

## Référentiel d'activités, de compétences et d'évaluation

Activités	Compétences attestées	Modalités d'évaluation
<p><b>Activités relatives aux missions d'un ingénieur en calcul scientifique :</b></p> <p><b>Analyse de la demande d'étude</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recueillir auprès du donneur d'ordre ses besoins fonctionnels et techniques, en cours ou futurs.</li> <li>Analyser la faisabilité de la demande, évaluer le délai, le coût, les contraintes de production.</li> <li>Qualifier les finalités spécifiques : modifier, améliorer, créer du code.</li> <li>Exploiter une veille technologique (nouvelles normes, contraintes réglementaires et institutionnelles).</li> </ul> <p><b>Validation et mise en production de la solution technique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mettre en œuvre des méthodes d'analyse mathématiques et de calcul intensif pour répondre à un besoin et exploiter les données issues d'expériences ou d'observations</li> <li>Installer des outils et des logiciels de calcul scientifique sur des moyens de calcul</li> <li>Conseiller sur le choix des logiciels et des méthodes mathématiques à employer en fonction du problème à traiter et de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifier la demande et évaluer les besoins du client, du service et de l'entreprise.</li> <li>Utiliser des systèmes d'exploitation à base d'UNIX (bash) et WINDOWS, et gérer des développements collaboratifs de logiciel/projet via l'utilisation de forge, d'outils de versionnage de fichiers (git), de documentation de code (Doxygen) et de spécifications techniques (Unified Modelling Language (UML)).</li> <li>Gérer une équipe de développeurs logiciel, en tenant compte des possibilités de chacun, dans un contexte socio-économique d'innovation ou de recherche, en France ou à l'Etranger.</li> <li>Programmer dans des langages impératifs ( C / Matlab ) et orienté objet (C++ / python), et utiliser des bibliothèques scientifiques dans le domaine du numérique (Math Kernel Library (MKL) , Portable, Extensible Toolkit for Scientific Computation (PETSc), Suite of nonlinear and differential /algebraic equation solvers (SUNDIALS)) et de la data science (SAS, R).</li> <li>Traduire en algorithmes efficaces et implémentés sur ordinateur, les méthodes numériques de discrétisation et de résolution ainsi que les méthodes de prédiction en data science.</li> <li>Connaitre les limites de l'arithmétique finie des ordinateurs et ses conséquences sur le conditionnement des calculs, et appliquer les techniques mathématiques et informatiques de vérification (solution manufacturée, ordre de convergence observé, analyse rétrograde des erreurs d'arrondis, analyse statique, analyse dynamique, tests unitaires) et de validation de code (analyse statistique) .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Examens écrits individuels en temps limité (QCM, restitution de connaissances théoriques, résolution de problèmes...)</li> <li>Interrogations orales individuelles</li> <li>Travaux tutorés autonomes</li> <li>Rapports de travaux pratiques individuels ou en groupe</li> <li>Exposés individuels ou en groupe</li> <li>Evaluation de projets individuels ou en groupe proposés par des entreprises ou des enseignants (rapports écrits, soutenances orales)</li> <li>Evaluation de stage ou d'année d'alternance (rapport écrit, soutenance orale)</li> </ul>

l'architecture des ressources de calcul utilisées

- Développer des codes pour traiter des problèmes spécifiques
- Optimiser des codes de calcul pour de nouvelles architectures
- Gérer le cycle de vie des données en entrée et en sortie des calculs
- Suivre et valider les partenaires, fournisseurs, prestataires participants au projet.

### **Accompagnement au déploiement**

- Assurer la documentation, la maintenance et la publication des méthodes et outils développés
- Participer au service en charge du support aux utilisateurs des moyens de calcul
- Participer à l'administration du système des calculateurs ou de la grille de calcul
- Effectuer des présentations et des formations afin d'assurer un transfert de connaissances et de compétences

- Pratiquer des paradigmes de parallélisation pour le Calcul Haute Performance, parallélisation à mémoire distribuée (Message Passing Interface (MPI)) , mémoire partagée (Open Multi-Processing (OMP) et sur GPU/CPU (Open Computing Language (OpenCL)) avec une compréhension approfondie des architectures des ordinateurs et de l'optimisation et évaluation des performances de leur implémentation.
- Dimensionner les besoins de calcul matériels, logiciels, et techniques de parallélisation en établissant un cahier des charges des besoins fonctionnels du client, en prenant en compte les enjeux de développement durable et de responsabilité sociétale de l'entreprise.
- Mettre en œuvre des logiciels de modélisation et de simulation (FreeFem++, COMSOL, SciKit learn) dans le cadre de la résolution de problèmes complexes dans des domaines applicatifs (mécanique des fluides et des solides, modélisation financière, machine learning, classification).
- Maîtriser les outils de communications (revue de projet, rapport d'avancement (latex)) lors d'une présentation de projet aux différents partenaires.
- Rendre compte à l'oral et à l'écrit de façon claire et concise à des spécialistes et à des non spécialistes.
- Développer des pratiques réflexives sur son parcours professionnel et les projets mis en œuvre.
- Travailler en équipe en adaptant une attitude inclusive, notamment envers les personnes porteuses de handicap.
- Interagir avec son environnement en s'adaptant aux différents interlocuteurs en prenant en compte la dimension internationale et interculturelle.

## Activités relatives aux missions d'un ingénieur en simulation numérique

### Recueil et analyse des besoins

- Analyser le cahier des charges.
- Identifier les spécifications techniques.
- Bâtir et négocier le plan de validation des systèmes/produits à tester.

### Réalisation de modèles de calcul

- Modéliser les systèmes et/ou produits et faire le choix des algorithmes appropriés (définition d'une géométrie, d'un maillage discrétisant le domaine de calcul).
- Rechercher éventuellement de nouvelles méthodes ou approches numériques.
- Réaliser les calculs analytiques.
- Qualifier les outils de simulation numérique.
- Rédiger des notes de calcul.

### Développement de systèmes et réalisation de calculs et essais informatisés

- Développer de nouveaux logiciels de modélisation.
- Effectuer des calculs et des essais informatisés (contraintes, résistance, dimensions, caractéristiques...) pour un système, un appareil ou un produit donné.
- Définir des scénarios de tests et les implémenter.
- Analyser les résultats et performances des systèmes ou produits modélisés.

- Identifier la demande et évaluer les besoins du client, du service et de l'entreprise.
- Intervenir dans des divers domaines d'application scientifique tels que la physique, la mécanique, la biologie ou l'économie.
- Identifier et mobiliser un socle de connaissances pointus en mathématiques (analyse, algèbre linéaire, optimisation, équations différentielles) dans un contexte socio-économique d'innovation ou de recherche en France ou à l'étranger.
- Modéliser mathématiquement une situation de la vie réelle par une équation différentielle(EDO)/aux dérivées partielles (EDP)/problème d'optimisation, en s'appuyant sur une démarche scientifique dans le domaine d'application du client.
- Utiliser des méthodes numériques de base pour la résolution des systèmes algébriques linéaires ou non linéaires, interpolation polynomiale ou intégration numérique.
- Mettre en œuvre des méthodes d'approximation numérique des équations différentielles ordinaires comme par exemple les méthodes d'Euler implicite ou explicite ou les méthodes de Runge- Kutta, et en différencier le cadre théorique.
- Connaître le cadre théorique d'étude (espaces fonctionnels, formulation variationnelle, solution faible) des divers types d'équations aux dérivées partielles (EDP) comme les lois de conservation, les EDP elliptiques, paraboliques ou hyperboliques.
- Proposer et mettre en œuvre des méthodes d'approximation numérique des EDP telles que les méthodes de différences finies, volumes finis, éléments finis, Galerkin discontinu ou les méthodes spectrales.
- Analyser et évaluer les performances des méthodes de résolution d'une EDP donnée au moyen de

- Examens écrits individuels en temps limité (QCM, restitution de connaissances théoriques, résolution de problèmes...)
- Interrogations orales individuelles
- Travaux tutorés autonomes
- Rapports de travaux pratiques individuels ou en groupe
- Exposés individuels ou en groupe
- Evaluation de projets individuels ou en groupe proposés par des entreprises ou des enseignants (rapports écrits, soutenances orales)
- Evaluation de stage ou d'année d'alternance (rapport écrit, soutenance orale)

- Proposer et implémenter des améliorations en optimisant les formes et les structures des produits.
- Rédiger des rapports d'essais.
- Assurer la maintenance des codes informatiques.

### **Veille technologique**

- Effectuer une veille scientifique continue pour disposer des méthodes et outils optimums.
- Assurer une veille permanente sur les évolutions technologiques et pouvoir les anticiper.

notions telles que maillage, conformité, flux numérique, stabilité, erreur d'approximation ...

- Utiliser des logiciels d'appui tels que Comsol Multiphysics ou FreeFem, évaluer et interpréter les résultats numériques obtenus et évaluer les performances numériques de ces logiciels.
- Prendre en compte les enjeux de développement durable et responsabilité sociétale de l'entreprise.
- Rendre compte à l'oral et à l'écrit de façon claire et concise à des spécialistes et à des non spécialistes.
- Développer des pratiques réflexives sur son parcours professionnel et les projets mis en œuvre.
- Travailler en équipe en adaptant une attitude inclusive, notamment envers les personnes porteuses de handicap.
- Interagir avec son environnement en s'adaptant aux différents interlocuteurs en prenant en compte la dimension internationale et interculturelle.

## Activités relatives aux missions d'un statisticien :

### Définition des méthodes de recueil et collecte des données

- Définir les variables à mesurer avec les commanditaires/spécialistes du domaine étudié.
- Définir et être référent des méthodologies de passation, d'extraction, de vérification et d'analyse de données (définition des méthodologies, contrôle de leur application et définition des critères d'analyse).
- Mettre en place une équipe pour recueillir les informations recherchées selon la méthodologie choisie.
- Élaborer un questionnaire ou une grille d'évaluation.

### Traitement des données

- Choisir les méthodes statistiques permettant de rendre les données collectées les plus pertinentes possibles.
- Réaliser ou participer à l'exploitation et à l'analyse des données.
- Effectuer une modélisation via des logiciels informatiques, déterminer le nombre d'observations et de paramètres indispensables pour garantir la fiabilité des conclusions avec un niveau de certitude raisonnable.

- Identifier la demande et évaluer les besoins du client, du service et de l'entreprise.
- Identifier et mobiliser des connaissances pointues (probabilités, statistique, programmation...) dans un contexte socio-économique, d'innovation ou de recherche en France ou à l'étranger.
- Analyser les informations disponibles (unité statistique, variables observées, échantillon, population, type de variables, données manquantes) pour choisir la modélisation statistique appropriée.
- Utiliser différentes méthodes statistiques tels que des indicateurs numériques et certains graphiques, en vue d'en analyser les tendances et les anomalies.
- Calibrer des paramètres à l'aide d'outils probabilistes et statistiques (maximum de vraisemblance, moindres carrés, méthode des moments...).
- Par des procédés probabilistes estimer des paramètres associés à des dynamiques aléatoires et/ou déterministes, et de générer de nouvelles données permettant de valider le modèle considéré (Monte-Carlo, discrétisation de processus...).
- Interpréter des grandeurs d'intérêt dans le cadre de données complexes (finance, biologie, physique...), grâce à des théories mathématiques avancées.
- Sur le ou les modèle(s) validé(s), faire des prédictions sur les données, tout en connaissant la marge d'erreur relative. Des méthodes statistiques linéaires permettant d'avoir des intervalles de confiances, ainsi que de procéder à des tests statistiques.

- Examens écrits individuels en temps limité (QCM, restitution de connaissances théoriques, résolution de problèmes...)
- Interrogations orales individuelles
- Travaux tutorés autonomes
- Rapports de travaux pratiques individuels ou en groupe
- Exposés individuels ou en groupe
- Evaluation de projets individuels ou en groupe proposés par des entreprises ou des enseignants (rapports écrits, soutenances orales)
- Evaluation de stage ou d'année d'alternance (rapport écrit, soutenance orale)

- Traduire les données en indicateurs (tableaux, graphiques, courbes et autres représentations graphiques).

### **Interprétation et communication des résultats**

- Rédiger les résultats des études statistiques via des synthèses (études, rapports, communications, notes, bulletins, etc.).
- Établir des prévisions, des évaluations.
- Présenter une synthèse des résultats au commanditaire de l'étude/décideur.
- Expliquer ces résultats et préciser les précautions à prendre concernant le niveau d'incertitude (intervalle de confiance) à considérer dans l'analyse des résultats.
- Établir des recommandations, des conseils, des perspectives.
- Collaborer avec les différentes directions pour accompagner la compréhension des analyses et le déploiement des solutions.
- Vérifier et adapter les outils et les méthodes utilisés pour optimiser les résultats futurs souhaités et les évolutions de l'activité.

- Adapter les méthodes considérées pour tenir compte des enjeux liés aux grandes masses de données, notamment à l'aide d'outils propres à l'apprentissage statistique et de sélection de données.
- Coder dans différents langages de programmation : python, R... et utiliser les différentes fonctionnalités statistiques associées.
- Quel que soit son secteur d'activité, un data
- Prendre en compte le caractère confidentiel des données traitées, le cas échéant, certaines d'entre elles  
Etant particulièrement sensibles notamment dans le secteur de la santé, la banque, l'énergie ou de la défense.
- Rendre compte à l'oral et à l'écrit de façon claire et concise à des spécialistes et à des non spécialistes.
- Prendre en compte les enjeux de développement durable et responsabilité sociétale de l'entreprise ou de l'organisme.
- Développer des pratiques réflexives sur son parcours professionnel et les projets mis en œuvre.
- Travailler en équipe en adaptant une attitude inclusive, notamment envers les personnes porteuses de handicap.
- Interagir avec son environnement en s'adaptant aux différents interlocuteurs en prenant en compte la dimension internationale et interculturelle.

<p><b>Activités relatives aux missions d'un data analyst/ Data scientist :</b></p> <p><b>Extraction et structuration des données</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extraire les données nécessaires à l'analyse (Web scraping, API...).</li> <li>• Définir des règles de gestion de nettoyage des bases de données (formatage, suppression des doublons...).</li> <li>• Définir des règles de gestion de structuration des différentes bases de données entre elles.</li> <li>• Écrire et rédiger les spécifications d'automatisation des règles de gestion à la DSI ou à la maîtrise d'ouvrage.</li> <li>• Maîtriser la qualité des données tout au long de leur traitement.</li> <li>• Déterminer ou construire les variables importantes à introduire dans les modèles statistiques.</li> </ul> <p><b>Élaboration des algorithmes d'intelligence artificielle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyser les données en utilisant des méthodes statistiques classiques.</li> <li>• Créer et tester des algorithmes d'apprentissage automatique (machine learning, deep learning...).</li> <li>• Construire les données d'entraînement des modèles.</li> <li>• Réaliser une amélioration continue des modèles.</li> </ul>	<p>-Identifier la demande du client, du service et de l'entreprise.</p> <p>-Identifier et mobiliser des connaissances scientifiques et techniques pointues (algorithmique, langages de programmation, modèles de bases de données, ...) dans un contexte socio-économique, d'innovation ou de recherche, en France ou à l'étranger.</p> <p>-Avoir une bonne compréhension des concepts mathématiques et statistiques, notamment les probabilités, la théorie des échantillonnages, les modèles de régression, l'analyse factorielle, l'analyse des séries chronologiques, etc., pour comprendre les données.</p> <p>-Evaluer les besoins et concevoir une base de données adaptée.</p> <p>-Manipuler, nettoyer et préparer les données</p> <p>-Analyser les données pour en extraire des informations pertinentes et utiles</p> <p>-Résoudre des problèmes complexes et trouver des solutions innovantes en utilisant des techniques d'analyse.</p> <p>- Coder avec des logiciels et des langages de programmation interprété, multiparadigme et multiplateformes, tels que Python, R, SQL, SAS, etc., et écrire des scripts pour l'analyse des données et l'automatisation de tâches.</p> <p>-Concevoir, gérer et interroger des bases de données, notamment dans un contexte de données massives.</p> <p>- Prendre en compte le caractère confidentiel des données traitées, le cas échéant, certaines d'entre elles Etant particulièrement sensibles notamment dans le secteur de la santé, la banque, l'énergie ou de la</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examens écrits individuels en temps limité (QCM, restitution de connaissances théoriques, résolution de problèmes simples avec ou sans l'aide d'outils informatiques...)</li> <li>• Interrogations orales individuelles</li> <li>• Travaux tutorés autonomes</li> <li>• Rapports de travaux pratiques individuels ou en groupe</li> <li>• Exposés individuels ou en groupe</li> <li>• Evaluation de projets individuels ou en groupe sur des problématiques concrètes proposées par des entreprises ou des enseignants (rapports écrits, soutenances orales)</li> <li>• Evaluation de stage ou d'année d'alternance (rapport écrit, soutenance orale)</li> </ul>
---	--	---

<p><b>Industrialisation des modèles d'intelligence artificielle dans les applications</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrialiser les modèles d'apprentissage automatique et des modèles statistiques.</li> <li>• Prendre part aux vérifications lors des mises en production (recette).</li> <li>• Définir les règles de gestion pour la maintenance des modèles (monitoring).</li> </ul> <p><b>Participation active aux projets</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participer aux ateliers d'expression des besoins internes.</li> <li>• Comprendre précisément les problématiques métiers et les traduire de manière analytique.</li> <li>• Communiquer les résultats et les solutions avec les équipes métiers.</li> </ul>	<p>défense.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Utiliser des bibliothèques et des frameworks d'apprentissage automatique tels que TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn, etc.</li> <li>-Présenter les résultats d'analyse de manière claire et concise, à travers des tableaux de bord interactifs, des graphiques et des visualisations de données.</li> <li>-Rendre compte à l'oral et à l'écrit de façon claire et concise à des spécialistes et à des non spécialistes.</li> <li>-Prendre en compte les enjeux de développement durable et responsabilité sociétale de l'entreprise.</li> <li>-Développer des pratiques réflexives sur son parcours professionnel et les projets mis en œuvre.</li> <li>-Travailler en équipe en adaptant une attitude inclusive, notamment envers les personnes porteuses de handicap.</li> <li>- Interagir avec son environnement en s'adaptant aux différents interlocuteurs en prenant en compte la dimension internationale et interculturelle.</li> </ul>	
--	---	--