

- Comprendre les concepts fondamentaux du traitement automatique du langage naturel.
- Prétraiter et représenter des données textuelles.
- Appliquer des méthodes statistiques et d'apprentissage automatique pour l'analyse de texte.
- Développer des applications de classification de texte, analyse de sentiments et extraction d'information.
- Utiliser des bibliothèques et outils modernes pour le traitement du langage.
- Comprendre les modèles avancés de NLP basés sur l'apprentissage profond.

Connaissances préalables recommandées

Les étudiants doivent posséder des connaissances de base dans les domaines suivants :

- Programmation (Python de préférence)
- Structures de données et algorithmes
- Statistiques et probabilités
- Machine Learning
- Analyse de données
- Notions d'intelligence artificielle

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction au NLP

- Définition et objectifs du traitement du langage naturel
- Applications du NLP
- Défis du traitement automatique du langage
- Historique et évolution du NLP

Chapitre 2 : Prétraitement des données textuelles

- Nettoyage des données textuelles
- Tokenisation
- Normalisation du texte
- Suppression des mots vides (stop words)
- Stemming et lemmatisation

Chapitre 3 : Représentation des textes

- Modèle sac de mots (Bag of Words)
- Fréquence des termes (TF)
- TF-IDF

- Représentation vectorielle des textes
- Introduction aux embeddings de mots

Chapitre 4 : Analyse linguistique
- Analyse morphologique
- Analyse syntaxique
- Part-of-Speech Tagging (POS tagging)
- Analyse syntaxique (parsing)
- Dépendances grammaticales

Chapitre 5 : Classification de texte
- Méthodes de classification
- Analyse de sentiments
- Filtrage de spam
- Classification de documents
- Évaluation des modèles

Chapitre 6 : Extraction d'information
- Extraction d'entités nommées (NER)
- Extraction de relations
- Résumé automatique de texte
- Extraction de mots-clés

Chapitre 7 : Modélisation thématique
- Analyse thématique
- Modèles de sujets (Topic Modeling)
- Découverte de thèmes dans les documents
- Applications de la modélisation thématique

Chapitre8 : NLP et Deep Learning
- Réseaux de neurones pour le NLP
- Word Embeddings
- Modèles séquentiels
- Transformers et modèles pré-entraînés
- Applications avancées du NLP

Chapitre 9 : Applications du NLP
- Chatbots et assistants virtuels
- Traduction automatique
- Analyse des réseaux sociaux
- Recherche d'information
- Systèmes de recommandation basés sur le texte

Chapitre 10 : Projet pratique
- Prétraitement d'un corpus textuel

- Construction d’un modèle NLP
- Analyse et classification de textes
- Présentation des résultats

4. Mode d’évaluation

L’évaluation peut être organisée comme suit :

- **Contrôle continu : 40 %**
  - Travaux dirigés
  - Travaux pratiques
  - Études de cas
- **Examen final : 30 %**
  - Questions théoriques
  - Analyse d’algorithmes et de modèles NLP

Références bibliographiques

1. Daniel Jurafsky & James H. Martin, *Speech and Language Processing*, Pearson.
2. Jacob Eisenstein, *Introduction to Natural Language Processing*, MIT Press.
3. Steven Bird, Ewan Klein & Edward Loper, *Natural Language Processing with Python*, O’Reilly.
4. Yoav Goldberg, *Neural Network Methods for Natural Language Processing*, Morgan & Claypool.
5. Lewis Tunstall, Leandro von Werra & Thomas Wolf, *Natural Language Processing with Transformers*, O’Reilly.
6. Documentation technique :
   - NLTK Documentation
   - spaCy Documentation
   - Hugging Face Transformers Documentation

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : Sécurité des données
Semestre : 3 Type : UEM
VHS : 63h **VHH :** 4h30 **Cours :**1h30 **TD : 1h30** **TP : 1h30**
VHS travail personnel :21h00 **Coefficient :**4 **Crédit :**5

Objectifs de l'enseignement
- Comprendre les concepts fondamentaux de la sécurité des données.
- Identifier les menaces et vulnérabilités liées aux systèmes de gestion des données.
- Mettre en œuvre des mécanismes de confidentialité, d'intégrité et de disponibilité des données.
- Utiliser des techniques de chiffrement et d'authentification pour protéger les données.
- Appliquer des politiques de sécurité dans les systèmes d'information et les environnements Big Data.
- Comprendre les enjeux de la gouvernance, de la protection et de la conformité des données.

Connaissances préalables recommandées
Les étudiants doivent posséder des connaissances de base dans les domaines suivants :
- Réseaux informatiques
- Systèmes d'exploitation
- Bases de données
- Programmation
- Concepts fondamentaux de la sécurité informatique
- Notions de systèmes distribués

Contenu de la matière
Chapitre 1 : Introduction à la sécurité des données
- Concepts fondamentaux de la sécurité
- Importance de la protection des données
- Menaces et attaques contre les données
- Objectifs de la sécurité (confidentialité, intégrité, disponibilité)

Chapitre 2 : Cryptographie appliquée
- Principes de la cryptographie
- Cryptographie symétrique
- Cryptographie asymétrique
- Fonctions de hachage
- Signatures numériques

Chapitre 3 : Contrôle d'accès aux données
- Authentification
- Autorisation
- Modèles de contrôle d'accès
- Gestion des identités et des accès

- Sécurisation des bases de données

Chapitre 4 : Sécurité des bases de données
- Menaces sur les bases de données
- Protection contre les injections SQL
- Chiffrement des données dans les bases
- Journalisation et audit des accès

Chapitre 5 : Sécurité dans les environnements Big Data
- Risques liés aux plateformes Big Data
- Sécurisation des clusters
- Gestion des accès aux données distribuées
- Protection des données massives

Chapitre 6 : Protection des données dans le cloud
- Sécurité des données dans les environnements cloud
- Chiffrement des données dans le cloud
- Gestion des accès et des identités
- Protection des données dans les architectures distribuées

Chapitre 7 : Confidentialité et protection des données personnelles
- Protection de la vie privée
- Anonymisation des données
- Pseudonymisation
- Gestion des données sensibles

Chapitre 8 : Gouvernance et conformité des données
- Politiques de sécurité des données
- Normes et standards de sécurité
- Gestion des risques
- Audit et conformité

Chapitre 9 : Détection et réponse aux incidents
- Surveillance de la sécurité des données
- Détection des intrusions
- Réponse aux incidents de sécurité
- Continuité et récupération des données

Chapitre 10 : Projet pratique
- Analyse des risques d’un système de données
- Mise en place de mécanismes de sécurité
- Sécurisation d’une base de données ou d’un système Big Data
- Présentation et analyse des résultats

4. Mode d’évaluation

L’évaluation peut être organisée comme suit :

- **Contrôle continu : 40 %**
  - Travaux dirigés
  - Études de cas
  - Travaux pratiques
- **Examen final : 60 %**
  - Questions théoriques
  - Analyse de scénarios de sécurité

Références bibliographiques

1. William Stallings, *Cryptography and Network Security: Principles and Practice*, Pearson.
2. Charlie Kaufman, Radia Perlman & Mike Speciner, *Network Security: Private Communication in a Public World*, Prentice Hall.
3. Bruce Schneier, *Applied Cryptography*, Wiley.
4. Jonathan Katz & Yehuda Lindell, *Introduction to Modern Cryptography*, CRC Press.
5. Martin Kleppmann, *Designing Data-Intensive Applications*, O’Reilly.
6. Documentation technique :
   - NIST Cybersecurity Framework
   - ISO/IEC 27001 Standards
   - OWASP Security Guidelines

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : Ingénierie Numérique et PLM
Semestre : 3 Type : UEM
VHS :42h **VHH :**3h00 **Cours :**1h30 **TD :** **TP : 1h30**
VHS travail personnel :21h00 **Coefficient :**3 **Crédit :**5

Objectifs de la matière

- Comprendre le concept de cycle de vie du produit (PLM) et son intégration avec l'automatisation.
- Utiliser un outil de CAO/modélisation 3D pour représenter des systèmes mécatroniques.
- Maîtriser les bases de la co-simulation mécanique et contrôle : NX MCD (Mechatronics Concept Designer).
- Comprendre le concept de jumeau numérique de production.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : PLM et ingénierie numérique

- Gestion du cycle de vie : de la conception à la mise hors service.
- Plateformes PLM.
- Intégration PLM-ERP-MES : flux d'informations du bureau d'études à l'atelier.
- Gestion des configurations et des changements (ECO/ECN).

Chapitre 2 : Simulation de systèmes mécatroniques (NX MCD)

- Modélisation mécanique dans NX : corps rigides, articulations, connecteurs.
- Définition des actionneurs et capteurs virtuels dans MCD.
- Co-simulation avec S7-PLCSIM Advanced : connexion OPC-UA entre NX MCD et l'automate virtuel.
- Validation du programme API avant l'existence du matériel réel (virtual commissioning).

Chapitre 3 : Simulation de flux de production (Plant Simulation)

- Modélisation discrète d'une ligne de production : ressources, tampons, opérateurs.
- Analyse de la capacité, identification des goulots d'étranglement.
- Optimisation par simulation Monte-Carlo.
- Exportation des résultats : KPI, rapport d'analyse.

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40%. Examen final : 60%.

Recommandations pédagogiques

- Logiciels : Siemens NX MCD (licence étudiante), S7-PLCSIM Advanced V5.
- Référence : Siemens Virtual Commissioning Getting Started Guide.

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : Calcul GPU

Semestre : 3 Type : UET

VHS : 21h **VHH :** 1h30 **Cours :** 1h30 **TD :** **TP :**
VHS travail personnel :21h00 **Coefficient :**2 **Crédit :**3

Objectifs de l'enseignement
Ce cours vise à introduire les principes et techniques du calcul parallèle sur GPU (Graphics Processing Unit) afin d'exploiter la puissance de calcul des processeurs graphiques pour accélérer les applications scientifiques, les applications Big Data et les algorithmes d'apprentissage automatique.
À l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- Comprendre l'architecture des GPU et leur fonctionnement.
- Différencier le calcul CPU et GPU.
- Programmer des applications parallèles sur GPU.
- Optimiser les performances des applications de calcul intensif.
- Utiliser les plateformes de calcul GPU pour le traitement de données massives et l'intelligence artificielle.
- Exploiter les bibliothèques de calcul parallèle dans les environnements scientifiques et Big Data.

Connaissances préalables recommandées
Les étudiants doivent posséder des connaissances de base dans les domaines suivants :

- Programmation (C/C++, Python ou Java)
- Structures de données et algorithmes
- Architecture des ordinateurs
- Programmation parallèle
- Calcul scientifique
- Notions de systèmes distribués

Contenu de la matière
Chapitre 1 : Introduction au calcul GPU

- Définition et concepts du calcul GPU
- Historique du GPU computing
- Différence entre CPU et GPU
- Applications du calcul GPU (scientifique, Big Data, IA)

Chapitre 2 : Architecture des GPU

- Architecture matérielle des GPU
- Cœurs de calcul et multiprocesseurs
- Organisation de la mémoire GPU
- Modèle d'exécution parallèle

Chapitre 3 : Modèles de programmation GPU

- Concepts de parallélisme massif

- Threads et blocs de threads
- Grilles de calcul
- Synchronisation et communication

Chapitre 4 : Programmation GPU avec CUDA
- Introduction à CUDA
- Modèle de programmation CUDA
- Gestion de la mémoire GPU
- Écriture de kernels
- Exécution et gestion des threads

Chapitre 5 : Programmation GPU avec OpenCL
- Concepts fondamentaux d'OpenCL
- Plateformes et dispositifs
- Kernels OpenCL
- Gestion des données et exécution

Chapitre 6 : Optimisation des performances
- Optimisation de la mémoire
- Gestion des accès mémoire
- Optimisation des threads
- Profiling et analyse des performances

Chapitre 7 : Bibliothèques GPU
- Bibliothèques de calcul scientifique
- Bibliothèques pour le machinelearning
- Bibliothèques de traitement parallèle
- Intégration GPU dans les applications

Chapitre 8 : GPU et Big Data
- Accélération des algorithmes Big Data
- Traitement parallèle de grandes quantités de données
- GPU dans les plateformes d'analyse de données
- GPU dans les systèmes distribués

Chapitre 9 : GPU pour l'intelligence artificielle
- Accélération des réseaux de neurones
- Calcul parallèle pour le deeplearning
- GPU dans les frameworks d'apprentissage automatique
- Applications dans l'analyse de données

Chapitre 10 : Projet pratique
- Implémentation d'un algorithme parallèle sur GPU
- Optimisation des performances
- Analyse comparative CPU/GPU
- Présentation et évaluation des résultats

4. Mode d’évaluation

L’évaluation peut être organisée comme suit :

- **Contrôle continu : 40 %**
  - Travaux dirigés
  - Travaux pratiques
  - Études de cas
- **Examen final : 60 %**
  - Questions théoriques
  - Analyse d’algorithmes parallèles

Références bibliographiques

1. David B. Kirk & Wen-mei W. Hwu, *Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach*, Morgan Kaufmann.
2. Jason Sanders & Edward Kandrot, *CUDA by Example*, Addison-Wesley.
3. John Cheng, Max Grossman & Ty McKercher, *Professional CUDA C Programming*, Wiley.
4. Aaftab Munshi et al., *OpenCL Programming Guide*, Addison-Wesley.
5. Shane Cook, *CUDA Programming: A Developer's Guide to Parallel Computing with GPUs*, Morgan Kaufmann.
6. Documentation technique :
   - NVIDIA CUDA Documentation
   - OpenCL Documentation
   - NVIDIA Developer Guides

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : DataOps

Semestre : 3 Type : UED

VHS : 21h **VHH :** 1h30 **Cours :**1h30 **TD :** **TP :**

VHS travail personnel : 21h00 **Coefficient :** 2 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement

Ce cours vise à introduire les principes et pratiques du DataOps, une approche inspirée du DevOps visant à améliorer la gestion, l'intégration et la livraison des données dans les systèmes analytiques et Big Data. Le DataOps permet d'assurer une gestion efficace, automatisée et fiable des pipelines de données tout en favorisant la collaboration entre les équipes de données.

À l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- Comprendre les concepts et objectifs du DataOps.
- Concevoir et gérer des pipelines de données automatisés.
- Mettre en place des pratiques de développement collaboratif pour les projets de données.
- Améliorer la qualité, la fiabilité et la disponibilité des données.
- Mettre en œuvre des processus d'intégration continue et de déploiement continu (CI/CD) pour les données.
- Superviser et optimiser les workflows de données dans les environnements Big Data.

Connaissances préalables recommandées

Les étudiants doivent posséder des connaissances de base dans les domaines suivants :

- Programmation (Python ou Java)
- Bases de données et SQL
- Data Engineering
- Concepts du Big Data
- Systèmes distribués
- Notions de DevOps
- Gestion des pipelines de données

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction au DataOps

- Définition et principes du DataOps
- Différences entre DevOps, DataOps et MLOps
- Cycle de vie des données
- Importance du DataOps dans les organisations modernes

Chapitre 2 : Architecture DataOps

- Architecture des plateformes de données
- Composants d'une architecture DataOps
- Pipelines de données automatisés
- Intégration des outils de gestion des données

Chapitre 3 : Pipelines de données

- Conception des pipelines de données
- Automatisation des flux de données

- Gestion des dépendances entre tâches
- Orchestration des workflows

Chapitre 4 : Intégration et déploiement continus des données
- CI/CD pour les pipelines de données
- Automatisation des tests de données
- Déploiement des pipelines
- Gestion des versions des pipelines et des données

Chapitre 5 : Qualité des données
- Détection des erreurs et incohérences
- Validation et nettoyage des données
- Surveillance de la qualité des données
- Gestion des anomalies

Chapitre 6 : Surveillance et monitoring des pipelines
- Monitoring des flux de données
- Gestion des performances
- Détection des incidents
- Alertes et diagnostics

Chapitre 7 : Gouvernance et gestion des métadonnées
- Catalogues de données
- Gestion des métadonnées
- Traçabilité des données (data lineage)
- Politiques de gouvernance des données

Chapitre 8 : Collaboration et gestion des équipes de données
- Collaboration entre Data Engineers, Data Scientists et Analystes
- Gestion des versions du code et des pipelines
- Documentation des processus de données
- Méthodes agiles appliquées aux projets de données

Chapitre 9 : DataOps dans les environnements Big Data et Cloud
- DataOps dans les plateformes Big Data
- Automatisation des infrastructures de données
- Gestion des pipelines dans le cloud
- Scalabilité et performance

Chapitre 10 : Projet pratique
- Conception d'un pipeline de données automatisé
- Mise en place d'un processus CI/CD pour les données
- Monitoring et optimisation des workflows
- Présentation et analyse des résultats

Mode d'évaluation

L'évaluation peut être organisée comme suit :
- **Contrôle continu : 40 %**

- Travaux dirigés
- Travaux pratiques
- Études de cas

- **Examen final : 60 %**
  - Questions théoriques
  - Analyse d’architectures DataOps

Références bibliographiques

1. Lenny Liebmann, *DataOps for Dummies*, IBM Limited Edition.
2. John Akred & Russell Jurney, *DataOps Cookbook*, O’Reilly.
3. Joe Reis & Matt Housley, *Fundamentals of Data Engineering*, O’Reilly.
4. Gene Kim, Jez Humble & Patrick Debois, *The DevOps Handbook*, IT Revolution.
5. Martin Kleppmann, *Designing Data-Intensive Applications*, O’Reilly.
6. Documentation technique :
   - Apache Airflow Documentation
   - Apache Kafka Documentation
   - Docker Documentation
   - Kubernetes Documentation

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

Spécialité : Big Data
Automatique et Instrumentation
Intitulé de la matière : Audit des sites industriels

Semestre : 3 Type : UED

VHS : 21h **VHH :** 1h30 **Cours :**1h30 **TD :** **TP :**

VHS travail personnel : 21h00 **Coefficient :** 2 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement :

Les objectifs ont pour but d'une part de cerner l'audit comme outil de progrès, maîtriser les techniques de l'audit par la mise en place de différentes études de cas concrets. L'objectif principal d'un audit dans les sites industriels est d'évaluer la performance énergétique des installations pour identifier les sources de gaspillage et proposer des solutions d'amélioration. L'audit énergétique permet de mieux comprendre la consommation énergétique, de réduire les coûts, de contribuer à la transition énergétique et de respecter les réglementations en vigueur.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Législation-réglementation Algérienne-
Introduction et problématique.
- La maîtrise de l'énergie en Algérie.
- Le dispositif national de maîtrise de l'énergie.
- La réglementation relative à l'efficacité énergétique. - La loi sur la maîtrise de l'énergie.
- Le décret exécutif relatif à l'audit énergétique des EGCE.

Chapitre 2. Données Énergétique : Analyse et méthodes d'optimisation-
Introduction.
- Système tarifaire de l'électricité.
- Structure générale des tarifs.
- Différents postes horaires de la journée.
- Choix de tarifs.
- Conclusion.

Chapitre 3. Besoins en mesure dans l'audit
- Introduction.
- Instruments de mesure dans l'industrie.
- Mesure de courants d'appel sur moteur électrique. - Analyseur d'énergie électrique.
- Consignes de sécurité.
- Conclusion.

Chapitre 4. Présentation de cas pratique d'audit
-Présentation de l'entreprise.
- Analyse quantitative des données énergétiques.
- Analyse qualitative des données énergétiques.
- Propositions d'économie d'énergie.
- Conclusion.

Chapitre 5. Management de l'énergie selon ISO 50001 - Intérêt sur le Management de l'énergie.

- Normes et références.
- Les objectifs de la norme.
- Les Enjeux pour la performance énergétique.
- Principes de la norme ISO 50001.
- Structure de la norme ISO 50001.
- Etude du cas.
- Conclusion.

Mode d'évaluation :

Examen final : 100%

Références :

1-L'évaluation de la consommation d'énergie à l'école Adapté de EcoSpark, Wattwize: Teacher document 1, accessible sous ecospark.ca.
http://www.ontarioecoschools.org/fr/formulaires_et_ressources/downloads/Evaluation_consommation_energie_ecole.pdf
2- Institut de l'énergie et de l'environnement de la francophonie IEPF, Actes du colloque, Ville, Energie et
http://www.ifdd.francophonie.org/docs/prisme/Ville_en_env_actes.pdf Environnement.
3- http://www.ecohabitation.com/guide/fiches/calculez-consommation-energetique-vos électroménagers
4- Ressources naturelles Canada, Guide d'évaluation de la consommation d'énergie
http://198.103.48.133/Publications/industriel/BenchmCiment_f.pdf
5- Travaux publics et ressources gouvernementaux Canada, http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/biens-property/gd-env-cnstrctn/page-4-fra.html
6-Environnment Canada, https://www.ec.gc.ca/air/default.asp?lang=Fr&n=13D0EDAA 1 7- Valérie Cerda, Département de l'aménagement, des constructions et de la voirie,
http://www.energiestadt.ch/fileadmin/user_upload/Energiestadt/fr/Dateien/Instrumente/1 Entwicklungsplanung/2-1-3_Geneve_100_renouvelable_2050.pdf