

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**NOUVELLE OFFRE DE FORMATION**  
**MASTER ACADEMIQUE HARMONISE**

| Etablissement | Faculté | Département |
|---------------|---------|-------------|
|               |         |             |

**Domaine** : Mathématiques & Informatique.

**Filière** : Informatique.

**Spécialité** : Science des Données.

**Le 02/09/2026**

رئيس اللجنة البيداغوجية الوطنية  
ليدوان الرياضات والإعلام الآلي  
أ.د بابا حنيني محمد شوقي

**Année universitaire : 2026/2027**

Etablissement :  
Année universitaire : ...../.....

Intitulé du Master : Science des Données.

# الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

## وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

### عرض تكويني جديد ماستر أكاديمي موائم

| المؤسسة | الكلية | القسم |
|---------|--------|-------|
|         |        |       |

الميدان : رياضيات و إعلام آلي.

الشعبة : إعلام آلي.

التخصص: علم البيانات.

Le 02/09/2026

رئيس اللجنة البيداغوجية الوطنية  
لميدان الرياضيات والإعلام الآلي  
أ.د. بابا حنيني محمد شوقي

السنة الجامعية: ..... / .....

## SOMMAIRE

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>I- Fiche d'identité du Master</b>                               | <b>4</b>  |
| 1- Localisation de la formation                                    | 5         |
| 2- Partenaires de la formation                                     | 5         |
| 3- Contexte et objectifs de la formation                           | 6         |
| A- Conditions d'accès                                              | 6         |
| B- Objectifs de la formation                                       | 6         |
| C- Profils et compétences métiers visées                           | 6         |
| D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité          | 6         |
| E- Passerelles vers d'autres spécialités                           | 6         |
| F- Indicateurs de suivi de la formation                            | 7         |
| G- Capacités d'encadrement                                         | 7         |
| 4- Moyens humains disponibles                                      | 7         |
| A- Enseignants intervenants dans la spécialité                     | 7         |
| 5- Moyens matériels spécifiques disponibles                        | 8         |
| A- Laboratoires pédagogiques et équipements                        | 8         |
| B- Terrains de stage et formations en entreprise                   | 8         |
| C- Laboratoires de recherche de soutien au master                  | 9         |
| D- Projets de recherche de soutien au master                       | 9         |
| E- Espaces de travaux personnels et TIC                            | 9         |
| <b>II- Fiche d'organisation semestrielle des enseignements</b>     | <b>10</b> |
| 1- Semestre 1                                                      | 11        |
| 2- Semestre 2                                                      | 12        |
| 3- Semestre 3                                                      | 13        |
| 4- Semestre 4                                                      | 14        |
| 5- Récapitulatif global de la formation                            | 14        |
| 6- السداسي الأول                                                   | 15        |
| 7- السداسي الثاني                                                  | 16        |
| 8- السداسي الثالث                                                  | 17        |
| <b>III- Programme détaillé par matière</b>                         | <b>18</b> |
| <b>IV- Accords ou Conventions</b>                                  | <b>56</b> |
| <b>V- Avis et Visas des Organes Administratifs et Consultatifs</b> | <b>59</b> |
| <b>VI- Avis et Visa de la Conférence Régionale</b>                 | <b>61</b> |
| <b>VII- Avis et Visa du Comité Pédagogique National de Domaine</b> | <b>61</b> |

**I- Fiche d'identité du Master.**  
**Spécialité : Science des Données.**

## **1 - Localisation de la formation.**

- Faculté :
- Département :

## **2- Partenaires de la formation. \***

- Autres établissements universitaires :
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Entreprises et autres partenaires socio-économiques :
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Partenaires internationaux :

\* Présenter les conventions en annexe de la formation.

Etablissement :  
Année universitaire : ...../.....

Intitulé du Master : Science des Données.

### **3- Contexte et objectifs de la formation.**

**A– Conditions d'accès.**

**B - Objectifs de la formation.**

**C – Profils et compétences métiers visés.**

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

**E – Passerelles vers d'autres spécialités.**

**F – Indicateurs de suivi de la formation.**

**G – Capacités d’encadrement.**

La capacité d’encadrement est estimée à ..... Étudiants.

**4- Moyens humains disponibles.**

**A- Enseignants intervenants dans la spécialité.**

| Nom et<br>prénoms | Diplôme | Grade | Laboratoire | Spécialité | Type<br>d’intervention <sup>1</sup> | Signature |
|-------------------|---------|-------|-------------|------------|-------------------------------------|-----------|
|                   |         |       |             |            |                                     |           |
|                   |         |       |             |            |                                     |           |
|                   |         |       |             |            |                                     |           |
|                   |         |       |             |            |                                     |           |
|                   |         |       |             |            |                                     |           |
|                   |         |       |             |            |                                     |           |
|                   |         |       |             |            |                                     |           |
|                   |         |       |             |            |                                     |           |
|                   |         |       |             |            |                                     |           |
|                   |         |       |             |            |                                     |           |
|                   |         |       |             |            |                                     |           |
|                   |         |       |             |            |                                     |           |
|                   |         |       |             |            |                                     |           |

<sup>1</sup> Cours, TD, TP, encadrement de stage, encadrement de mémoire, autres (à préciser).

## 5- Moyens matériels spécifiques disponibles.

### A- Laboratoires pédagogiques et équipements.

Intitulé du laboratoire :

| N° | Intitulé de l'équipement | Nombre | Observations |
|----|--------------------------|--------|--------------|
|    |                          |        |              |
|    |                          |        |              |

Intitulé du laboratoire :

| N° | Intitulé de l'équipement | Nombre | Observations |
|----|--------------------------|--------|--------------|
|    |                          |        |              |
|    |                          |        |              |

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

| Lieu du stage | Nombre d'étudiants | Durée du stage |
|---------------|--------------------|----------------|
|               |                    |                |
|               |                    |                |
|               |                    |                |

**C- Laboratoire de recherche de soutien à la formation.**

|                                                            |
|------------------------------------------------------------|
| <b>Directeur du laboratoire :</b>                          |
| <b>No. D'agrément :</b>                                    |
| <b>Date :</b><br><b>Avis du directeur du laboratoire :</b> |

**D- Projets de recherche de soutien au Master.**

| Intitulé du projet de recherche | Code du projet | Date du début du projet | Date de fin du projet |
|---------------------------------|----------------|-------------------------|-----------------------|
|                                 |                |                         |                       |
|                                 |                |                         |                       |
|                                 |                |                         |                       |
|                                 |                |                         |                       |
|                                 |                |                         |                       |
|                                 |                |                         |                       |

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

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

## **II- Fiche d'organisation semestrielle des enseignements.**

**Spécialité : Science des Données.**

# 1- Semestre 1.

| Semestre | Unités d'Enseignement                |       |         |        | Matière (s) constituant l'unité           |        |                  |      |      |        |         |        |
|----------|--------------------------------------|-------|---------|--------|-------------------------------------------|--------|------------------|------|------|--------|---------|--------|
| S1       | Nature                               | Code  | Crédits | Coeff. | Intitulés des matières                    | VHS    | V.H Hebdomadaire |      |      |        | Crédits | Coeff. |
|          |                                      |       |         |        |                                           | 14 Sem | Cours            | TD   | TP   | Autres |         |        |
|          | Unité d'Enseignement Fondamentale    | UEF11 | 10      | 6      | Algorithmique Avancée et Complexité       | 63h00  | 1h30             | 1h30 | 1h30 | 3h00   | 5       | 3      |
|          |                                      |       |         |        | Bases de Données Avancées                 | 63h00  | 1h30             | 1h30 | 1h30 | 3h00   | 5       | 3      |
|          |                                      | UEF12 | 8       | 6      | Statistiques et Probabilités Avancées     | 42h00  | 1h30             | 1h30 |      | 1h30   | 4       | 3      |
|          |                                      |       |         |        | Apprentissage Automatique                 | 63h00  | 3h00             |      | 1h30 | 1h30   | 4       | 3      |
|          | Unité d'Enseignement de Méthodologie | UEM1  | 9       | 4      | Programmation pour la Science des Données | 42h00  | 1h30             |      | 1h30 | 1h30   | 5       | 2      |
|          |                                      |       |         |        | Analyse de Données                        | 42h00  | 1h30             | 1h30 |      | 1h30   | 4       | 2      |
|          | Unité d'Enseignement Transversale    | UET1  | 2       | 1      | Réseaux Avancés                           | 42h00  | 1h30             |      | 1h30 | 1h30   | 2       | 1      |
|          | Unité d'Enseignement de Découverte   | UED1  | 1       | 1      | Une Matière au Choix                      | 21h00  | 1h30             |      |      |        | 1       | 1      |
|          | Total du semestre 1                  |       | 30      | 18     |                                           | 378h00 | 13h30            | 6h00 | 7h30 | 13h30  | 30      | 18     |

## 2- Semestre 2.

| Semestre | Unités d'Enseignement                |       |         |        | Matière (s) constituant l'unité             |        |                  |      |       |        |         |        |
|----------|--------------------------------------|-------|---------|--------|---------------------------------------------|--------|------------------|------|-------|--------|---------|--------|
|          | Nature                               | Code  | Crédits | Coeff. | Intitulés des matières                      | VHS    | V.H Hebdomadaire |      |       |        | Crédits | Coeff. |
|          |                                      |       |         |        |                                             | 14 Sem | Cours            | TD   | TP    | Autres |         |        |
| S2       | Unité d'Enseignement Fondamentale    | UEF21 | 9       | 6      | Analyse de Données Massives                 | 42h00  | 1h30             |      | 1h30  | 1h30   | 5       | 3      |
|          |                                      |       |         |        | Architecture et Admin. des Bases de Données | 42h00  | 1h30             |      | 1h30  | 1h30   | 4       | 3      |
|          |                                      | UEF22 | 9       | 5      | Entrepôts et Préparation de Données         | 42h00  | 1h30             |      | 1h30  | 1h30   | 5       | 3      |
|          |                                      |       |         |        | Apprentissage Profond                       | 63h00  | 1h30             | 1h30 | 1h30  | 3h00   | 4       | 2      |
|          | Unité d'Enseignement de Méthodologie | UEM2  | 9       | 4      | Algorithmique Parallèle et Distribuée       | 63h00  | 1h30             | 1h30 | 1h30  | 1h30   | 5       | 2      |
|          |                                      |       |         |        | Virtualisation et Cloud Computing           | 63h00  | 1h30             |      | 3h00  | 3h00   | 4       | 2      |
|          | Unité d'Enseignement Transversale    | UET2  | 2       | 2      | Lean Stratup                                | 42h00  | 1h30             |      | 1h30  | 1h30   | 2       | 2      |
|          | Unité d'Enseignement de Découverte   | UED2  | 1       | 1      | Une Matière au Choix                        | 21h00  | 1h30             |      |       |        | 1       | 1      |
|          | Total du semestre 2                  |       | 30      | 18     |                                             | 378h00 | 12h00            | 3h00 | 12h00 | 13h30  | 30      | 18     |

### 3- Semestre 3.

| Semestre | Unités d'Enseignement                |       |         |        | Matière (s) constituant l'unité           |        |                  |      |      |        |         |        |
|----------|--------------------------------------|-------|---------|--------|-------------------------------------------|--------|------------------|------|------|--------|---------|--------|
| S3       | Nature                               | Code  | Crédits | Coeff. | Intitulés des matières                    | VHS    | V.H Hebdomadaire |      |      |        | Crédits | Coeff. |
|          |                                      |       |         |        |                                           | 14 Sem | Cours            | TD   | TP   | Autres |         |        |
|          | Unité d'Enseignement Fondamentale    | UEF31 | 10      | 6      | Sécurité des Données                      | 63h00  | 1h30             | 1h30 | 1h30 | 3h00   | 5       | 3      |
|          |                                      |       |         |        | Visualisation Avancée de Données          | 42h00  | 1h30             |      | 1h30 | 1h30   | 5       | 3      |
|          |                                      | UEF32 | 8       | 6      | Systèmes d'Aide à la Décision             | 63h00  | 1h30             | 1h30 | 1h30 | 3h00   | 4       | 3      |
|          |                                      |       |         |        | Modélisation et Optimisation              | 63h00  | 1h30             | 1h30 | 1h30 | 3h00   | 4       | 3      |
|          | Unité d'Enseignement de Méthodologie | UEM3  | 9       | 4      | Traitement Automatique du Langage Naturel | 63h00  | 1h30             | 1h30 | 1h30 | 3h00   | 5       | 2      |
|          |                                      |       |         |        | Calcul GPU                                | 42h00  | 1h30             |      | 1h30 | 1h30   | 4       | 2      |
|          | Unité d'Enseignement Transversale    | UET3  | 2       | 1      | Méthodologie de Recherche                 | 21h00  | 1h30             |      |      |        | 2       | 1      |
|          | Unité d'Enseignement de Découverte   | UED3  | 1       | 1      | Une Matière au Choix                      | 21h00  | 1h30             |      |      |        | 1       | 1      |
|          | Total du semestre 3                  |       | 30      | 18     |                                           | 378h00 | 12h00            | 6h00 | 9h00 | 15h00  | 30      | 18     |

#### 4- Semestre 4.

**Domaine** : Mathématiques et Informatique.

**Filière** : Informatique.

**Spécialité** : Science des Données.

|                         | VHS          | Coeff.    | Crédits   |
|-------------------------|--------------|-----------|-----------|
| PFE avec Mémoire        | 750 h        | 18        | 30        |
| Stage dans l'entreprise |              |           |           |
| Ateliers                |              |           |           |
| Travail Personnel       |              |           |           |
| Autres                  |              |           |           |
| <b>Total Semestre 4</b> | <b>750 h</b> | <b>18</b> | <b>30</b> |

#### 5- Récapitulatif global de la formation.

| UE →                               | UEF           | UEM            | UET          | UED          | S4           | Total         |
|------------------------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| VH →                               |               |                |              |              |              |               |
| Cours                              | 273 h         | 126 h          | 63 h         | 63 h         |              | 525 h         |
| TD                                 | 147 h         | 63 h           | -            | -            |              | 210 h         |
| TP                                 | 231 h         | 126 h          | 42 h         | -            |              | 399 h         |
| Mémoire                            | -             | -              | -            | -            | 750 h        | 750 h         |
| Stage dans l'entreprise            | -             | -              | -            | -            |              | -             |
| Ateliers                           | -             | -              | -            | -            |              | -             |
| Travail Personnel                  | 378 h         | 168 h          | 42 h         | -            |              | 588 h         |
| Autres                             | -             | -              | -            | -            |              | -             |
|                                    |               |                |              |              |              |               |
| <b>Total</b>                       | <b>1029 h</b> | <b>483 h</b>   | <b>147 h</b> | <b>63 h</b>  | <b>750 h</b> | <b>2472 h</b> |
| <b>Crédits</b>                     | <b>54</b>     | <b>27</b>      | <b>6</b>     | <b>3</b>     | <b>30</b>    | <b>120</b>    |
| <b>% en crédits pour chaque UE</b> | <b>45 %</b>   | <b>22.50 %</b> | <b>5 %</b>   | <b>2.5 %</b> | <b>25 %</b>  | <b>100 %</b>  |

6- السداسي الأول:

| المواد المكونة للوحدة |         |        |               |             |        |                      | وحدات تعليمية                 |           |         |                 |                      | السداسي       |
|-----------------------|---------|--------|---------------|-------------|--------|----------------------|-------------------------------|-----------|---------|-----------------|----------------------|---------------|
| الحجم الساعي الأسبوعي |         |        |               |             |        | الحجم الساعي السداسي | عناوين المواد                 | المعاملات | الأرصدة | الرمز           | الطبيعة              | السداسي الاول |
| المعاملات             | الأرصدة | أخرى   | أعمال تطبيقية | أعمال موجهة | محاضرة | 14-أسبوع             |                               |           |         |                 |                      |               |
| 3                     | 5       | 3 سا   | 1 سا30        | 1 سا30      | 1 سا30 | 63 سا                | الخوارزميات المتقدمة والتعقيد | 6         | 10      | وت.أ.11         | وحدة تعليم أساسية    |               |
| 3                     | 5       | 3 سا   | 1 سا30        | 1 سا30      | 1 سا30 | 63 سا                | قواعد البيانات المتقدمة       |           |         |                 |                      |               |
| 3                     | 4       | 1 سا30 |               | 1 سا30      | 1 سا30 | 42 سا                | الإحصاء والاحتمالات المتقدمة  | 6         | 8       | وت.أ.12         |                      |               |
| 3                     | 4       | 1 سا30 | 1 سا30        |             | 3 سا   | 63 سا                | التعلم الآلي                  |           |         |                 |                      |               |
| 2                     | 5       | 1 سا30 | 1 سا30        |             | 1 سا30 | 42 سا                | البرمجة لعلوم البيانات        | 4         | 9       | وت.م.1          | وحدة تعليم منهجية    |               |
| 2                     | 4       | 1 سا30 |               | 1 سا30      | 1 سا30 | 42 سا                | تحليل البيانات                |           |         |                 |                      |               |
| 1                     | 2       | 1 سا30 | 1 سا30        |             | 1 سا30 | 42 سا                | الشبكات المتقدمة              | 1         | 2       | وت.أ.1          | وحدة تعليم أفقية     |               |
| 1                     | 1       |        |               |             | 1 سا30 | 21 سا                | مقياس اختياري                 | 1         | 1       | وت.إ.1          | وحدة تعليم استكشافية |               |
| 18                    | 30      | 13سا30 | 7سا30         | 6 سا        | 13سا30 | 378 سا               |                               | 18        | 30      | مجموع السداسي 1 |                      |               |

7- السداسي الثاني:

| المواد المكونة للوحدة |         |        |               |             |        |                      | وحدات تعليمية                  |           |         |                 |                      | السداسي        |
|-----------------------|---------|--------|---------------|-------------|--------|----------------------|--------------------------------|-----------|---------|-----------------|----------------------|----------------|
| الحجم الساعي الأسبوعي |         |        |               |             |        | الحجم الساعي السداسي | عناوين المواد                  | المعاملات | الأرصدة | الرمز           | الطبيعة              | السداسي الثاني |
| المعاملات             | الأرصدة | أخرى   | أعمال تطبيقية | أعمال موجهة | محاضرة | 14-أسبوع             |                                |           |         |                 |                      |                |
| 3                     | 5       | 1 سا30 | 1 سا30        |             | 1 سا30 | 42 سا                | تحليل البيانات الضخمة          | 6         | 9       | وت.أ.21         | وحدة تعليم أساسية    |                |
| 3                     | 4       | 1 سا30 | 1 سا30        |             | 1 سا30 | 42 سا                | هندسة وإدارة قواعد البيانات    |           |         |                 |                      |                |
| 3                     | 5       | 1 سا30 | 1 سا30        |             | 1 سا30 | 42 سا                | مستودع البيانات وتحضيرها       | 5         | 9       | وت.أ.22         |                      |                |
| 2                     | 4       | 3 سا   | 1 سا30        | 1 سا30      | 1 سا30 | 63 سا                | التعلم العميق                  |           |         |                 |                      |                |
| 2                     | 5       | 1 سا30 | 1 سا30        | 1 سا30      | 1 سا30 | 63 سا                | الخوارزميات المتوازية والموزعة | 4         | 9       | وت.م.2          | وحدة تعليم منهجية    |                |
| 2                     | 4       | 3 سا   | 3 سا          |             | 1 سا30 | 63 سا                | الافتراضية والحوسبة السحابية   |           |         |                 |                      |                |
| 2                     | 2       | 1 سا30 | 1 سا30        |             | 1 سا30 | 42 سا                | المؤسسات الناشئة اللينة        | 2         | 2       | وت.أ.2          | وحدة تعليم أفقية     |                |
| 1                     | 1       |        |               |             | 1 سا30 | 21 سا                | مقياس اختياري                  | 1         | 1       | وت.إ.2          | وحدة تعليم استكشافية |                |
| 18                    | 30      | 13سا30 | 12 سا         | 3 سا        | 12 سا  | 378 سا               |                                | 18        | 30      | مجموع السداسي 2 |                      |                |

8- السداسي الثالث:

| المواد المكونة للوحدة |         |        |               |             |        |                      | وحدات تعليمية          |           |         |                 |                      | السداسي        |
|-----------------------|---------|--------|---------------|-------------|--------|----------------------|------------------------|-----------|---------|-----------------|----------------------|----------------|
| الحجم الساعي الأسبوعي |         |        |               |             |        | الحجم الساعي السداسي | عناوين المواد          | المعاملات | الأرصدة | الرمز           | الطبيعة              | السداسي الثالث |
| المعاملات             | الأرصدة | أخرى   | أعمال تطبيقية | أعمال موجهة | محاضرة | 14-أسبوع             |                        |           |         |                 |                      |                |
| 3                     | 5       | 3 سا   | 1 سا30        | 1 سا30      | 1 سا30 | 63 سا                | أمن البيانات           | 6         | 10      | وت.أ.31         | وحدة تعليم أساسية    |                |
| 3                     | 5       | 1 سا30 | 1 سا30        |             | 1 سا30 | 42 سا                | تصور البيانات المتقدم  |           |         |                 |                      |                |
| 3                     | 4       | 3 سا   | 1 سا30        | 1 سا30      | 1 سا30 | 63 سا                | أنظمة دعم القرار       | 6         | 8       | وت.أ.32         |                      |                |
| 3                     | 4       | 3 سا   | 1 سا30        | 1 سا30      | 1 سا30 | 63 سا                | النمذجة والتحسين       |           |         |                 |                      |                |
| 2                     | 5       | 3 سا   | 1 سا30        | 1 سا30      | 1 سا30 | 63 سا                | معالجة اللغات الطبيعية | 4         | 9       | وت.م.3          | وحدة تعليم منهجية    |                |
| 2                     | 4       | 1 سا30 | 1 سا30        |             | 1 سا30 | 42 سا                | الحوسبة باستخدام GPU   |           |         |                 |                      |                |
| 1                     | 2       |        |               |             | 1 سا30 | 21 سا                | منهجية البحث العلمي    | 1         | 2       | وت.أ.3          | وحدة تعليم أفقية     |                |
| 1                     | 1       |        |               |             | 1 سا30 | 21 سا                | مقياس اختياري          | 1         | 1       | وت.إ.3          | وحدة تعليم استكشافية |                |
| 18                    | 30      | 15 سا  | 9 سا          | 6 سا        | 12 سا  | 378 سا               |                        | 18        | 30      | مجموع السداسي 3 |                      |                |

### **III- Programme détaillé par matière.**

**Spécialité : Science des Données.**

**Intitulé de la matière :** Algorithmique Avancée et Complexité. **Semestre :** 1. **Type :** UEF11.  
**VHS :** 63h00. **VHH :** 4h30. **Cours :** 1h30. **TD :** 1h30. **TP :** 1h30.  
**VHS travail personnel :** 42h00. **Coefficient :** 3. **Crédit :** 5.

**Objectifs de la matière :** 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. Elle 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 Dijkstra).

#### **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 :** Contrôle continu et examen.

### Références bibliographiques :

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

**Intitulé de la matière :** Bases de Données Avancées. **Semestre :** 1. **Type :** UEF11.  
**VHS :** 63h00. **VHH :** 4h30. **Cours :** 1h30. **TD :** 1h30. **TP :** 1h30.  
**VHS travail personnel :** 42h00. **Coefficient :** 3. **Crédit :** 5.

**Objectifs de la matière :** 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- 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 :** Contrôle continu et examen.

**Références bibliographiques :**

1. R. Elmasri & S. Navathe (2016). Fundamentals of Database Systems, 7th Edition, Pearson.
2. R. Elmesri, B. Navate (2016). Fundamentals of Database Systems. 7th edition, Pearson Editions.
3. T. Connolly & C. Begg (2014). Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management, 6th Edition, Pearson.
4. Christian Soutou (2013). SQL pour Oracle. Editions Eyrolles.
5. Silberschatz, H. Korth & S. Sudarshan (2019). Database System Concepts, 7th Edition, McGraw-Hill.
6. Mohamed Fadhel SAAD (2016). PL/SQL sous Oracle 12c. Guide du développeur.
7. R.G.G. Cattell (1994). Object Data Management. Addison-Wesley.
8. P. Selmer (2012). NOSQL stores and Data analytics tools. Advances in Data Management.

**Intitulé de la matière :** Statistiques et Probabilités Avancées. **Semestre :** 1. **Type :** UEF12.  
**VHS :** 42h00. **VHH :** 3h00. **Cours :** 1h30. **TD :** 1h30. **TP :** 0h00.  
**VHS travail personnel :** 21h00. **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.

**1. Fondements des probabilités**

- Espaces probabilisés.
- Variables aléatoires discrètes.
- Variables aléatoires continues.
- Vecteurs aléatoires et indépendance.

**2. Convergence et théorèmes limites**

- Fonctions caractéristiques.
- Loi des grands nombres.
- Théorème central limite.

**3. Statistique inférentielle**

- Estimateurs et propriétés.
- Intervalles de confiance.
- Tests d'hypothèses statistiques.

**4. Simulation et application**

- Simulation de variables aléatoires.
- Méthodes de rééchantillonnage (bootstrap).
- Méthode de Monte Carlo.

**Mode d'évaluation :**

- Examen semestriel en présentiel (60%).
- Évaluation continue (CC) (40%) : Contrôle continu, 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.

**Intitulé de la matière :** Apprentissage Automatique. **Semestre :** 1. **Type :** UEF12.  
**VHS :** 63h00. **VHH :** 4h30. **Cours :** 3h00. **TD :** 0h00. **TP :** 1h30.  
**VHS travail personnel :** 21h00. **Coefficient :** 3. **Crédit :** 4.

**Objectifs de l'enseignement :** Ce module initie aux bases de l'Apprentissage Automatique : types d'apprentissage, prétraitement des données, extraction de motifs, classification supervisée, validation croisée et optimisation de modèles. Les réseaux de neurones profonds sont abordés dans le module « Apprentissage Profond »

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

### **Contenu de la matière :**

**Cours :** 42h.

#### **1. Introduction et fondamentaux**

- Aperçu sur l'Apprentissage Automatique.
- Types de ML et cycle de vie d'un projet.

.....

#### **2. Prétraitement des données**

- Gestion des valeurs manquantes et outliers.
- Normalisation, discrétisation, encodage.
- Problème des jeux de données déséquilibrés (Imbalanced Datasets).

#### **3. Régression**

- Régression linéaire (simple et multiple).
- Regularisation (Ridge, Lasso).
- Métriques pour la régression (MAE, RMSE,  $R^2$ ).

#### **4. Classification**

- Perceptron simple.
- Arbres de décision et forêts.
- K-plus proches voisins.
- Naïve Bayes.
- SVM (séparateurs linéaires).

#### **5. Clustering**

- Mesures de similarité.
- K-means, CAH.
- DBSCAN.
- Métriques pour le clustering (silhouette, Davies-Bouldin).

#### **6. Évaluation et validation des modèles**

- Cross-validation (K-fold, leave-one-out).
- Overfitting vs underfitting (courbes d'apprentissage).
- Optimisation d'hyperparamètres.
- Interprétation des résultats (accuracy, precision, recall, F1).

## **7. Motifs fréquents et règles d'association**

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

## **8. Ingénierie des caractéristiques et détection d'anomalies.**

- Création et sélection de features.
- Réduction de dimension (PCA).
- Méthodes de détection (Isolation Forest, LOF) Chapitre 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 :**

- Examen semestriel en présentiel (60%).
- Évaluation continue (CC) (40%) : Contrôle continu, travail personnel.

### **Références bibliographiques :**

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. Carl Shan, William Chen, Henry Wang et Max Song, The Data Science Handbook: Advice and Insights from 25 Amazing Data Scientists, 2015.

**Intitulé de la matière :** Programmation pour la Science des Données. **Semestre :** 1. **Type :** UEM1.  
**VHS :** 42h00. **VHH :** 3h00. **Cours :** 1h30. **TD :** 0h00. **TP :** 1h30.  
**VHS travail personnel :** 21h00. **Coefficient :** 2. **Crédit :** 5.

**Objectifs de l'enseignement :** À l'issue de ce module, l'étudiant sera capable de :

- Maîtriser les bases du langage Python et les bonnes pratiques de programmation.
- Manipuler efficacement des structures de données pour l'analyse.
- Utiliser des bibliothèques fondamentales comme NumPy, Pandas, Matplotlib, Seaborn pour explorer et visualiser les données.
- Effectuer des opérations de traitement, transformation, et préparation des données.
- Charger, exporter et nettoyer des jeux de données provenant de sources diverses (CSV, JSON, Excel, SQL).
- Préparer les données en vue d'analyses statistiques ou d'algorithmes de l'Apprentissage Automatique.

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**  
**Cours :** 21h.

### 1. Concepts fondamentaux de python

- Syntaxe et opérations de base.
- Structure de données primitives (integer, float, ..., etc.).
- Structure de données non primitives (set, dictionnaire, tuple, ..., etc.).
- Les fonctions et programmation fonctionnelle avec map, reduce, filter et fonction anonyme
- Les fichiers, les erreurs et les exceptions.

### 2. Manipulation des données avec Pandas

- Introduction aux dataframes, Series, Index Objects.
- Fonctionnalités essentielles : ré-indexation, suppression des entrées, sélection, filtrage, tri, agrégation.
- Analyse descriptive : présentation et calcul des statistiques (corrélation, variance), l'appartenance, valeurs uniques.
- Transformation des données en utilisant les fonctions.

### 3. Arrays et calcul vectoriel

- Les bases de NumPy : création d'un vecteur, création d'un objet vecteur.
- Multidimensionnel, type de données pour ndarrays, transposition, tri, indexation.
- Arithmétique avec NumPy arrays.
- Exprimer la logique conditionnelle comme opération vectorielle.

### 4. Chargement des données, stockage, et les formats des fichiers

- Lire les données à partir des différents formats de fichiers (txt, csv, excel, json, ...).
- Écrire les données sur des différents formats de fichiers (csv, Excel, json, ...).
- Interaction avec les bases de données.

### 5. Visualisation et outils d'affichage

- Introduction à matplotlib : Figure et subplot, légende, labels.
- Affichage avec les dataframes et seaborn (histogramme, bar et line plot, ..., etc.).

## **6. Manipulation des données textuelles**

- Méthodes d'objet String.
- Expression régulière.
- Fonction de string vectorisée dans pandas.
- Représentation vectorielle des textes.

## **7. Programmation orientée objet Les classes et les objets**

- Héritage et polymorphisme.

## **8. Packages et modules**

- Package hiérarchique de modules, l'importation des modules en utilisant des nom relatives, chargement des modules, diviser un module en plusieurs fichiers.
- Organisation du code et installation des packages.

### **Mode d'évaluation :**

- Examen semestriel en présentiel (60%).
- Évaluation continue (CC) (40%) : Contrôle continu, travail personnel.

### **Références bibliographiques :**

1. Python Cookbook, Third Edition 3rd, Brian K. Jones, David M. Beazley, O'Reilly, 2011
2. Python, Second Edition, Luciano Ramalho, O'Reilly, 2015.
3. Python by Example: Learning to Program in 150 Challenges, Nicola Lacey, Cambridge University, 2019.
4. Python for Data Analysis, Third Edition, Wes McKinney, O'Reilly, 2022.
5. Pandas for Everyone: Python Data Analysis, Second Edition, Daniel Y. Chen, Addison-Wesley Professional, 2017.

**Intitulé de la matière :** Analyse de Données. **Semestre :** 1. **Type :** UEM1.  
**VHS :** 42h00. **VHH :** 3h00. **Cours :** 1h30. **TD :** 1h30. **TP :** 0h00.  
**VHS travail personnel :** 21h00. **Coefficient :** 2. **Crédit :** 4.

**Objectifs de l'enseignement :** 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**

- Définition et objectifs de l'analyse exploratoire.
- Typologie des données : qualitatives, quantitatives, ordinales.
- Étapes d'un projet d'analyse de données.
- Préparation des données : nettoyage, codage, traitement des valeurs manquantes.

**2. Analyse des relations entre variables**

- Analyse de corrélation (Pearson, Spearman).
- Test de dépendance entre variables qualitatives ( $\chi^2$ ).
- Analyse de variance (ANOVA).
- Régression linéaire simple et multiple : interprétation, qualité d'ajustement.

**3. Analyse factorielle**

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

**4. Classification des données**

- Classification ascendante hiérarchique (CAH).
- Méthodes de partition : k-means, k-medoids.
- Choix du nombre de classes (critères de Calinski-Harabasz, silhouette, etc.).
- Interprétation des groupes et visualisation des classes.

**5. Visualisation des données**

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

**6. Séries Chronologiques**

- Modélisation déterministe.
- Analyse de la tendance.
- Les moyennes mobiles
- Décomposition d'une série chronologique.
- Préviation par lissage exponentiel.

## **7. Études de cas et applications**

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

### **Mode d'évaluation :**

- Examen semestriel en présentiel (60%).
- Évaluation continue (CC) (40%) : Contrôle continu, travail personnel.

### **Références bibliographiques**

1. Saporta G. Probabilités, analyse des données et statistique. 3ème 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.

**Intitulé de la matière :** Réseaux Avancés. **Semestre :** 1. **Type :** UET1.  
**VHS :** 42h00. **VHH :** 3h00. **Cours :** 1h30. **TD :** 0h00. **TP :** 1h30.  
**VHS travail personnel :** 21h00. **Coefficient :** 1. **Crédit :** 2.

**Objectifs de l'enseignement :** Cette matière vise à consolider et approfondir les connaissances des étudiants sur le fonctionnement des réseaux informatiques, en abordant des notions avancées telles que le routage dynamique, les protocoles de transmission, les protocoles applicatifs ainsi que la configuration IPv6. L'objectif est de préparer les étudiants à analyser, concevoir et gérer des infrastructures réseau plus complexes dans des contextes professionnels ou de recherche.

**Connaissances préalables recommandées :** Réseaux informatiques (licence).

### **Contenu de la matière :**

**Cours :** 21h.

#### **1- Rappels sur les réseaux**

- Modèles OSI et TCP/IP.
- Adressage MAC/IP (Protocole ARP).
- Adressage dans les sous-réseaux (FLSM, VLSM, CIDR ...).

#### **2- Protocoles de routage**

- Routage statique.
- Routage dynamique (RIP, OSPF, BGP).
  - Vecteurs de distance.
  - Etat des liens.

#### **3- Réseaux locaux et réseaux étendus**

- Réseaux locaux Virtuels (Vlan), Protocoles VTP, DTP.
- Routage inter-Vlan.
- Redondances dans les LANs (STP, EtherChannel, Protocole HSRP).
- Protocole PPP
- VPN (Protocole GRE).

#### **4- Protocoles de transmission**

- Les protocoles TCP/UDP.
- Gestion des états de la connexion TCP.
- Contrôle de flux.
- Contrôle de congestion.
- Contrôle d'erreur.

#### **5- Protocoles applicatifs**

- Protocoles web (HTTP et HTTPS).
- Protocoles de messagerie électronique (SMTP, POP et IMAP).
- Services de partage de fichiers (FTP et SMB).
- DHCP.
- DNS.
- Telnet et SSH.

#### **6- Protocole IPv6**

- Adressage.
- Transition IPv4/IPv6.
- Services IPv6...

## **7- Gestion des réseaux**

- LLDP, CDP, NTP.
- SNMP.
- Qualité de Service (QoS).
- Automatisation de gestion de la configuration (Ansible...).

### **Mode d'évaluation :**

- Examen semestriel en présentiel (60%).
- Évaluation continue (CC) (40%) : Contrôle continu, travail personnel.

### **Références bibliographiques :**

1. Tanenbaum, A., Feamster, N., & Witherall, D. (2021). Computer networks (6th ed.). Pearson Publisher.
2. White, R., & Banks, E. (2017). Computer networking problems and solutions: An innovative approach to building resilient, modern networks. Addison-Wesley Professional.
3. Englander, I., & Wong, W. (2021). The architecture of computer hardware, systems software, and networking: An information technology approach. John Wiley & Sons.
4. Bonaventure, O. (2021). Computer networking: Principles, protocols and practice.
5. Dordal, P. L. (2022). An introduction to computer networks. Department of Computer Science, Loyola University Chicago.

**Intitulé de la matière :** Une Matière au Choix. **Semestre :** 1. **Type :** UED1.  
**VHS :** 21h00. **VHH :** 1h30. **Cours :** 1h30. **TD :** 0h00. **TP :** 0h00.  
**VHS travail personnel :** 0h00. **Coefficient :** 1. **Crédit :** 1.

**Objectifs de l'enseignement :** Cette matière permet aux étudiants d'acquérir une vision plus large de leur domaine d'études et favorise une meilleure compréhension des enjeux sociaux, économiques et éthiques liées à l'informatique, ainsi qu'une capacité à communiquer efficacement et à s'adapter à des situations diverses qui peuvent se présenter. En d'autres termes, cette matière permet :

- Une ouverture à d'autres disciplines en relation avec le quotidien, afin de comprendre l'importance de la collaboration dans un environnement pluridisciplinaire.
- L'élargissement des horizons, ce qui favorise la compréhension de la pensée humaine dans le temps et l'espace.
- Développement de compétences transversales : communication, vision holistique, analyse et synthèse, capacité d'adaptation, etc.

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**  
**Cours :** 21h.

1. Introduction à la discipline concernée (matière choisie).
2. Présentation des concepts fondamentaux.
3. Applications croisées avec l'informatique.
4. Études de cas.

| <b>Liste des matières proposées pour le choix (Une matière par semestre).</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Catégorie : "Sciences et culture".</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Catégorie : "Technique".</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| - Informatique verte (Green IT).<br>- Gouvernance et transformation digitale.<br>- L'impact des technologies sur le travail et les relations sociales.<br>- Les technologies émergentes dans les services publics.<br>- Biologie des systèmes et modélisation informatique.<br>- Philosophie des sciences et de la technique.<br>- Systèmes d'information environnementaux.<br>- Droit du Numérique et Protection des Données (RGPD).<br>- Psychologie cognitive. | - Intelligence Artificielle.<br>- Génie Logiciel.<br>- Ingénierie des Systèmes d'Informations.<br>- Réseaux et Systèmes Distribués.<br>- Sécurité Informatique (Cybersécurité).<br>- Informatique Fondamentale.<br>- Systèmes Cyber-Physiques.<br>- Informatique visuelle.<br>- Bio-informatique.<br>- Calcul haute performance.<br>- Informatique quantique. |

**Mode d'évaluation :**

- Examen semestriel en présentiel (100%).

**Références bibliographiques :** L'enseignant propose des références selon la matière choisie.

**Intitulé de la matière :** Analyse de Données Massives. **Semestre :** 2. **Type :** UEF21.  
**VHS :** 42h00. **VHH :** 3h00. **Cours :** 1h30. **TD :** 0h00. **TP :** 1h30.  
**VHS travail personnel :** 21h00. **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 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.

**1. Fondamentaux du Big Data**

- Définitions et "les 5V" (Volume, Variété, Vitesse, Véracité, Valeur).
- Enjeux métiers et cas d'usage.
- Cycle de vie de la donnée (collecte, stockage, analyse, visualisation).

**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.

**3. Ingestion et pipelines de données**

- ETL / ELT (Sqoop, NiFi).
- Streaming (Kafka, Flume, Kinesis).
- Architectures Lambda vs Kappa.

**4. Traitement des données massives**

- Paradigme MapReduce
- Spark Core (RDD, DataFrame, Dataset) et Spark Streaming.
- Optimisations (partitionnement, persistance, broadcast).

**5. Analytique et Apprentissage Automatique à grande échelle**

- MLlib / Spark ML.
- Pipelines ML distribués.
- Cas pratiques : clustering (K-means), régression, recommandation.

**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 :**

- Examen semestriel en présentiel (60%).
- Évaluation continue (CC) (40%) : Contrôle continu, travail personnel.

**Références bibliographiques :**

1. Kleppmann, Martin. Designing data-intensive applications: The big ideas behind reliable, scalable, and maintainable systems. " O'Reilly Media, Inc.", 2017.
2. Davenport, Thomas H., Paul Barth, and Randy Bean. How 'big data' is different. MIT Sloan Management Review, 2012.
3. Marz, Nathan, and James Warren. Big Data: Principles and best practices of scalable Realtime data systems. New York ; Manning Publications Co., 2015.
4. 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.

**Intitulé de la matière :** Architecture et Admin. des Bases de Données. **Semestre :** 2. **Type :** UEF21.  
**VHS :** 42h00. **VHH :** 3h00. **Cours :** 1h30. **TD :** 0h00. **TP :** 1h30.  
**VHS travail personnel :** 21h00. **Coefficient :** 3. **Crédit :** 4.

**Objectifs de l'enseignement :** Comprendre l'architecture d'un SGBD et la façon dont il gère une base de données. Acquérir des compétences et un savoir-faire d'un administrateur de Base de Données.

**Connaissances préalables recommandées :**

Les premières notions sur les bases de données : conception, création, et utilisation d'une base de données.

**Contenu de la matière :**

**Cours :** 21h.

**1. Architecture des SGBD**

- Architecture logicielle : couches, composants.
- Processus internes d'un SGBD.
- Modèle client-serveur et multi-utilisateur.
- Architecture centralisée vs distribuée.

**2. Installation et configuration**

- Choix du SGBD (Oracle, PostgreSQL, MySQL...
- Installation et paramétrage de l'environnement.
- Création et initialisation de bases de données.
- Gestion des fichiers de données et de contrôle.

**3. Gestion du stockage**

- Structures physiques et logiques.
- Table spaces, fichiers de données, segments.
- Indexation et gestion des performances.

**4. Sécurité et contrôle d'accès**

- Comptes utilisateurs, rôles, privilèges.
- Authentification, journalisation, audit.
- Sécurité des connexions et chiffrement.

**5. Concurrency et transactions**

- Transactions ACID.
- Verrouillage (lock), isolation, anomalies.
- Contrôle de concurrence optimiste et pessimiste.

**6. Sauvegarde et restauration**

- Sauvegarde logique vs physique.
- Sauvegarde complète, incrémentale, différentielle.
- Restauration en cas de panne partielle ou totale.

**7. Optimisation et tuning**

- Plan d'exécution et analyse de requêtes.
- Optimisation des index et jointures.
- Statistiques, analyse de performances.

**Mode d'évaluation :**

- Examen semestriel en présentiel (60%).
- Évaluation continue (CC) (40%) : Contrôle continu, travail personnel.

**Références bibliographiques :**

1. Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2017). Fundamentals of Database Systems (7th ed.). Pearson.
2. Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarshan, S. (2020). Database System Concepts (7th ed.). McGraw-Hill.
3. Garcia-Molina, H., Ullman, J. D., & Widom, J. (2008). Database Systems: The Complete Book (2nd ed.). Pearson.
4. Connolly, T., & Begg, C. (2015). Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management (6th ed.). Pearson.
5. Desai, B. C. (2012). An Introduction to Database Systems. Galgotia Publications.

**Intitulé de la matière :** Entrepôts et Préparation de Données. **Semestre :** 2. **Type :** UEF22.  
**VHS :** 42h00. **VHH :** 3h00. **Cours :** 1h30. **TD :** 0h00. **TP :** 1h30.  
**VHS travail personnel :** 21h00. **Coefficient :** 3. **Crédit :** 5.

### **Objectifs de l'enseignement :**

Les entrepôts de données sont actuellement la meilleure réponse à l'intégration, au stockage et à la restitution personnalisée d'une importante quantité d'information provenant de sources diverses et qui forment la partie statique (enregistrement) des systèmes d'information décisionnels.

L'objectif de ce cours est de donner des bases nécessaires à la conception, la modélisation, la mise en place, la maintenance des entrepôts de données d'un système d'information pour l'aide à la décision. Par ailleurs, ce cours permet l'apprentissage des techniques de préparation et d'intégration de données afin d'alimenter un entrepôt de données à partir d'un ensemble de sources de données hétérogènes.

**Connaissances préalables recommandées :** Notions sur les bases de données, système d'informations.

### **Contenu de la matière :** **Cours :** 21h.

#### **1. Initiation aux entrepôts de données**

- Des systèmes d'information aux systèmes d'information décisionnels.
- Motivations.
- Définition d'un entrepôt de données.
- Propriétés d'un entrepôt de données.
- Objectifs et fonctions d'un entrepôt de données.

#### **2. Architecture d'un entrepôt de données**

- Architecture d'un entrepôt de données.
- Dualité Entrepôt / Magasins.
- Les métadonnées et la qualité de données.
- Le flux de données dans un entrepôt.
- OLAP et OLTP : définition, propriétés, fonctionnement et comparaison.

#### **3. Extraction et Intégration de Données**

- L'intégration des schémas des sources.
- L'intégration virtualisée (la médiation : les approches GAV et LAV).
- L'intégration matérialisée (l'entrepôt de données).
- Le processus ETL.
- L'extraction de données.
- Le nettoyage de données.
- Le chargement de données.

#### **4. Modélisation de l'entrepôt**

- Le modèle multidimensionnel.
- Approche générale de modélisation.
- Table des faits.
- Tables des dimensions.
- Les schémas d'un modèle multidimensionnel.
- Le schéma en étoile.
- Le schéma en flocon.
- Le schéma en constellation.
- Etude de cas.

#### **5. Optimisation des placements physiques des données**

- Opérateurs dédiés.
- Optimisation des opérateurs de jointures, d'agrégats.
- Matérialisations des vues.
- Choix des supports de stockage.

#### **6. Interrogation des entrepôts de données**

- Les systèmes de gestion des entrepôts de données (SGBD pour le décisionnel, etc.).
- Requêtes multidimensionnelles (SQL complexes, etc.).

#### **Mode d'évaluation :**

- Examen semestriel en présentiel (60%).
- Évaluation continue (CC) (40%) : Contrôle continu, travail personnel.

#### **Références bibliographiques :**

1. R. Kimball, The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling, Wiley, 2013.
2. P. Ponniah, Data Warehousing: Fundamentals for IT Professionals, Wiley, 2010.
3. W. H. Inmon, Building the Data Warehouse, Wiley, 2005.

**Intitulé de la matière :** Apprentissage Profond. **Semestre :** 2. **Type :** UEF22.  
**VHS :** 63h00. **VHH :** 4h30. **Cours :** 1h30. **TD :** 1h30. **TP :** 1h30.  
**VHS travail personnel :** 42h00. **Coefficient :** 3. **Crédit :** 4.

**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 :**

**Contenu de la matière :**

**Cours :** 21h.

### **1. Introduction à l'Apprentissage Profond**

- Définition, origine et liens avec l'Apprentissage Automatique.
- Réseaux de neurones : principe général.
- Importance des données massives et du calcul parallèle (GPU, TPUs).
- Cas d'usage (vision, NLP, audio, séries temporelles).

### **2. Réseaux de neurones artificiels (ANN)**

- Neurone formel, fonctions d'activation (ReLU, sigmoid, tanh).
- Propagation avant et rétropropagation.
- Fonction de coût et descente de gradient (SGD, Adam).
- Overfitting et techniques de régularisation : dropout, early stopping, L2.

### **3. Outils et frameworks pratiques**

- Introduction à TensorFlow et Keras.
- Manipulation de données avec NumPy et Pandas.
- Création, entraînement et évaluation d'un modèle ANN simple.
- Sauvegarde, chargement et visualisation des modèles.

### **4. Réseaux convolutifs (CNN)**

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

### **5. Réseaux récurrents (RNN) et séquentiels**

- RNN simples et limitations (vanishing gradient).
- LSTM et GRU Application aux séries temporelles et au traitement du langage naturel (NLP).
- Séquences à séquences (seq2seq) et modèles attentionnels.

### **6. Modèles avancés et tendances récentes**

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

**Mode d'évaluation :**

- Examen semestriel en présentiel (60%).
- Évaluation continue (CC) (40%) : Contrôle continu, travail personnel.

**Références bibliographiques :**

1. Gérard Dreyfus. Réseaux de neurones, Méthodologies et applications, Manuel Samuelides, Jean-Marc Martinez, Mirta B. Gordon, Fouad Badran, Sylvie Thiria, Laurent Hérault, 2ème 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. David Rousseau. L'apprentissage machine, <https://www.youtube.com/watch?v=utaKQ-obVR8>.

**Intitulé de la matière :** Algorithmique Parallèle et Distribuée. **Semestre :** 2. **Type :** UEM2.  
**VHS :** 63h00. **VHH :** 4h30. **Cours :** 1h30. **TD :** 1h30. **TP :** 1h30.  
**VHS travail personnel :** 21h00. **Coefficient :** 2. **Crédit :** 5.

**Objectifs de l'enseignement :** Familiariser les étudiants avec les concepts, les techniques et les outils de l'algorithmique parallèle et distribué. Les étudiants seront en mesure de comprendre les architectures de systèmes parallèles et distribués, de concevoir des algorithmes parallèles et distribués, de comprendre la complexité de l'algorithmique parallèle et distribué, et de maîtriser les techniques de programmation parallèle et distribuée.

**Connaissances préalables recommandées :**

Les connaissances préalables recommandées pour cette matière comprennent :

- Les fondamentaux de l'algorithmique et de la complexité des algorithmes.
- La programmation en langage C ou Python.
- Les architectures de systèmes informatiques et les systèmes d'exploitation.
- Les réseaux informatiques et les protocoles de communication.

**Contenu de la matière :**

**Cours :** 21h.

**1. Fondations**

- Modèles de calcul parallèle (PRAM, BSP).
- Mesures de performance (loi d'Amdahl, Gustafson).
- Patrons de parallélisme.

**2. Algorithmes de base**

- Tri (parallèle) et recherche parallèle.
- Prefix-sum, produits matriciels parallèles.
- FFT.

**3. Problèmes de graphes et optimisation**

- Plus courts chemins (Floyd-Warshall, Dijkstra, Bellman-Ford).
- Heuristiques parallèles (génétiques, colonies de fourmis).
- Réseaux de neurones parallèles.

**4. Programmation parallèle**

- OpenMP, threads natifs, GPU.
- Synchronisation (barrières, verrous, atomiques).
- Profiling et debugging.

**5. Calcul distribué**

- Architectures (clusters, grilles, Cloud).
- MPI, MapReduce, Spark.
- Consistance, tolérance aux pannes (consensus, checkpointing).

**6. Architecture des systèmes distribués**

- Protocoles de communication (TCP/IP, RDMA, gRPC).
- Équilibrage de charge, haute disponibilité.
- Sécurité et isolation.

**Mode d'évaluation :**

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

**Références bibliographiques :**

1. Dimitri P. Bertsekas et John N. Tsitsiklis. Parallel and Distributed Computation: Numerical Methods".
2. Barry Wilkinson, Michael Allen. Parallel Programming: Techniques and Applications Using Networked Workstations and Parallel Computers.
3. Ajay D. Kshemkalyani, Mukesh Singhal. Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems.
4. Ananth Grama, George Karypis, Vipin Kumar et Anshul Gupta. Introduction to Parallel Computing.

**Intitulé de la matière :** Virtualisation et Cloud Computing. **Semestre :** 2. **Type :** UEM2.  
**VHS :** 63h00. **VHH :** 4h30. **Cours :** 1h30. **TD :** 0h00. **TP :** 3h00.  
**VHS travail personnel :** 42h00. **Coefficient :** 2. **Crédit :** 4.

**Objectifs de l'enseignement :** Cette matière a pour objectif d'aider les étudiants à comprendre les concepts de base du Cloud Computing et de la virtualisation, ainsi que les technologies et les outils associés. Les étudiants seront en mesure de déployer et de gérer des applications sur le Cloud, de comprendre les différents modèles de déploiement et de service, ainsi que de surveiller les performances et de garantir la sécurité et la conformité des données. À la fin du module, les étudiants auront une compréhension approfondie du Cloud Computing et de la virtualisation,

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**  
**Cours :** 21h.

- 1. Introduction au Cloud Computing et à la virtualisation**
- 2. Les concepts de base du Cloud Computing et de la virtualisation**
- 3. Les différents types de Cloud.**
- 4. Les protocoles de virtualisation (hyperviseurs, conteneurs)**
- 5. Les technologies de virtualisation**
  - Les technologies de conteneurisation (Docker, Kubernetes).
  - Les hyperviseurs (VMware, Hyper-V).
- 6. Les outils de gestion de Clouds**
  - Les outils de gestion de Clouds (OpenStack, CloudStack).
  - Les outils de surveillance de Clouds (Nagios, Zabbix).
  - Les outils de gestion de configuration (Ansible, Chef).
- 7. Le déploiement d'applications sur le Cloud**
  - Le déploiement d'applications sur le Cloud public (AWS, Azure, GCP).
  - Le déploiement d'applications sur le Cloud privé (OpenStack, VMware).
  - Les architectures de référence pour les applications Cloud.
  - La gestion des machines virtuelles (VMs) et des conteneurs.
- 8. La sécurité et la conformité dans le Cloud**
  - Les défis de sécurité dans le Cloud.
  - Les meilleures pratiques de sécurité pour les ressources Cloud.
  - Les réglementations et les normes de conformité pour les données dans le Cloud.
- 9. Les tendances et les évolutions du Cloud computing et de la virtualisation**
  - Les tendances actuelles du marché et les nouvelles technologies.
  - Les perspectives d'avenir pour le Cloud computing et la virtualisation.

**Mode d'évaluation :**

- Examen semestriel en présentiel (60%).
- Évaluation continue (CC) (40%) : Contrôle continu, travail personnel.

**Références bibliographiques :**

1. Thomas Erl. Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture.
2. Michael J. Kavis. Architecting the Cloud.
3. John Arundel. Justin Domingus. Cloud Native DevOps with Kubernetes.

Intitulé de la matière : **Lean Startup** Semestre : 2 Type : UET21  
VHS : 42h VHH : 3h00 Cours : 1h30 TD : TP : 1h30  
VHS travail personnel : 21h Coefficient : 2 Crédit : 2

### **Objectifs de l'enseignement**

Ce module initie les étudiants à la méthodologie Lean Startup. Axée sur l'expérimentation rapide, l'apprentissage continu et la prise de décision basée sur les données, cette approche vise à réduire le gaspillage de temps et de ressources. Le cours offre des outils pratiques, particulièrement adaptés aux profils scientifiques et technologiques, pour transformer des idées innovantes ou des résultats de recherche en projets économiques viables. À son issue, les étudiants sauront formuler des hypothèses, concevoir un Produit Minimum Viable (MVP) et aligner l'innovation avec les besoins réels du marché.

### **Connaissances préalables recommandées**

Principes de l'entrepreneuriat ; Fondamentaux de la gestion de projet ;

### **Contenu de la matière**

**Cours : 21h**

#### **Chapitre 1 : Introduction aux startups**

- Définition et caractéristiques d'une startup ;
- Différences entre une entreprise traditionnelle et une startup ;
- Innovation et création de valeur ;
- Particularités des projets technologiques dans un contexte d'incertitude.

#### **Chapitre 2 : La méthodologie Lean Startup**

- Origine et évolution du Lean Startup ;
- Principes fondamentaux de la méthode ;
- Cycle d'apprentissage continu : Build – Measure – Learn ;
- Concept de « Validated Learning » ;
- Optimisation des ressources et réduction du gaspillage.

#### **Chapitre 3 : Développement client (Customer Development)**

- Méthodologie de Steve Blank ;
- Identification des problèmes réels des clients ;
- Conduite d'entretiens terrain et analyse des résultats ;
- Construction et validation des hypothèses de valeur.

#### **Chapitre 4 : Modèle économique (Business Model)**

- Définition et importance du modèle économique ;
- Business Model Canvas ;
- Segmentation des clients ;
- Proposition de valeur ;
- Sources de revenus et structure des coûts.

#### **Chapitre 5 : Développement du MVP**

- Concept du Minimum Viable Product (MVP) ;
- Importance du MVP dans la réduction des risques ;
- Différents types de MVP ;
- Applications du MVP dans les projets numériques, scientifiques et technologiques.

#### **Chapitre 6 : Mesure et analyse**

- Indicateurs clés de performance (KPIs) ;
- Analyse de la croissance et du comportement des utilisateurs ;
- Modèle AARRR (Acquisition, Activation, Rétention, Recommandation, Revenu) ;
- Prise de décision fondée sur les données.

#### **Chapitre 7 : Adaptation stratégique et prise de décision**

- Concepts de Pivot et Persevere ;
- Quand changer de direction stratégique ?
- Différents types de pivots ;
- Analyse d'études de cas internationales.

#### **Chapitre 8 : Financement et stratégies de croissance**

- Sources de financement en phase de démarrage ;
- Business Angels et Capital-risque ;
- Stratégies de croissance rapide ;
- Fondamentaux du marketing et de la croissance des startups.

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

- **Examen semestriel en présentiel (20%).**
- **Évaluation continue (CC) (80%) :** contrôles continus, travail personnel.

#### **Références bibliographiques**

- **Ries, E. (2011).** *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses.* Crown Business.
- **Blank, S., & Dorf, B. (2012).** *The Startup Owner's Manual: The Step-by-Step Guide for Building a Great Company.* K&S Ranch Publishing.
- **Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., & Smith, A. (2014).** *Value Proposition Design: How to Create Products and Services Customers Want.* John Wiley & Sons.
- **Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010).** *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers.* John Wiley & Sons.

**Intitulé de la matière :** Une Matière au Choix.      **Semestre :** 2.      **Type :** UED2.  
**VHS :** 21h00.      **VHH :** 1h30.      **Cours :** 1h30.      **TD :** 0h00.      **TP :** 0h00.  
**VHS travail personnel :** 0h00.      **Coefficient :** 1.      **Crédit :** 1.

**Objectifs de l'enseignement :** Cette matière permet aux étudiants d'acquérir une vision plus large de leur domaine d'études et favorise une meilleure compréhension des enjeux sociaux, économiques et éthiques liées à l'informatique, ainsi qu'une capacité à communiquer efficacement et à s'adapter à des situations diverses qui peuvent se présenter. En d'autres termes, cette matière permet :

- Une ouverture à d'autres disciplines en relation avec le quotidien, afin de comprendre l'importance de la collaboration dans un environnement pluridisciplinaire.
- L'élargissement des horizons, ce qui favorise la compréhension de la pensée humaine dans le temps et l'espace.
- Développement de compétences transversales : communication, vision holistique, analyse et synthèse, capacité d'adaptation, etc.

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

**Cours :** 21h.

1. Introduction à la discipline concernée (matière choisie).
2. Présentation des concepts fondamentaux.
3. Applications croisées avec l'informatique.
4. Études de cas.

| <b>Liste des matières proposées pour le choix (Une matière par semestre).</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Catégorie : "Sciences et culture".</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Catégorie : "Technique".</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| - Informatique verte (Green IT).<br>- Gouvernance et transformation digitale.<br>- L'impact des technologies sur le travail et les relations sociales.<br>- Les technologies émergentes dans les services publics.<br>- Biologie des systèmes et modélisation informatique.<br>- Philosophie des sciences et de la technique.<br>- Systèmes d'information environnementaux.<br>- Droit du Numérique et Protection des Données (RGPD).<br>- Psychologie cognitive. | - Intelligence Artificielle.<br>- Génie Logiciel.<br>- Ingénierie des Systèmes d'Informations.<br>- Réseaux et Systèmes Distribués.<br>- Sécurité Informatique (Cybersécurité).<br>- Informatique Fondamentale.<br>- Systèmes Cyber-Physiques.<br>- Informatique visuelle.<br>- Bio-informatique.<br>- Calcul haute performance.<br>- Informatique quantique. |

**Mode d'évaluation :**

- Examen semestriel en présentiel (100%).

**Références bibliographiques :** L'enseignant propose des références selon la matière choisie.

**Intitulé de la matière :** Sécurité des Données. **Semestre :** 3. **Type :** UEF31.  
**VHS :** 63h00. **VHH :** 4h30. **Cours :** 1h30. **TD :** 1h30. **TP :** 1h00.  
**VHS travail personnel :** 42h00. **Coefficient :** 3. **Crédit :** 5.

**Objectifs de l'enseignement :** Ce cours vise à introduire les principaux concepts de la sécurité des données, mettant en avant les piliers fondamentaux que sont la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité des données.

L'étudiant sera initié aux techniques clés d'identification et d'authentification, avant d'étudier différentes politiques de contrôle d'accès.

Les concepts cryptographiques seront mis en avant, offrant aux étudiants un aperçu complet des principaux algorithmes utilisés dans le chiffrement, l'authentification et les signatures électroniques. Le cours abordera les différentes facettes de la cryptographie, de son histoire à ses applications modernes, en passant par des aspects avancés tels que les algorithmes de chiffrement symétrique (comme DES, 3DES, AES), la cryptographie asymétrique (notamment RSA), et les techniques de signature électronique. L'objectif est de fournir aux étudiants une compréhension approfondie des outils et des mécanismes essentiels utilisés pour assurer la sécurité des données dans divers contextes.

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

**Cours :** 21h.

## **1. Introduction**

## **2. Principes fondamentaux de la sécurité des données CIA**

- Sécurité vs vie privée (Privacy).
- Risques associés à la manipulation et à l'analyse des données.
- Identification et Authentification : Techniques (2FA, MFA, certificat...).

## **3. Contrôle d'accès**

- Définition et objectifs.
- Politiques de contrôles d'accès (ACLs, DAC, MAC, RBAC, ABAC...).

## **4 : Cryptographie**

- Historique.
- Cryptographie classique : mono et poly-alphabétique.
- Cryptographie moderne : Cryptographie à clé secrète et Cryptographie à clé publique : RSA.

## **4. Cryptanalyse**

- Attaques à force brute, attaques par rejeu.
- Attaques à chiffré seul, attaques à clair choisi, attaques à clair et chiffré choisis.
- Attaques interactives et non interactives.
- Attaque par analyse de fréquence (Al Kindi).

## **5. Fonctions à sens unique, fonctions de hachage**

- Algorithmes d'échange de clés.

- Algorithmes zero-knowledge.
- Chiffrement : quantique, courbes elliptiques.

## **6. Sécurité des Données en Transit et au Repos**

- Chiffrement des données en transit (HTTPS, SSH).
- Chiffrement des données au repos (disques durs, bases de données).
- Techniques de masquage et d'anonymisation des données.
- Sécurisation des environnements de Cloud Computing.

## **7. Sécurité des Bases de Données**

- Sécurisation des bases de données relationnelles (SQL Injection, chiffrement).
- Sécurité des bases de données NoSQL (MongoDB, Cassandra).
- Surveillance et audit des bases de données.
- Gestion des privilèges et des accès aux bases de données.

## **Chapitre 8 : Contrôle d'Accès et Authentification**

- Modèles de contrôle d'accès (RBAC, ABAC, DAC, MAC).
- Méthodes d'authentification (2FA, MFA, biométrie).
- Gestion des identités et des accès (IAM).
- SSO (Single Sign-On) et fédération des identités.

## **8. Sécurité des Systèmes et des Applications**

- Sécurité des systèmes d'exploitation (Windows, Linux, MacOS).
- Sécurité des applications web (OWASP Top 10, CSP, SameSite Cookies).
- Sécurisation des API (OAuth, OpenIDConnect).
- DevSecOps et intégration de la sécurité dans le cycle de vie du développement logiciel (SDLC).

## **9. Sécurité des Réseaux**

- Sécurité des couches réseau et transport (firewalls, IDS/IPS).
- Sécurité des réseaux sans fil (WPA3, WEP, WPA2).
- VPN et sécurisation des communications.
- Sécurité des protocoles (HTTP, HTTPS, DNSSEC).

## **Mode d'évaluation :**

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

## **Références bibliographiques :**

1. W. Stallings. "Computer Security: Principles and Practice". Editions Prentice Hall. 2011.
2. M. T. Goodrich, R. Tamassia. "Introduction to Computer Security". Editions Pearson, International Edition. 2010.
3. HU, Vincent C., FERRAILOLO, David, KUHN, D. Richard, et al. Assessment of access control systems. Gaithersburg, MD : US Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, 2006.
4. T. Ebrahimi, F. Leprévost, B. Warusfel, Cryptographie et sécurité des systèmes et réseaux, Hermès - Lavoisier (2006).
5. W. Stallings. "Cryptography and Network Security: Principles and Practice". Editions Pearson,

International Edition. 2010.

6. G. Avoine, P. Junod, P. Oechslin. "Sécurité Informatique". Editions Vuibert. 2010.

**Intitulé de la matière :** Visualisation Avancée de Données. **Semestre :** 3. **Type :** UEF31.

**VHS :** 42h00.

**VHH :** 3h00.

**Cours :** 1h30.

**TD :** 0h00.

**TP :** 1h30.

**VHS travail personnel :** 21h00.

**Coefficient :** 3.

**Crédit :** 5.

**Objectifs de l'enseignement :** Savoir représenter des données de manière efficace et esthétique.

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

**Cours :** 21h.

## **1. Fondements de la visualisation de données**

- Objectifs, principes et enjeux de la visualisation.
- Types de données et types de représentations associées.
- Perception visuelle et lisibilité des graphiques.
- Règles de conception (Tufte, Cairo, Few).

## **2. Visualisation univariée et bivariée**

- Graphiques pour variables quantitatives : histogrammes, boxplots, densités.
- Graphiques pour variables qualitatives : barres, secteurs, diagrammes de Pareto.
- Nuages de points, courbes de tendance, matrice de corrélation.
- Utilisation de couleurs, tailles, formes pour enrichir l'analyse.

## **3. Visualisation multidimensionnelle**

- Coordonnées parallèles, matrices de scatter plots.
- t-SNE, UMAP pour visualisation de grandes dimensions.
- Visualisation de clusters, groupes et classes.

## **4. Outils de visualisation avec Python**

- Matplotlib : personnalisation de figures, sous-graphiques.
- Seaborn : visualisation statistique enrichi.
- Plotly : visualisations interactives (zoom, survol, filtres).
- Altair / Bokeh : visualisation déclarative et dynamique.

## **5. Tableaux de bord et visualisation interactive**

- Notion de dashboard : objectifs, structure, interactivité.
- Introduction à Streamlit, Dash (Python).
- Liens avec la data exploration, filtrage et mise à jour dynamique.
- Cas pratique : création d'un tableau de bord simple.

## **6. Visualisation géospatiale**

- Données géographiques et cartographiques.
- Cartes statiques et interactives : Folium, GeoPandas.
- Visualisation de données spatiales sur cartes choroplèthes.
- Étude de cas : données régionales, logistiques ou urbaines.

## **7. Bonnes pratiques, design et storytelling**

- Choix du bon graphique selon le type de données.
- Erreurs fréquentes à éviter (axes tronqués, surcharge, etc.).
- Visualisation pour convaincre : narration, mise en scène des données.
- Exemples réels de datastorytelling (journalisme, marketing, sciences).

### **Mode d'évaluation :**

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

### **Références bibliographiques :**

1. Edward Tufte, The Visual Display of Quantitative Information, Graphics Press, 2001.
2. Alberto Cairo, The Truthful Art: Data, Charts, and Maps for Communication, New Riders, 2016.
3. Stephen Few, Show Me the Numbers: Designing Tables and Graphs to Enlighten, Analytics Press, 2012.
4. Colin Ware, Information Visualization: Perception for Design, Morgan Kaufmann, 2020.

**Intitulé de la matière :** Systèmes d'Aide à la Décision. **Semestre :** 3. **Type :** UEF32.  
**VHS :** 63h00. **VHH :** 4h30. **Cours :** 1h30. **TD :** 1h30. **TP :** 1h30.  
**VHS travail personnel :** 42h00. **Coefficient :** 3. **Crédit :** 4.

**Objectifs de l'enseignement :** Maîtriser les architectures et techniques des systèmes d'aide à la décision.

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

**Cours :** 21h.

### 1. Introduction

- Objectifs du cours.
- Définition des systèmes d'aide à la décision.
- Typologie des décisions : stratégique, tactique, opérationnelle.
- Architecture générale d'un SAD (sources de données, modèles, interface).

### 2. Données et prétraitement

- Nature et types de données utilisées dans la décision.
- Prétraitement des données : nettoyage, normalisation, codage.
- Introduction aux indices de dissimilarité (euclidienne, Manhattan, etc.).

### 3. CHAPITRE III – Critères de décision et méthodes discriminantes

- Critères de décision : utilité, gain, minimisation du risque.
- Critère de Fisher : séparation optimale des classes.
- Fonctions discriminantes linéaires : formulation et interprétation.

### 4. Méthodes statistiques pour la décision

- Méthodes statistiques supervisées.
- Décision bayésienne.
- Méthodes probabilistes et règles de classification.
- Méthodes non supervisées.
- Clustering (k-means, CAH).
- Analyse exploratoire des structures latentes.

### 5. Méthodes avancées de classification

- Fonctions discriminantes linéaires généralisées.
- Machines à vecteurs supports (SVMs) : marges, noyaux.
- Réseaux neuronaux : perceptron multicouche, rétropropagation.
- Comparaison entre méthodes classiques et modèles avancés.

**Mode d'évaluation :**

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

**Références bibliographiques :**

1. NAKACHE J.P., CONFAIS J. (2000), Méthodes de classification, CISIA-CERESTA.

**Intitulé de la matière :** Modélisation et Optimisation.

**Semestre :** 3. **Type :** UEF32.

**VHS :** 63h00.

**VHH :** 4h30.

**Cours :** 1h30.

**TD :** 1h30.

**TP :** 1h30.

**VHS travail personnel :** 42h00.

**Coefficient :** 3.

**Crédit :** 4.

**Objectifs de l'enseignement :** Ce module a pour objectif d'introduire les concepts fondamentaux liés à la modélisation de problèmes à contraintes et à la résolution de problèmes d'optimisation ou de décision, avec un accent particulier sur l'optimisation combinatoire.

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

**Cours :** 21h.

### 1. Modélisation des Problèmes de Satisfaction de Contraintes (CSP)

- Définition d'un problème de satisfaction de contraintes.
- Modèle formel : variables, domaines, contraintes.
- Exemples de CSP : sudoku, emploi du temps, affectation.

#### Typologie des CSP

- CSP classiques (binaires, non-binaires).
- CSP discrets vs continus.
- CSP stricts vs souples (soft constraints).
- CSP dynamiques et incrémentaux

#### Algorithmes de résolution des CSP

- Méthodes de retour arrière (backtracking).
- Anticipation (forward checking).
- Heuristiques : variable la plus contrainte, valeur la moins contraignante.
- Comparaison des performances.

#### Consistance et complexité

- Notion de consistance d'arc (arc-consistency).
- Réduction du domaine des variables.
- Consistance de chemin et de k-consistance.
- Analyse de la complexité des algorithmes de filtrage.
- Adaptation aux problèmes structurés (arbres, grilles, réseaux).

#### Programmation linéaire en nombres entiers et CSP

- Rappels sur la programmation linéaire entière.
- Modélisation d'un CSP comme problème linéaire.
- Exemples : affectation, colorations, problèmes logiques.
- Intérêts et limites de cette approche.

#### Recherche locale pour les CSP

- Motivation et contexte d'utilisation (grands espaces de recherche).
- Algorithmes : Min-conflits, recuit simulé, tabou et algorithmes génétiques.
- Notion de voisinage, évaluation de l'état.

- Applications à la planification et au placement.

### **Programmation dynamique**

- Principe de la programmation dynamique : sous-problèmes et réutilisation.
- Modélisation récursive et tabulation.

### **Mode d'évaluation :**

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

### **Références bibliographiques :**

1. Rina Dechter, Constraint Processing, Morgan Kaufmann, 2003.
2. Christophe Lecoutre, Constraint Networks : Techniques and Algorithms, ISTE Ltd & Wiley, 2009.
3. Rossi, van Beek, Walsh, Handbook of Constraint Programming, Elsevier, 2006.
4. H. Paul Williams, Model Building in Mathematical Programming, Wiley, 2013.
5. Winston & Venkataramanan, Operations Research: Applications and Algorithms, Cengage Learning, 2021.
6. Bazaraa, Jarvis & Sherali, Linear Programming and Network Flows, Wiley, 2010.

**Intitulé de la matière :** Traitement Automatique du Langage Naturel. **Semestre :** 3. **Type :** UEM3.  
**VHS :** 63h00. **VHH :** 4h30. **Cours :** 1h30. **TD :** 1h30. **TP :** 1h30.  
**VHS travail personnel :** 42h00. **Coefficient :** 2. **Crédit :** 5.

**Objectifs de l'enseignement :** Le Traitement Automatique du Langage Naturel (TALN) (ou Natural Language Processing: NLP) vise l'élaboration d'outils et de méthodes capables d'appréhender leur sémantique afin d'en faciliter la prise de connaissance et plus généralement l'exploitation. Selon l'usage que l'on veut en faire, les niveaux d'interprétation peuvent être différents, allant de l'identification de termes pour extraire des mots-clés à des résumés, des traductions ou de la recherche d'informations précises en réponse à des questions. L'objectif de ce module est de présenter les problématiques posées pour le TALN et les principaux modèles pour analyser, synthétiser, exploiter et produire des documents.

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

**Cours :** 21h.

#### **1 Introduction au NLP**

- Brève histoire et évolutions du domaine.
- Défis majeurs du NLP : ambiguïté, implicite, variabilité linguistique.
- Domaines d'application et enjeux actuels.

#### **2 Niveaux de traitement linguistique**

- Présentation des différents niveaux : du bas niveau au traitement sémantique.
- Importance de la structuration modulaire des traitements.

#### **3 Niveau lexical**

- Objectifs du traitement lexical.
- Accès lexical : dictionnaires, lemmatisation, lexèmes.
- Introduction à la morphologie : flexion, dérivation, affixation.

#### **4 Niveau syntaxique**

- Notions de syntaxe et de grammaires formelles.
- Constituants syntaxiques et structures phrastiques.
- Paraphrases et réductions syntaxiques.
- Arbres syntaxiques et analyse ascendante/descendante.
- Problèmes typiques du traitement syntaxique.

#### **5 Niveau sémantique**

- Représentations conceptuelles du sens.
- Limites des représentations fonctionnelles (ex. : frames, logique du premier ordre).
- Interface syntaxe-sémantique : porteurs de sens, rôles thématiques.

#### **6 Niveau pragmatique**

- Intention, contexte, actes de langage.
- Interprétation contextuelle et gestion de l'implicite.

- Cohérence et inférence pragmatique.

## **7 Applications du NLP**

- Traitement documentaire : indexation, résumé, classification.
- Production automatique de documents : génération de texte, synthèse.
- Interfaces naturelles : agents conversationnels, chatbots, questions-réponses.

### **Mode d'évaluation :**

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

### **Références bibliographiques :**

1. Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics and Speech Recognition 1st Edition by Daniel Jurafsky James H. Martin, 2000, ISBN-10: 0130950696.

**Intitulé de la matière :** Calcul GPU. **Semestre :** 3. **Type :** UEM3.

**VHS :** 42h00.

**VHH :** 3h00.

**Cours :** 1h30.

**TD :** 0h00.

**TP :** 1h30.

**VHS travail personnel :** 21h00.

**Coefficient :** 2.

**Crédit :** 4.

**Objectifs de l'enseignement :** Ce module permettrait aux étudiants de comprendre l'architecture des GPU et leur utilisation en IA, de maîtriser les outils et les techniques nécessaires pour programmer les GPU pour l'IA, d'explorer les applications de l'IA sur les GPU et de comprendre comment optimiser les performances de l'entraînement et de l'inférence.

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**

**Cours :** 21h.

### 1. Introduction au calcul GPU et à l'IA

- Rôle des GPU dans l'IA.
- Architecture de base (SM, warp, mémoire).
- Comparaison CPU vs GPU.

### 2. Programmation et optimisation GPU

- Modèle de programmation CUDA / OpenCL.
- Threads, blocs et grilles.
- Techniques d'optimisation (coalescence, streams asynchrones).
- Profiling et debugging (nvprof, Nsight).

### 3. Calcul GPU distribué

- Data- et model-parallelisme.
- Communication inter-GPU (PCIe, NVLink, NCCL).
- MPI + CUDA et orchestration de clusters GPU.

### 4. Applications IA multi-GPU

- Entraînement de CNN et Transformers sur plusieurs GPU.
- Cas pratique : benchmark ResNet50 / BERT.
- Analyse des performances et tuning.

### 5. Déploiement, sécurité et fiabilité

- Conteneurs GPU (Docker, Kubernetes).
- Cloud GPU (AWS, GCP, Azure).
- Checkpointing et tolérance aux pannes.
- Sécurité des données et isolation GPU.

### 6. Aspects techniques avancés

- Gestion de la mémoire vidéo (global, partagée, registre).
- Accès atomiques et synchronisation.
- Bibliothèques IA (cuDNN, TensorRT).

**Mode d'évaluation :**

- Examen semestriel en présentiel (60%).
- Évaluation continue (CC) (40%) : Contrôle continu, travail personnel.

**Références bibliographiques :**

1. David B. Kirk and Wen-mei W. Hwu. Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach.
2. François Chollet. Deep Learning with Python.
3. Nicholas Wilt. CUDA Handbook: A Comprehensive Guide to GPU Programming.
4. The CUDA Toolkit Documentation" - La documentation officielle de NVIDIA.

**Intitulé de la matière :** Méthodologie de Recherche. **Semestre :** 3. **Type :** UET3.  
**VHS :** 21h00. **VHH :** 1h30. **Cours :** 1h30. **TD :** 0h00. **TP :** 0h00.  
**VHS travail personnel :** 0h00. **Coefficient :** 1. **Crédit :** 2.

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

**Connaissances préalables recommandées :** Rédaction scientifique, langue utilisée.

**Contenu de la matière :**  
**Cours :** 21h.

**1. Introduction à la recherche scientifique**

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

**2. Formulation du sujet de recherche**

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

**3. Conception de la recherche**

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

**4. Collecte des données**

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

**5. Analyse des données**

- Utilisation de logiciels d'analyse de données.
- Traitement et analyse des données collectées.
- Utilisation de méthodes statistiques ou d'autres techniques d'analyse appropriées.
- Interprétation des résultats et discussion des implications.

## **6. Rédaction du rapport de recherche**

- Modes et structures de publication : Article, brevet, thèse, livre, poster, communication orale...
- Utilisation de logiciels de rédaction : LaTeX, overleaf, etc.
- Structure et organisation d'un rapport de recherche scientifique.
- Rédaction claire et concise des différentes parties du rapport.
- Présentation des résultats et discussion des conclusions.
- Rédaction et outils de gestion des références bibliographiques (APA, IEEE, Zotero, EndNote, etc.) et des annexes.

## **7. Présentation orale des résultats**

- Préparation et réalisation d'une présentation orale des résultats de recherche.
- Maîtrise de la communication scientifique.

### **Mode d'évaluation :**

- Examen semestriel en présentiel (100%).

### **Références bibliographiques :**

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

**Intitulé de la matière :** Une Matière au Choix. **Semestre :** 3. **Type :** UED3.  
**VHS :** 21h0. **VHH :** 1h30. **Cours :** 1h30. **TD :** 0h00. **TP :** 0h00.  
**VHS travail personnel :** 0h00. **Coefficient :** 1. **Crédit :** 1.

**Objectifs de l'enseignement :** Cette matière permet aux étudiants d'acquérir une vision plus large de leur domaine d'études et favorise une meilleure compréhension des enjeux sociaux, économiques et éthiques liées à l'informatique, ainsi qu'une capacité à communiquer efficacement et à s'adapter à des situations diverses qui peuvent se présenter. En d'autres termes, cette matière permet :

- Une ouverture à d'autres disciplines en relation avec le quotidien, afin de comprendre l'importance de la collaboration dans un environnement pluridisciplinaire.
- L'élargissement des horizons, ce qui favorise la compréhension de la pensée humaine dans le temps et l'espace.
- Développement de compétences transversales : communication, vision holistique, analyse et synthèse, capacité d'adaptation, etc.

**Connaissances préalables recommandées :**

**Contenu de la matière :**  
**Cours :** 21h.

1. Introduction à la discipline concernée (matière choisie).
2. Présentation des concepts fondamentaux.
3. Applications croisées avec l'informatique.
4. Études de cas.

| <b>Liste des matières proposées pour le choix (Une matière par semestre).</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Catégorie : "Sciences et culture".</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Catégorie : "Technique".</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| - Informatique verte (Green IT).<br>- Gouvernance et transformation digitale.<br>- L'impact des technologies sur le travail et les relations sociales.<br>- Les technologies émergentes dans les services publics.<br>- Biologie des systèmes et modélisation informatique.<br>- Philosophie des sciences et de la technique.<br>- Systèmes d'information environnementaux.<br>- Droit du Numérique et Protection des Données (RGPD).<br>- Psychologie cognitive. | - Intelligence Artificielle.<br>- Génie Logiciel.<br>- Ingénierie des Systèmes d'Informations.<br>- Réseaux et Systèmes Distribués.<br>- Sécurité Informatique (Cybersécurité).<br>- Informatique Fondamentale.<br>- Systèmes Cyber-Physiques.<br>- Informatique visuelle.<br>- Bio-informatique.<br>- Calcul haute performance.<br>- Informatique quantique. |

**Mode d'évaluation :**

- Examen semestriel en présentiel (100%).

**Références bibliographiques :** L'enseignant propose des références selon la matière choisie.

#### **IV- Accords ou conventions.**

**Oui / Non.**

(Si oui, transmettre les accords et/ou les conventions dans le dossier papier de la formation).

**LETTRE D'INTENTION TYPE**  
**(En cas de master coparrainé par un autre établissement universitaire)**

**(Papier officiel à l'entête de l'établissement universitaire concerné)**

Objet : Approbation du coparrainage du master intitulé :

Par la présente, l'université (ou le centre universitaire) déclare coparrainer le master ci-dessus mentionné durant toute la période d'habilitation de ce master.

A cet effet, l'université (ou le centre universitaire) assistera ce projet en :

- Donnant son point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participant à des séminaires organisés à cet effet,
- En participant aux jurys de soutenance,
- En œuvrant à la mutualisation des moyens humains et matériels.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

## **LETTRE D'INTENTION TYPE**

**(En cas de master en collaboration avec une entreprise du secteur utilisateur)**  
**(Papier officiel à l'entête de l'entreprise)**

**OBJET :** Approbation du projet de lancement d'une formation de master intitulé :

Dispensé à :

Par la présente, l'entreprise \_\_\_\_\_ déclare sa volonté de manifester son accompagnement à cette formation en qualité d'utilisateur potentiel du produit.

A cet effet, nous confirmons notre adhésion à ce projet et notre rôle consistera à :

- Donner notre point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participer à des séminaires organisés à cet effet,
- Participer aux jurys de soutenance,
- Faciliter autant que possible l'accueil de stagiaires soit dans le cadre de mémoires de fin d'études, soit dans le cadre de projets tuteurés.

Les moyens nécessaires à l'exécution des tâches qui nous incombent pour la réalisation de ces objectifs seront mis en œuvre sur le plan matériel et humain.

Monsieur (ou Madame).....est désigné(e) comme coordonnateur externe de ce projet.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

**FONCTION :**

**Date :**

**CACHET OFFICIEL ou SCEAU DE L'ENTREPRISE**

**V- Avis et Visa des organes Administratifs et Consultatifs.**  
**Intitulé du Master : Science des Données.**

|                                           |                                           |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Chef de Département</b>                | <b>Responsable de l'Equipe de Domaine</b> |
| Date et visa                              | Date et visa                              |
| <b>Comité Scientifique de Département</b> |                                           |
| Date et visa                              |                                           |
| <b>Conseil Scientifique de la Faculté</b> |                                           |
| Date et visa                              |                                           |
| <b>Doyen de la Faculté</b>                |                                           |
| Date et visa                              |                                           |
| <b>Chef d'Etablissement Universitaire</b> |                                           |
| Date et visa                              |                                           |

**VI- Avis et Visa de la Conférence Régionale.  
(Uniquement dans la version définitive transmise au MESRS)**

**VII- Avis et Visa du Comité Pédagogique National de Domaine.  
(Uniquement dans la version définitive transmise au MESRS).**