**Cahier des Charges Détaillé : Modèle de Prédiction pour la Résilience Climatique et la Gestion des Catastrophes Naturelles**

**1. Contexte**

Le changement climatique provoque une intensification et une fréquence accrue des catastrophes naturelles, telles que les inondations, les incendies de forêt, les sécheresses, et les ouragans. Ces événements ont des conséquences dévastatrices sur les populations, les infrastructures et les écosystèmes.

L’objectif de ce projet est de développer un modèle prédictif qui anticipe ces événements, évalue leur impact potentiel et propose des mesures adaptatives. Cela permettra de renforcer la résilience des communautés en offrant un outil précis et adapté aux besoins des décideurs.

**2. Objectifs Spécifiques**

1. **Prédiction des Catastrophes Naturelles :**
   * Identifier les zones à risque à court, moyen et long termes.
   * Anticiper la probabilité d'occurrence des événements climatiques extrêmes.
2. **Évaluation de l’Impact Potentiel :**
   * Quantifier les dégâts prévisibles sur les infrastructures (routes, édifices, systèmes d’énergie).
   * Estimer les conséquences sur les populations (pertes humaines, évacuation, perte de revenus).
3. **Propositions de Plans d’Action :**
   * Fournir des recommandations pratiques pour minimiser les impacts (plans d’évacuation, aménagement du territoire, investissements).
   * Identifier les infrastructures critiques à renforcer.
4. **Modélisation Performante :**
   * Implémenter des algorithmes avancés comme les réseaux neuronaux et les modèles basés sur les séries temporelles.
   * Garantir des prédictions fiables et interprétables.

**3. Cahier des Charges Fonctionnel**

**Analyse des Besoins :**

* Identification des sources de données :
  + Historique des catastrophes naturelles (localisation, intensité, impacts).
  + Données climatiques (températures, précipitations, niveaux des mers).
  + Données géographiques et topographiques (cartes, zones inondables).
  + Données économiques et sociales (densité de population, infrastructures critiques).

**Préparation des Données :**

* Collecte des données via API, bases de données publiques et privées.
* Nettoyage et normalisation des données (gestion des valeurs manquantes, suppression des doublons).
* Extraction et transformation des variables pertinentes (éléments climatiques, facteurs socio-économiques).

**Développement du Modèle :**

1. Comparaison des algorithmes (arbres de décision, réseaux neuronaux, modèles spatio-temporels).
2. Implémentation des solutions retenues avec TensorFlow ou Scikit-learn.
3. Optimisation des hyperparamètres pour améliorer précision et rappel.

**Validation et Évaluation :**

* Division des données :
  + Ensemble d’entraînement : 70%.
  + Ensemble de validation : 15%.
  + Ensemble de test : 15%.
* Utilisation de métriques clés (F1-score, RMSE, courbe ROC).

**Déploiement :**

* Intégration du modèle dans une plateforme interactive (application web).
* Interfaces pour visualiser les prédictions sous forme de cartes, graphiques et rapports.

**4. Cahier des Charges Technique**

**Langages de Programmation :**

* Python pour le traitement et la modélisation (Pandas, NumPy, TensorFlow).
* SQL pour la gestion des bases de données relationnelles.

**Outils d’Analyse des Données :**

* Matplotlib et Seaborn pour les visualisations.
* Jupyter Notebook pour l’exploration interactive.

**Environnement de Développement :**

* Plateformes collaboratives comme Google Colab ou AWS SageMaker.

**Plateforme de Déploiement :**

* Application web basée sur Flask ou Django.
* Infrastructure cloud (AWS, Azure, ou Google Cloud).

**5. Méthodologie**

1. **Analyse Exploratoire :**
   * Exploration des données climatiques et détection de tendances.
   * Identification des facteurs déclencheurs.
2. **Modélisation :**
   * Utilisation d’algorithmes spécifiques pour les données spatio-temporelles (ConvLSTM).
   * Simulation de scénarios futurs en fonction des données climatiques prévues.
3. **Simulation :**
   * Modélisation de scénarios pour différentes intensités de catastrophes.
   * Quantification des impacts pour chaque scénario.
4. **Déploiement :**
   * Conception d’une interface utilisateur ergonomique.
   * Intégration des données prédictives et des recommandations.

**6. Applications Pratiques**

* Aide à la planification urbaine : Intégration des prévisions dans les schémas directeurs.
* Optimisation des investissements : Priorisation des ressources pour les infrastructures critiques.
* Amélioration des systèmes d’alerte précoce : Réduction des pertes humaines.
* Sensibilisation : Fourniture d’outils pédagogiques aux gouvernements et populations locales.

**7. Livrables**

1. **Modèle Prédictif Validé :**
   * Documentation sur la conception et la performance du modèle.
2. **Application Interactive :**
   * Plateforme web intuitive pour la visualisation des risques.
3. **Rapports Analyses :**
   * Scénarios détaillés avec recommandations adaptées.
4. **Documentation Technique :**
   * Guide d’utilisation et instructions pour la maintenance.

**8. Planning et Échéancier**

* **Semaine 1-2 :**
  + Recherche des sources de données et extraction.
  + Nettoyage et préparation initiale des données.
* **Semaine 3-4 :**
  + Analyse exploratoire des données.
  + Implémentation des premiers modèles prédictifs.
* **Semaine 5-6 :**
  + Optimisation des modèles.
  + Évaluation et validation des résultats.
* **Semaine 7-8 :**
  + Déploiement de la plateforme.
  + Documentation et formation des utilisateurs.

**10. Conclusion**

Ce projet ambitionne de transformer la gestion des catastrophes naturelles en exploitant le potentiel des données et de l’intelligence artificielle. En offrant une solution pratique, adaptée et prédictive, il contribue directement à renforcer la résilience des communautés face aux défis climatiques.