

# Développement du sujet de recherche

**Titre de sujet de recherche:** Un modèle d'intelligence artificielle pour enseigner les compétences interpersonnelles dans des environnements numériques

**Candidat doctorant:** Mohammed Anouar AMZERT

**Encadrants:** Madalina Croitoru (Directrice de thèse), Ganesh Gowrishankar (Co-encadrant), Yann Gabay (Encadrant entreprise)

## 1. Contexte et Problématique

L'intelligence artificielle connaît un essor sans précédent, touchant divers secteurs et offrant des opportunités d'innovation dans l'éducation. Ce projet de thèse CIFRE se situe au croisement de l'IA et de l'éducation. L'objectif est de développer un modèle d'IA innovant capable de simuler et d'interagir dans des scénarios complexes, tout en explorant les mécanismes sous-jacents des interactions humaines médiées par la technologie. Les compétences interpersonnelles, telles que la communication et la négociation, sont essentielles dans un monde numérique où les interactions humaines deviennent de plus en plus virtuelles.

## 2. Objectifs de Recherche

Je regroupe les objectifs de ce projet en trois volets principaux :

- 1. Explorer et modéliser les interactions interpersonnelles :**  
Comprendre les facteurs sociaux et émotionnels dans les interactions humaines et formuler des questions de recherche sur les mécanismes sous-jacents, tout en développant des modèles d'IA intégrant ces dimensions.
- 2. Développer des algorithmes pour l'analyse et la simulation d'interactions complexes :**  
Ce volet implique la réalisation d'une étude comparative approfondie sur différentes architectures et techniques d'apprentissage automatique, adaptées à des scénarios d'interactions interpersonnelles. L'objectif est d'évaluer les performances de ces méthodes à travers des métriques de recherche rigoureuses et de proposer des améliorations innovantes aux algorithmes existants.
- 3. Valider expérimentalement le modèle :**  
Examiner l'efficacité des modèles d'IA dans l'enseignement des compétences interpersonnelles à travers des études de cas et des expériences utilisateurs, utilisant des méthodes de collecte de données quantitatives et qualitatives pour affiner les résultats.

### 3. Plan Méthodologique

#### a. Conception d'un modèle d'apprentissage pour le développement des compétences interpersonnelles

- **Description** : Cette phase portera sur la création d'un modèle multimodal d'apprentissage supervisé et non supervisé pour analyser et interpréter différents aspects des interactions interpersonnelles.
- **Méthodologie** :
  - **Approches et modèles** : Utilisation de réseaux de neurones convolutifs (CNN) pour l'analyse d'images afin de détecter des expressions faciales ; réseaux récurrents (RNN), notamment LSTM et Transformers, pour analyser les aspects textuels et séquentiels des dialogues.
  - **Techniques et outils** :
    - *Apprentissage supervisé* : L'annotation manuelle de données pour créer un jeu de données d'entraînement spécifique aux compétences interpersonnelles.
    - *Apprentissage multimodal* : Fusion de données (e.g., texte, image) avec des techniques d'encoder-décoder, pour capter les signaux multimodaux.
    - *Outils* : Utilisation de bibliothèques telles que TensorFlow et PyTorch, et d'outils d'analyse d'images comme OpenCV, pour le traitement des expressions faciales.

#### b. Développement d'un module d'interaction via le dialogue multimodal

- **Description** : Un module centré sur des dialogues simulés, permettant aux utilisateurs de participer à des scénarios interactifs qui développent les compétences interpersonnelles.
- **Méthodologie** :
  - **Approches et modèles** : Modèles de langage pré-entraînés tels que BERT et GPT-3 pour la génération de réponses pertinentes dans des conversations simulées, associées à un moteur de dialogue personnalisé pour la gestion des scénarios.
  - **Techniques spécifiques** :
    - *Apprentissage par renforcement* : Pour ajuster les réponses et comportements du module en fonction des interactions des utilisateurs, permettant une adaptation en temps réel.
    - *Techniques de NLP avancées* : Pour la compréhension contextuelle des phrases, incluant la détection des sentiments et l'analyse de l'intention via des modèles comme RoBERTa.
    - *Simulation multimodale* : Combinaison de la génération vocale (TTS) et de la reconnaissance vocale (ASR) avec des outils comme Google Speech-to-Text API, pour créer des échanges plus naturels et engageants.
  - **Outils** : Utilisation d'outils comme NLTK et SpaCy pour le pré-traitement du texte, et des modèles de langage avancés disponibles via les plateformes d'IA (comme Hugging Face).

### c. Intégration et raffinement du système global

- **Description** : Intégration de tous les composants du projet dans une plateforme unifiée, avec des tests et itérations pour assurer la robustesse et la pertinence du système en conditions réelles.
- **Méthodologie** :
  - **Approches et modèles** : Modèles de fusion des données et réseaux de neurones profonds pour l'alignement des modules, et techniques d'évaluation automatique de la cohérence des interactions.
  - **Techniques spécifiques** :
    - *Tests d'utilisabilité* : Tests avec des utilisateurs réels pour évaluer l'efficacité pédagogique des scénarios interactifs.
    - *Optimisation et itération* : Ajustement des paramètres et utilisation de méthodes de réglage automatique, comme les algorithmes génétiques, pour optimiser les performances.
    - *Outils de déploiement* : Déploiement avec Docker pour une intégration continue et une mise à jour facile des modules. L'utilisation de frameworks d'orchestration, comme Kubernetes, pourra également être envisagée pour une gestion plus efficace de l'environnement.
  - **Validation** : Réalisation d'analyses qualitatives et quantitatives, incluant la collecte de feedback via des questionnaires et des observations d'interactions, pour affiner l'efficacité du modèle.

## 4. Calendrier Prévisionnel

### Année 1 : Conception et Modélisation

- **Mois 1-3 : État de l'art**
  - Réaliser une revue de la littérature sur les compétences interpersonnelles et les approches IA, en identifiant les modèles existants et les lacunes.
  - Identification des normes sociales à intégrer dans le modèle.
- **Mois 4-7 : Première version du modèle**
  - Élaboration de la structure initiale du modèle d'apprentissage multimodal basé sur les résultats de l'état de l'art.
  - Intégration des données provenant de différentes sources (texte, voix, image).
- **Mois 8-9 : Déploiement de la première version**
  - Tests préliminaires du modèle avec des utilisateurs ciblés.
  - Collecte de retours pour des améliorations futures.
- **Mois 10-12 : Raffinement et dissemination des résultats**
  - Analyse des retours d'expérience et ajustements du modèle.
  - Ajuster le modèle, optimiser les hyperparamètres, et préparer une communication scientifique pour la diffusion des résultats dans des conférences et revues.

### Année 2 : Développement et Intégration

- **Mois 13-15 : État de l'art du dialogue multimodal**

- Étude des techniques existantes pour la conception de dialogues complexes.
- Identification des meilleures pratiques pour les simulations de négociation et de persuasion.
- **Mois 16-19 : Intégration avec le modèle d'apprentissage**
  - Développement du module d'interaction multimodal.
  - Tests d'interaction entre utilisateurs et IA.
- **Mois 20-22 : Analyse des données de l'interaction**
  - Évaluation des performances du module.
  - Identification des domaines d'amélioration.
- **Mois 23-24 : Prototype, test et dissémination des résultats**
  - Finalisation du prototype et tests sur un échantillon plus large.
  - Publication des résultats des tests dans des revues académiques.

### **Année 3 : Finalisation et Rédaction**

- **Mois 25-28 : Mise à jour du modèle d'apprentissage**
  - Intégration des retours d'expérience des prototypes précédents.
  - Affinement des algorithmes et des processus d'apprentissage.
- **Mois 29-30 : Prototype final**
  - Finalisation du prototype intégrant toutes les améliorations.
  - Tests finaux dans des environnements réels.
- **Mois 31-36 : Rédaction de la thèse**
  - Compilation des résultats et rédaction des chapitres.
  - Révisions et préparation de la soutenance.

## **5. Contributions à la Recherche**

La thèse a pour objectif d'apporter des contributions significatives à la recherche dans le domaine de l'intelligence artificielle appliquée à l'éducation, en particulier à l'enseignement des compétences interpersonnelles dans des environnements numériques.

1. **Analyse des Méthodes Existantes :**  
Le projet commencera par une étude approfondie des méthodes d'état de l'art en matière d'IA et d'apprentissage automatique, avec un accent particulier sur leurs applications dans l'enseignement des compétences interpersonnelles. Cette analyse permettra d'identifier les lacunes dans la littérature actuelle et les opportunités d'amélioration.
2. **Développement de Méthodologies Innovantes :**  
En s'appuyant sur les résultats de l'analyse des méthodes existantes, le projet se concentrera sur le développement de nouvelles méthodologies. Cela inclura l'optimisation des algorithmes et des modèles pour améliorer l'interaction et l'engagement des utilisateurs, ainsi que la création de nouveaux paradigmes d'apprentissage pour l'enseignement des compétences interpersonnelles.
3. **Évaluation de l'Efficacité Pédagogique :**  
À travers des études expérimentales et des retours d'expérience, le projet vise à évaluer l'efficacité des approches développées par rapport aux méthodes traditionnelles. Les résultats obtenus fourniront des insights précieux sur la manière dont l'IA peut transformer l'enseignement des compétences comportementales.

#### 4. **Impact Interdisciplinaire :**

En intégrant des perspectives issues de la science cognitive, de la technologie éducative et de l'IA, le projet contribuera à une meilleure compréhension de l'interaction humaine médiée par la technologie. Cela ouvrira de nouvelles voies pour la recherche interdisciplinaire dans ces domaines.

## 6. **Impact Attendu**

Les résultats de cette recherche contribueront au développement de systèmes d'IA éducative capables de capter et de reproduire des interactions interpersonnelles, avec des applications potentielles dans des secteurs variés (éducation, formation professionnelle, ressources humaines). Ce projet entend démontrer l'efficacité des environnements numériques pour enseigner des compétences comportementales dans des cadres virtuels, tout en poussant les frontières de l'IA en interaction humaine.

## 7. **Résultats Attendus**

À la fin de ce projet doctoral, les résultats attendus incluent plusieurs contributions concrètes et applicables qui renforcent à la fois la recherche académique et les objectifs pratiques du partenariat avec Oreegami et le LIRMM. Voici les principaux résultats escomptés :

### a. **Publications Scientifiques et Conférences**

- **Articles de revues** : Publication des articles dans des revues à comité de lecture reconnues (par exemple, IEEE Transactions on Affective Computing, Journal of Educational Data Mining, etc.). Ces articles porteront sur les avancées méthodologiques en IA pour l'analyse des compétences interpersonnelles et sur les études empiriques réalisées dans le cadre du projet. J'ai déjà soumis mon premier papier en IEEE à la fin de mon stage de fin d'études.
- **Conférences internationales** : Présentations dans des conférences prestigieuses telles que ICML, NeurIPS, ou CHI. Cela contribuera à la dissémination de la recherche et à la reconnaissance des travaux menés sur la scène internationale.

### b. **Contribution à Oreegami et au LIRMM**

- **Modules pédagogiques** : Développement de modules basés sur le modèle d'IA pour la formation aux compétences interpersonnelles chez Oreegami, optimisés pour des besoins de formation numérique.
- **Outils d'analyse pour LIRMM** : Création d'outils de collecte et d'analyse de données pour évaluer les interactions en contexte éducatif, soutenant les activités du LIRMM.

### c. **Contributions Techniques et Algorithmiques**

- **Améliorations d'algorithmes** : Proposition et développement d'algorithmes pour l'analyse des interactions, avec documentation partagée avec la communauté scientifique.
- **Jeu de données annotées** : Création d'un jeu de données annotées dédié aux compétences interpersonnelles, potentiellement mis à disposition pour la recherche.