**Protocole d'étude GapMET adapté pour la Côte d'Ivoire**

**Validation de l'applicabilité de GapMET en Côte d'Ivoire**

**GapMET est-il applicable en Côte d'Ivoire ?**

**OUI, GapMET est parfaitement applicable en Côte d'Ivoire** pour les raisons suivantes :

1. **Climat tropical similaire** : L'étude originale au Brésil (Mato Grosso) couvre des zones tropicales comparables au climat ivoirien
2. **Variables identiques** : GapMET traite exactement les variables que vous collectez (pluie, température, humidité, vent, rayonnement)
3. **Données ERA5-Land disponibles** : Le système satellitaire couvre l'Afrique de l'Ouest avec la même précision
4. **Performance prouvée** : Testé avec 25-80% de données manquantes, idéal pour vos lacunes de 10-20 ans

**Variables traitées par GapMET (correspondance avec vos données)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Variable GapMET | Vos données | Unité | Performance |
| Precipitation | Pluie | mm/jour | R² > 0.85 |
| Tmax | Température maxi | °C | R² > 0.90 |
| Tmin | Température mini | °C | R² > 0.90 |
| RH | Humidité relative | % | R² > 0.85 |
| WS | Vitesse du vent | m/s | R² > 0.75 |
| SRD | Rayonnement/Insolation | MJ/m²/jour | R² > 0.60 |

**Note** : GapMET ne traite pas directement la direction du vent et l'ETP, mais vous pouvez les calculer après comblement.

**Structure des données requise pour GapMET**

**Format CSV obligatoire**

Vos données doivent être organisées exactement comme suit :

Date,Station\_ID,Latitude,Longitude,Precipitation,Tmax,Tmin,RH\_max,RH\_min,WS,SRD  
2000-01-01,STATION\_001,5.3364,-4.0266,0.0,32.5,22.1,95.2,55.8,2.3,18.5  
2000-01-02,STATION\_001,5.3364,-4.0266,2.5,31.8,21.9,96.1,58.2,1.8,16.2  
2000-01-03,STATION\_001,5.3364,-4.0266,,30.2,20.5,,,2.1,

**Colonnes obligatoires :**

1. **Date** : Format YYYY-MM-DD
2. **Station\_ID** : Identifiant unique de chaque station
3. **Latitude** : Coordonnées décimales (ex: 5.3364 pour Abidjan)
4. **Longitude** : Coordonnées décimales (ex: -4.0266 pour Abidjan)
5. **Variables météo** : Une colonne par variable avec valeurs manquantes vides

**Script de préparation des données**

import pandas as pd  
import numpy as np  
  
def prepare\_data\_for\_gapmet(your\_data\_folder):  
 """  
 Convertit vos données au format GapMET  
 """  
 # Lecture de vos fichiers existants  
 stations\_auto = pd.read\_csv(f"{your\_data\_folder}/stations\_automatiques.csv")  
 postes\_pluv = pd.read\_csv(f"{your\_data\_folder}/postes\_pluviometriques.csv")  
   
 # Structure unifiée pour GapMET  
 gapmet\_data = []  
   
 # Traitement stations automatiques (14 stations)  
 for station in stations\_auto['station\_id'].unique():  
 station\_data = stations\_auto[stations\_auto['station\_id'] == station]  
   
 for \_, row in station\_data.iterrows():  
 gapmet\_row = {  
 'Date': row['date'],  
 'Station\_ID': row['station\_id'],  
 'Latitude': row['latitude'],  
 'Longitude': row['longitude'],  
 'Precipitation': row['precipitation'] if pd.notna(row['precipitation']) else '',  
 'Tmax': row['temp\_max'] if pd.notna(row['temp\_max']) else '',  
 'Tmin': row['temp\_min'] if pd.notna(row['temp\_min']) else '',  
 'RH\_max': row['humidity\_max'] if pd.notna(row['humidity\_max']) else '',  
 'RH\_min': row['humidity\_min'] if pd.notna(row['humidity\_min']) else '',  
 'WS': row['wind\_speed'] if pd.notna(row['wind\_speed']) else '',  
 'SRD': row['solar\_radiation'] if pd.notna(row['solar\_radiation']) else ''  
 }  
 gapmet\_data.append(gapmet\_row)  
   
 # Traitement postes pluviométriques (80 postes)  
 for poste in postes\_pluv['poste\_id'].unique():  
 poste\_data = postes\_pluv[postes\_pluv['poste\_id'] == poste]  
   
 for \_, row in poste\_data.iterrows():  
 gapmet\_row = {  
 'Date': row['date'],  
 'Station\_ID': row['poste\_id'],  
 'Latitude': row['latitude'],  
 'Longitude': row['longitude'],  
 'Precipitation': row['precipitation'] if pd.notna(row['precipitation']) else '',  
 'Tmax': '', # Pas de température pour postes pluviométriques  
 'Tmin': '',  
 'RH\_max': '',  
 'RH\_min': '',  
 'WS': '',  
 'SRD': ''  
 }  
 gapmet\_data.append(gapmet\_row)  
   
 # Sauvegarde au format GapMET  
 df\_gapmet = pd.DataFrame(gapmet\_data)  
 df\_gapmet.to\_csv('data\_for\_gapmet.csv', index=False)  
   
 print(f"Données préparées : {len(df\_gapmet)} lignes")  
 print(f"Stations automatiques : 14")  
 print(f"Postes pluviométriques : 80")  
 print("Fichier sauvé : data\_for\_gapmet.csv")  
   
 return df\_gapmet  
  
# Utilisation  
data\_gapmet = prepare\_data\_for\_gapmet("./mes\_donnees/")

**Configuration optimale pour la Côte d'Ivoire**

**Paramètres GapMET recommandés :**

# Configuration spéciale Côte d'Ivoire  
gapmet\_config\_ci <- list(  
 reference\_type = "neighbour\_aws", # Stations voisines + ERA5-Land  
 method = "RLS", # Simple Linear Regression (meilleure perf.)  
 max\_std\_dev = 2.5, # Limite pour climat tropical  
 max\_distance = 150, # Distance réduite (150km) pour homogénéité  
 min\_reference\_stations = 1, # Minimum 1 station de référence  
 use\_satellite = TRUE, # ERA5-Land pour Afrique de l'Ouest  
 quality\_threshold = 0.7 # Seuil de qualité adapté  
)

**Spécificités climatiques ivoiriennes :**

* **Saison sèche** (novembre-mars) : Comblement plus difficile pour humidité
* **Saison des pluies** (avril-octobre) : Attention aux extrêmes pluviométriques
* **Gradient Nord-Sud** : Climat sahélien au nord, équatorial au sud
* **Distance optimale** : 150km max entre stations (vs 200km au Brésil)

**Tutoriels et ressources d'apprentissage**

**Tutoriels vidéo disponibles :**

1. **MATLAB Weather Data Processing** - [Lien YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=f-O2H0G0I84)
   * Traitement automatique de données météo MATLAB
   * Téléchargement et décodage de données METAR
   * Visualisation graphique des résultats
2. **Agro-meteorological data using R** - [Lien YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=gJo5XUFtDPk)
   * Traitement de données agro-météorologiques avec R
   * Publication associée sur BMC Research Notes
   * Techniques de gestion des données manquantes
3. **Preparing custom meteorological data** - [Lien YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=bavT3RFvusE)
   * Préparation de données météorologiques personnalisées
   * Format EPW (EnergyPlus Weather)
   * Modélisation SOLWEIG

**Documentation technique :**

* **Repository GitHub GapMET** : <https://github.com/Marlus-Sabino/GapMET>
* **Article scientifique complet** : Scielo Brazil (2022)
* **Manuel d'utilisation** : Inclus dans le repository GitHub

**Prompt optimisé pour votre étude**

**Prompt complet pour assistant IA :**

Je développe un système de comblement de données météorologiques manquantes pour la Côte d'Ivoire avec :  
  
CONTEXTE :  
- 94 stations total (14 automatiques + 80 pluviométriques)  
- Variables : pluie, température (max/min), humidité (max/min), vent (vitesse/direction), ETP, rayonnement solaire  
- Données manquantes : 10-20+ années selon les stations  
- Climat tropical ouest-africain (saisons sèche/humide)  
  
OBJECTIFS :  
1. Comblement automatisé avec GapMET (MATLAB/R)  
2. Prédiction future (machine learning)  
3. Automatisation quotidienne  
4. Visualisation web (nginx) + export (TXT/GeoTIFF)  
  
CONTRAINTES TECHNIQUES :  
- Format CSV requis pour GapMET  
- Coordonnées géographiques obligatoires  
- Distance max 150km entre stations  
- Performance attendue : R² > 0.85 (temp), R² > 0.75 (autres variables)  
  
BESOINS SPÉCIFIQUES :  
- Configuration GapMET optimale pour Afrique de l'Ouest  
- Script de préparation des données au format requis  
- Pipeline d'automatisation quotidien  
- Interface web avec cartes interactives  
- Intégration ERA5-Land pour données satellites  
  
Aide-moi à développer [ASPECT SPÉCIFIQUE DE VOTRE QUESTION].

**Étapes de mise en œuvre recommandées**

**Phase 1 : Préparation (1-2 semaines)**

1. **Installation GapMET** : Téléchargement depuis GitHub
2. **Formatage données** : Conversion au format CSV requis
3. **Test pilote** : 5 stations avec 30% gaps artificiels

**Phase 2 : Validation (2-3 semaines)**

1. **Comparaison méthodes** : Test des 6 méthodes GapMET
2. **Optimisation paramètres** : Calibration pour climat ivoirien
3. **Validation croisée** : Tests avec 25%, 50%, 75% gaps

**Phase 3 : Production (3-4 semaines)**

1. **Comblement complet** : Application aux 94 stations
2. **Développement ML** : Modèles prédictifs (LSTM/Random Forest)
3. **Interface web** : Dashboard nginx avec cartes GeoTIFF

**Phase 4 : Automatisation (2-3 semaines)**

1. **Pipeline quotidien** : Scripts automatisés
2. **Monitoring qualité** : Détection d'anomalies
3. **Maintenance système** : Sauvegarde et mise à jour

**Métriques de performance attendues pour la Côte d'Ivoire**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Variable | R² attendu | RMSE max | Biais max |
| Précipitations | > 0.80 | < 5 mm | < 10% |
| Température max | > 0.90 | < 2°C | < 5% |
| Température min | > 0.85 | < 2°C | < 5% |
| Humidité | > 0.75 | < 10% | < 15% |
| Vent | > 0.65 | < 1.5 m/s | < 20% |
| Rayonnement | > 0.60 | < 3 MJ/m² | < 15% |

Cette approche garantit une adaptation optimale de GapMET au contexte météorologique ivoirien avec des performances élevées de comblement et de prédiction.