



RAPPORT: ECOLE ETE METEOROLOGIE DE L'ESPACE
Physique et utilisation des outils
14-25 octobre 2024, Conakry, Guinée



René Tato LOUA et Jean Moussa KOUROUMA
 Comité éditorial du GIRGEAA¹

¹ GIRGEAA : Groupe International de Recherche en Géophysique Europe Afrique Asie

Organisé par
L'Agence Nationale de la Météorologie
La Direction Générale de l'Innovation

Avec le soutien de
International Space Weather Initiative (ISWI)
et
ICG (International Commission of GNSS)

Sous le Haut Patronage de
Monsieur Ousmane Gaoual DIALLO
Ministre des Transports
Porte-Parole du Gouvernement de la République de Guinée

Sommaire

I.	Les Comités	page 3
II.	Introduction : les objectifs	page 4
III.	Motivations	page 5
IV.	Cours	page 7
V.	Le Calendrier des cours	page 17
VI.	Les participants et leurs présentations	page 18
VII.	Budget et financement	page 21
VIII.	Retombées et Perspectives	page 23
IX.	Attestation	page 25
X.	Logistique /Photos	page 26
XI.	Medias	page 28

I. LES COMITES

- Comité d'Honneur

Monsieur Alpha Bacar BARRY, Ministre de l'Enseignement Supérieur de la Recherche Scientifique et de l'Innovation de la République de Guinée, Président

Monsieur Ismael NABE, Ministre du Plan et de la Coopération Internationale, Vice-Président

- Comité d'organisation

Dr. KOUROUMA Jean Moussa (ANM/Guinée), Président

DIOUBATE Kaba, Direction Générale de l'Enseignement Supérieur, Vice-Président

Membres du Comité d'organisation

SYLLA Mabinty Bagui (ANM/Guinée)

DIALLO Ibrahima Sorry (ANM/Guinée)

BANGOURA Alhassane Denis (ANM/Guinée)

KOIBA Goikwia (ANM/Guinée)

KOMAH Mohamed (Ministère des Transports, Guinée)

WOROKIATOU KABA (ANM/Guinée)

BAH Ibrahima Mbemba (ANM/Guinée)

DIALLO Fatoumata Binta (ANM/Guinée)

CONTE Oumou (ANM/Guinée)

DIAWARA Finou (ANM/Guinée)

GUILAVOGUI David (ANM/Guinée)

DORE Souwala (ANM/Guinée)

Comité scientifique

LOUA René Tato, Président, (ANM/Guinée)

GNABAHOU Allain, Vice-Président, ((Burkina Faso)

GAYE Idrissa Vice-Président (Sénégal)

LAMAH Daniel (Université de Kindia/Guinée)

AMORY-MAZAUDIER Christine (LPP/Polytechnique/UPMC/France)

LECONTEL Olivier (LPP/France)

PITOUT Frédéric (IRAP/ France)

HABA Siba (UGANC/Guinée)

ZAOURAR Naima (Université Hari Boumediene/Algérie)

Equipe professorale

AMMAR Ahmed (ESPRIT Tunisie)

AMORY-MAZAUDIER Christine (LPP/ France)

COISSON Pierdavide (IPGP/France)

EL YOUSOUFI Hajar (CRASTE-LF/Maroc)

FLEURY Rolland (IMT Atlantique, Brest /France)

KANTE Ibrahima Kalil (AGAC, Guinée)

GRODJI Franck (Université Houphouët Boigny /Côte d'Ivoire)

IBIASSY Geoffroy (Université Marien Gouabi/Congo)

KAFANDO Pétronille (Université Joseph Ki-ZERBO /Burkina Faso)

LECONTEL Olivier (LPP/France)

LOUA René Tato (ANM/Guinée)

LE HUY Minh (Institut de géophysique de Hanoi /Vietnam)

PITOUT Frédéric (IRAP/ France)

GUILAVOGUI Piou Dobo (UZ/Guinée)

ZAKA Komenan (Université Houphouët Boigny / Côte d'Ivoire)

ZERBO Jean Louis (Université Nazi BONI/ Burkina Faso)

II. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet international ISWI (International Space Weather Initiative), en collaboration avec le GIRGEA, la 6^{ème} école IMA (ISWI Maghreb Afrique) sera organisée à Conakry en octobre 2024.

L'objectif principal de cette école est d'améliorer le niveau d'expertise des étudiants et des professionnels de la sous-région pour leur permettre de participer et de contribuer aux projets internationaux. Les deux points clef sont :

- 1) la compétence pour utiliser les jeux de données déjà existants et les outils relatifs aux études d'environnement terrestre ; il existe de nombreuses données concernant l'environnement et la géophysique. **On estime l'utilisation des données existantes à moins de 10%**. Ces données, en utilisant de nouvelles technologies, la connaissance des phénomènes physiques, les différentes modélisations, sont la source de travaux scientifiques originaux.
- 2) Le développement et l'utilisation, par les scientifiques du Maghreb et de l'Afrique de l'Ouest, des résultats des études alliant les sciences de l'environnement et le développement durable en combinant les données sol avec des données satellitaires - par exemple pour les études de géophysiques, les télécommunications, le positionnement etc...

Pour atteindre ces objectifs les cours comprendront :

- 1) Une partie scientifique pour la compréhension des mesures, des informations qui peuvent être extraites des données et des exemples d'applications dans différents domaines.
- 2) Une partie informatique sur les algorithmes utilisés, leur performance, et leur installation.
- 3) Des travaux pratiques informatiques pour l'utilisation des algorithmes et des bases de données sol et satellitaires.
- 4) L'utilisation des modèles comme TIEGCM, CTPIM, IRI, NeQuick, IGRF.
- 5) Exposé d'informations sur les nouvelles technologies utilisées dans ce domaine comme la Grille de calcul, les services Web, les bases de données

Par conséquent, nous proposons une école permettant de découvrir et d'utiliser :

- 1) Toutes les possibilités des mesures du réseau sol de stations GNSS, radar et autres instruments implantés en Afrique et dans le monde, ainsi que les mesures disponibles via internet :
 - a. Les études de l'ionosphère et de l'impact du Soleil sur l'environnement ionisé terrestre (Année Internationale de l'Héliosphère et projet ISWI) ;
 - b. Exploiter d'autres instruments pour le développement.
- 2) Les systèmes d'information géographiques qui permettent la gestion et la visualisation des données spatiales dans tous les domaines.
- 3) Le développement de bases de données locales et l'utilisation des bases de données existantes via internet et une introduction aux nouvelles technologies.

Cette école a pour objet de développer l'analyse de données en Afrique et ainsi de rentabiliser de nombreux projets existant (IHY : *International Heliophysical Year*, ISWI : *International Space Weather Initiative*, etc...).

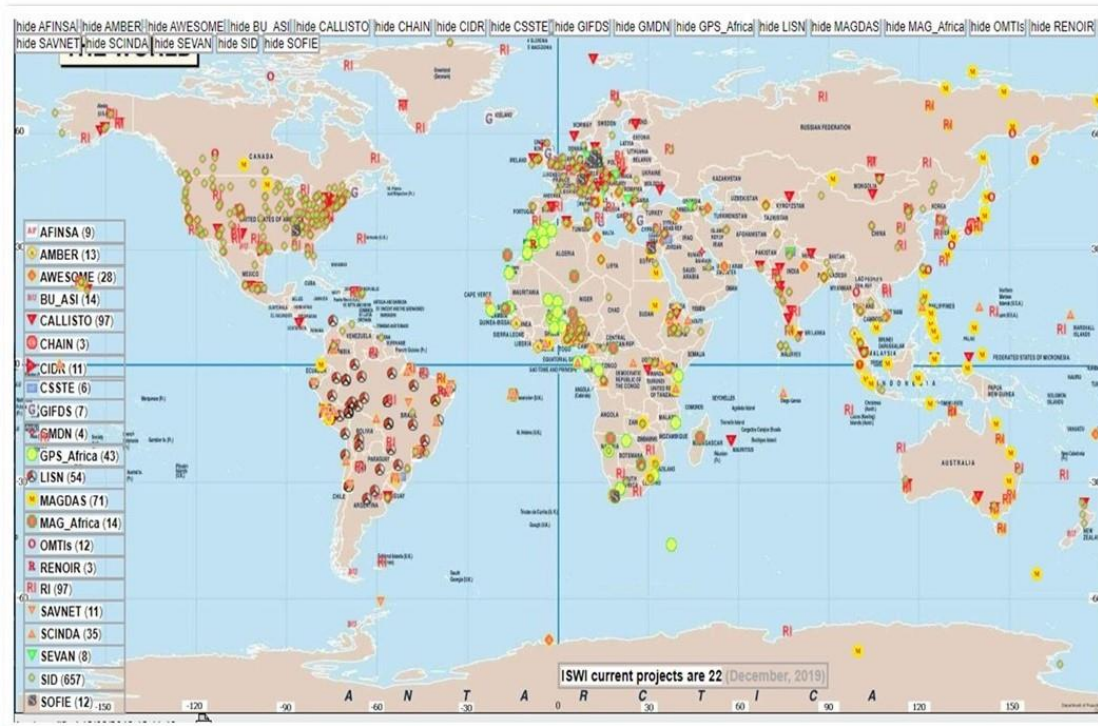
Elle offrira également une opportunité aux chercheurs et scientifiques du Maghreb, de l'Afrique de l'Ouest et l'Afrique centrale qui désirent apprendre ou acquérir la compétence pour utiliser les jeux de données déjà existants et les outils relatifs aux études de Météorologie de l'Espace, de participer et contribuer aux projets internationaux.

Les écoles IMAOC permettent aussi de réunir les jeunes chercheurs des différents pays du continent africain pour tisser des relations de collaborations durables et fructueuses.

III. MOTIVATIONS

1. Réseaux d'instruments en Afrique et dans le monde

Après le projet « Année Héliophysique Internationale 2007-2009, le programme International Space Weather Initiative ISWI (2010-2012) a continué le développement des réseaux d'instruments sur le continent africain et dans le monde et notamment des réseaux de stations GNSS, de magnétomètres, de radars, etc.... (Voir figure ci-dessous du site <http://www.iswi-secretariat.org>).



Le GIRGEA (Groupe International de Recherche en Géophysique Europe Afrique www.girgea.org) présent en Afrique depuis plus de 30 ans a développé des équipes de recherches dans différents pays en Afrique (Algérie, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, , , Egypte, Guinée, Maroc, RDC, Sénégal, etc) et en Asie (Vietnam, Népal, Pakistan, etc.).

En zone tropicale et équatoriale, il est nécessaire de connaître les contributions de l'ionosphère (*couche ionisée entourant la terre et située entre 90 et 1000 km*) et de l'atmosphère au signal GNSS pour de nombreuses et diverses applications, car la traversée de ces deux milieux perturbe les signaux reçus.

Cette école sera centrée sur

- Les applications des GPS pour étudier l'impact du soleil sur les couches ionisées de l'atmosphère,
- L'étude de l'interface océan atmosphère et variabilité climatique,
- Les applications de la météorologie pour de développement durable,
- Les SIG et Télédétection,
- EGNOS.

L'adoption des technologies de l'information et de la communication (TIC) et l'accès à l'Internet sont en pleine expansion en Afrique, mais à cause de leur accroissement rapide partout dans le monde, la fracture numérique entre l'Afrique et le reste du monde persiste. Aussi il est important d'informer et de former les scientifiques et étudiants sur les nouvelles techniques d'exploitation de bases de données (création et utilisation de celles existantes) : Entrepôt de données, fouille de données, analyse de données massives, etc. Il faut une meilleure connaissance des méthodes de surveillance du réseau Internet afin de vérifier son évolution, et l'accès aux

calculateurs et à la grille de calcul pour leur permettre d'exploiter leurs données, d'exécuter leurs simulations, et de collaborer avec des équipes du monde entier.

2. Formation : ECOLE de METEOROLOGIE DE L'ESPACE

Le GIRGEA a déjà organisée des écoles en Côte d'Ivoire (1995, 2017, 2022), en République du Congo (2009), en Egypte (2010), en RDC (2011), en Algérie (2013), au Maroc (2011, 2014, 2015), au Sénégal (2019). Tous les rapports des écoles précédentes sont sur le site www.girgea.org.

Les écoles ont pour but :

- 1) d'initier les étudiants aux relations Soleil-Terre et à la Météorologie de l'Espace avec des spécialistes de différentes disciplines (physique du Soleil, vent solaire, magnétosphère, ionosphère, troposphère et champ magnétique interne et externe), à l'interaction Ocean-atmosphère.
- 2) d'analyser les données existantes dans ces différentes disciplines à l'aide d'outils numériques, grille de calcul, serveur de données, internet, ressources de calcul intensif,
- 3) de développer des mini-projets scientifiques étudiants sur un événement donné,
- 4) d'apprendre la gestion d'un projet, le déroulement des thèses et des publications scientifiques, de participer à des appels d'offre nationaux ou internationaux,
- 5) de promouvoir l'échange et la coopération entre étudiants de différentes nationalités,
- 6) de publier dans des revues avec référés malgré le coût parfois difficile à trouver.

3. Le Projet

L'école s'adresse à 40 participants des Universités d'Afrique de l'Ouest, Centrale, de l'Est et du Maghreb. Les participants retenus doivent avoir déjà des bases en informatique et en base de données.

Cette école a pour objectif de permettre aux participants de :

- Maîtriser la manipulation du GPS et la collecte de l'information sur le terrain ;
- Maîtriser l'exploitation des données GPS selon leur domaine de compétence et les applications possibles;
- Initiation à la cartographie et la maîtrise des fonctionnalités de bases et avancées des SIG avec différents logiciels standards;
- Renforcer les connaissances sur la variabilité climatique et l'interaction Océan-atmosphère;
- Favoriser la synergie entre le SIG et le GPS dans les différents domaines d'application.

Au terme de cette formation, les participants doivent être à mesure de :

Pour la Météorologie de l'Espace

- Bien analyser l'activité solaire et ses conséquences sur l'environnement terrestre et les systèmes qui s'y rattachent.

Pour le GNSS

- Savoir utiliser un GPS (différentes fonctionnalités de l'instrument, installation) ;
- Quantifier les différentes erreurs dans la précision du positionnement et d'analyser les systèmes de corrections de type GNSS différentiel local ou par satellite géostationnaire,
- Savoir exploiter les mesures au sol ou à bord de satellites/sondes pour des études morphologiques de l'atmosphère, de l'ionosphère et de la géodésie,
- Analyser les différents systèmes de navigation par satellite existants et leurs évolutions,
- Connaître les différents domaines d'application.

Pour les SIG

- Constituer une base de données géographiques (ouverture et création de couches, scannage, digitalisation, structuration et organisation des données géographiques, modification ou suppression

d'objets graphiques, changement de coordonnées et manipulations des systèmes de projection, géoréférencement, intégration des points GPS dans un fond de carte existant) ;

- Réaliser des analyses thématiques et analyses spatiales (Restitution cartographique) ;
- Connaître les équivalences entre logiciels (principes et terminologie).

Pour les GPS et les SIG

- Savoir prendre en charge : enregistrement, identification, stockage, recherche des coordonnées de points sur le terrain, report de points, etc... ;
- Connaître les bases de données intéressantes dans les divers domaines abordés ;
- Savoir collecter des données terrains à partir d'un GPS et les transférer dans un SIG ;

Pour les nouvelles technologies

- Connaître les ressources de calculs disponibles et les techniques sous-jacentes ;
- Savoir comment créer des bases de données et les portails pour y accéder ;
- Avoir un support technique pour la surveillance du réseau ;
- Participer et collaborer à l'effort mondial des nouvelles technologies.

Les applications pratiques devront être basées sur des données thématiques variées et concerner les domaines d'intérêt national.

Une analyse des besoins ciblés des participants et de leur niveau sera faite dès l'ouverture des inscriptions.

Nous recommandons aux étudiants inscrits de venir avec leur PC portable.

Le contenu des différents cours est généralement fourni en fin de chaque séance.

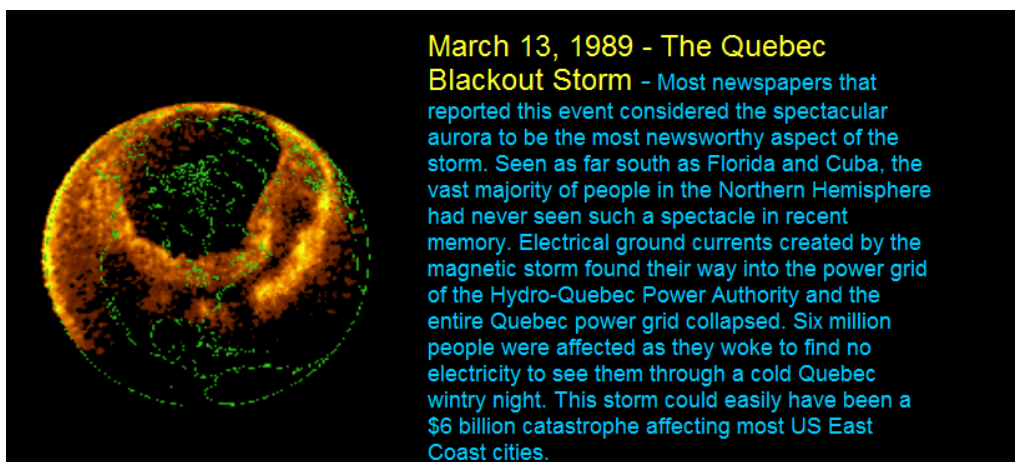
Les participants seront des étudiants de maîtrise, des étudiants en thèse et du personnel universitaire ou d'autres organisations nécessitant une mise à niveau de leur formation.

IV. COURS

Introduction

Définition: La météorologie de l'Espace est l'état physique et phénoménologique des environnements spatiaux naturels. La discipline associée vise, par l'observation, la surveillance, l'analyse et la modélisation, à comprendre et à prévoir l'état du soleil, des environnements interplanétaires et planétaires, et des perturbations d'origine solaire et non solaire qui les affectent, ainsi qu'à prévoir et à anticiper les impacts possibles sur les systèmes biologiques et technologiques.

C'est à la suite de l'orage magnétique du 13 mars 1989 qui a plongé dans le noir les habitants du Québec durant plusieurs heures, que la météorologie de l'Espace s'est fortement développée, car nos nouvelles technologies sont affectées par les orages magnétiques provoqués par des tempêtes solaires.



Pour comprendre comment des tempêtes solaires peuvent impacter l'environnement de la terre il est nécessaire de rassembler les études du soleil, de la magnétosphère, de l'ionosphère et de l'atmosphère dans une même discipline la météorologie de l'Espace.

Tableau des cours assurés par les professeurs

Soleil et géomagnétisme Le soleil	Jean-Louis ZERBO Université Nazi BONI/ Burkina Faso
Physique des plasmas La Magnétosphère	Olivier LECONTEL LPP/ Sorbonne Université/ France
Réflexion sur la science Ionosphère aurorale	Frédéric PITOUT IRAP/ France
Ionosphère -propagation ionosphérique Utilisation du GNSS pour les études de l'ionosphère et la troposphère	Rolland FLEURY IMT Atlantique, Brest /France
Couplage électrodynamique entre les hautes et basses latitudes	Zaka KOMENAN Université Houphouët Boigny / Côte d'Ivoire
L'Electrojet équatorial	Franck GRODJI Université Houphouët Boigny / Côte d'Ivoire
Etudes du champ magnétique et de l'ionosphère au Vietnam	Minh Huy LE Institut de géophysique de Hanoi /Vietnam
Les Dynamos du système Terre Soleil La Fontaine équatoriale Géomagnétisme externe	Christine AMORY-MAZAUDIER LPP/ Sorbonne Université/ France
Géomagnétisme interne	Pierdavide COISSON IPGP/ France
Système d'information géographique SIG	Hajar EL YOUSOUFI CRASTE-LF/Maroc
Electricité atmosphérique	René Tato LOUA ANM / Guinée
Thermodynamique de l'atmosphère	Pétronille KAFANDO Université Joseph Ki-ZERBO /Burkina Faso
Analyse de la dynamique des précipitations en République de Guinée	Ibrahima Kalil KANTE AGAC, Guinée
Indicateurs des changements Spatio-Temporels dans la pluviométrie de la Guinée Forestière	Piou Dobo GUILAVOGUI UZ/Guinée
<u>Variabilité interne et externe du climat</u> <u>Changement climatique</u>	Geoffroy IBIASSI MAHOUNGOU Université Marien Gouabi/Congo
Initiation à l'Intelligence artificielle	Ahmed AMMAR et Mohamed Hedi RIAHI ESPRIT, Tunisie

IV.1 Cours de Jean Louis zerbo

[jeanlouis.zerbo@gmail.com]

Le Géomagnétisme et l'activité solaire 1h30

Cours : Soleil et Géomagnétisme (Classification de l'activité Géomagnétique/solaire)

Le Soleil : (6 heures cours + TP)

Cours 1 : Le Soleil : structure interne et atmosphère

- Structure interne
- L'atmosphère solaire
- Le vent solaire

Cours 2 : Le Soleil : champ magnétique

- Manifestations observationnelles et interaction avec le plasma
- Couplage photosphère-chromosphère-couronne, processus de chauffage de l'atmosphère solaire

Cours 3 : Le Soleil : activité éruptive et particules de haute énergie

- Les éruptions solaires («solar flares »)
- Aperçu des processus de stockage et dissipation d'énergie
- Les éjections coronales de masse (« CMEs »)
- Les particules de haute énergie

Cours 4 : Le Soleil : cycle(s) d'activité

- Cycle d'activité : indice des taches, F10.7, forme de la couronne, champ magnétique héliosphérique
- Variation de l'activité solaire à long terme
- Régions actives et champ magnétique global du Soleil
- Un aperçu qualitatif d'un mécanisme dynamo (Babcock-Leighton)

TP1 : Couronne et vent solaire

- Questions interactives :
- Imagerie de la couronne solaire et vents solaires associés

TP2 : Ejections coronales de masse

- Evolution d'une région active
- Eruptions dans cette région active

IV.2 Cours d'Olivier Le Contel

[olivier.lecontel@lpp.polytechnique.fr] 2 cours : 3h, 2 TP : 3h

Partie I : Introduction à la physique des plasmas

L'objectif de ce cours introductif est de présenter des notions de physique des plasmas nécessaires à la compréhension de la description de la magnétosphère terrestre qui suivra.

- Qu'est-ce qu'un plasma ?
- Comment décrire les plasmas ?
- La dynamique des particules chargées

Partie II : La structure de la magnétosphère

L'objectif de ce cours est de présenter la morphologie globale de la magnétosphère terrestre, l'origine physique et la nature des différentes régions qui la composent.

- Quelques notions sur le vent solaire
- Le choc amont et la magnétogaine
- La magnétopause
- La convection magnétosphérique

- Courants et régions de haute latitude
- La magnétosphère interne

Partie III : La dynamique magnétosphérique

L'objectif de ce cours est de présenter les différents modes de fonctionnement dynamiques de la magnétosphère terrestre afin de savoir les identifier dans un ensemble de données.

- Les sous-orages magnétosphériques
- Les orages magnétiques

TP 1&2 – Installations (Linux et Windows) et utilisation de la bibliothèque **pyspedas** (python) en accès libre (<https://github.com/spedas/pyspedas>) pour la visualisation et l'analyse des données spatiales et sol relatives à la météorologie de l'espace.

IV.3 Cours de Frédéric Pitout

[frederic.pitout@irap.omp.eu] 2cours : 3h, 2 TP : 3h

Quelques éléments méthodologiques (45 min)

- Que veut dire « faire de la recherche » ?
- Bonnes pratiques en recherche : éthique, intégrité et déontologie
- Publications : pourquoi, comment et où publier
- Interprétation de données : tendance et barres d'erreur, corrélation et causalité
- Biais cognitifs et esprit critique
-

Introduction à l'ionosphère aurorale (45 min)

- Les couches atmosphériques
- Photo ionisation et modèle de Chapman
- Les couches ionosphériques
- Collisions et conductivités
-

Ionosphère des hautes latitudes et couplages VS-M-I (45 min)

- Équilibre énergétique
- Précipitation de particule
- Émissions lumineuses
- Convection magnétosphérique
- Couplages pour diverses orientations de l'IMF
-

Observation de l'ionosphère (45 min)

- Instruments au sol
- Instrumentation spatiale

TP1 : CDPP (2h)

Présentation des outils du Centre de Données de la Physique des Plasmas

Manipulation d'AMDA

TP2 : Orage d'Halloween (2h)

Observation et effets d'un *flare* sur l'environnement spatial terrestre

Éjection coronale de masse et ses effets

Doses reçues dans les vols commerciaux

IV.4 Cours de Rolland Fleury

[rolland.fleury@telecom-bretagne.eu] 6h, (2 cours + 2 TP)

Cours 1 : GPS et ionosphère (1h30)

- L'ionosphère

- La propagation trans-ionosphérique (fréquences, indices, chemins)
- Le calcul du vTEC (équations)
- La scintillation (occurrence, indice ROTI, EPB)
- Le format RINEX et les mesures IGS

TP1 (1h30) : Utilisation de mon logiciel Matlab (tec_not_igs.m) pour calculer le VTEC mono-station à partir des mesures de pseudo-distances lors du super_orage magnétique de mai 2024 ; téléchargements des données utilisées.

TP2 (1h30) : suite TP1 + utilisation du logiciel LEICA pour représenter les cartes GIM

TP3 : Troposphère et GPS (1h30)

- Morphologie
- Influence sur la propagation GNSS
- IWD/PWD avec mesures sol
- ZTD avec GNSS
- Fichiers internet de résultats IGS

IV.5 Cours de Zaka Komenan

[komzach@yahoo.fr] 1 cours 1h30

Couplage électrodynamique entre la zone aurorale et la zone équatoriale

- Mécanisme de la pénétration directe du champ électrique de la convection magnétosphérique PPEF orage du 27 Mai 1993
- Mécanisme de la dynamo ionosphérique perturbée DDEF : orage du 10 - 11 Mai 1993
- Etude des variations latitudinales de ces perturbations.

IV.6 Cours de Franck Grodji

[franckgrodji@gmail.com] 1 cours : 1h30

Les conductivités de l'ionosphère

- densités des particules neutres et chargées dans l'ionosphère
- les forces agissant sur les électrons et ions
- mouvements des électrons et des ions en présence d'un champ électrique
- loi d'Ohm : composantes directes, Pedersen et Hall de la conductivité
- variation des composantes de la conductivité en fonction de l'altitude
- variation de la conductivité en fonction de l'heure locale, saison et cycle solaire

Le mécanisme dynamo ionosphérique

- équations de Maxwell
- supposition de champ électrique électrostatique
- supposition de courant continu
- champ électrique dans le repère du gaz mouvant
- génération du champ de polarisation

L'électrojet équatorial

- établissement du champ électrique vertical de polarisation
- courant électrique de l'électrojet
- perturbations magnétiques associées à l'électrojet
- influence des irrégularités de plasma sur le champ de polarisation et sur le courant
- modèle bidimensionnel d'électrojet
- influence d'un vent est-ouest, variable en altitude, sur l'électrojet

Les Courants telluriques/effet d'un 'Solar Flare'

IV.7 Cours de Le Huy Minh

[lhminhgp@gmail.com] 2 cours : 3h

Utilisation du GNSS au Vietnam

- Réseau de GPS au Vietnam
- Études de l'ionosphère
- Études du mouvement de la croûte terrestre
- Études de la vapeur d'eau de la troposphère
-

Études des données magnétiques et ionosphériques au Vietnam

- Observatoires magnétiques et ionosphériques au Vietnam
- Quelques résultats d'étude du champ magnétique de basses latitudes
- Quelques résultats d'étude ionosphérique au Vietnam

IV.8 Cours Christine Amory-Mazaudier

[christine.amory@lpp.polytechnique.fr] 2 cours + 1 TP (3h30)

Les Dynamos

- Le processus de dynamo dans le système Terre-soleil : Introduction à l'école
- La Fontaine équatoriale

Géomagnétisme externe de christine

- La dynamo terrestre
- Les Courants électriques dans l'ionosphère et la magnétosphère
- Les Courants électriques équivalents
- Les Indices magnétiques

IV.9 Cours de Pierdavide Coisson

[coisson@ipgp.fr] cours 1h30

Géomagnétisme interne

- Définitions du champ magnétique et de ses composantes vectorielles.
- Sources du champ magnétique terrestre et échelles de temps des variations magnétiques.
- Mesure du champ magnétique terrestre, instrumentation, observatoires, stations de variation, satellites.
- Observatoires magnétiques en Afrique.
- Accès aux données : BCMT, INTERMAGNET, WDC, SuperMag...
- Modélisation globale du champ magnétique par harmoniques sphériques
- Spectre en puissance magnétique, distinction entre champ principal et champ crustal.
- Modèles magnétiques globaux : IGRF, etc.
- Dynamo du noyaux et sa modélisation.
- Modèle de champ magnétique crustal : WDMAM.

IV.10 Cours de Hajar El Youssoufi

[hajarelyoussoufi@yahoo.com] 1 cours : 1h30, 1 TP : 1h30

Systèmes d'Information Géographique (SIG)

Objectif du cours : Initier les étudiants aux principes fondamentaux des SIG, en mettant particulièrement l'accent sur les SIG mobiles et les données GNSS. Le cours offre une compréhension approfondie des concepts théoriques et inclut une formation pratique sur l'utilisation des SIG mobiles pour la collecte, l'analyse et la visualisation de données géospatiales.

Introduction :

Partie théorique :

Concepts de base des SIG :

- Définition et fonctionnalités principales
- Différents types des SIG
- Types de données SIG

SIG Mobile :

- Présentation des SIG Mobiles et leurs avantages
- Exemple d'applications mobiles populaires (Collector for ArcGIS, QField, SuperMapiTablet)

Cas d'usage

Partie pratique : Atelier pratique sur les SIG Mobiles :

- Initiation à une application SIG Mobile (*SuperMapiTablet*)
- Exercice pratique : collecte de données sur le terrain
- Intégration des données sur QGIS
- Visualisation des données collectées
- Discussion sur l'intégration de ces données dans des projets liés à la météorologie de l'espace

Conclusion et questions :

IV.11 Cours de Serge Soula présenté par René Tato Loua

[rene.tloua@gmail.com] 1 cours de 1h30

L'électricité atmosphérique

- Développement, organisation, électrisation et activité électrique des nuages d'orages
- Développement du nuage d'orage
- Dynamique et organisation des orages
- Électrisation du nuage d'orage
- Les éclairs
- Détection des éclairs
- Climatologie des éclairs
- Décharges d'altitude - TLE (Sprites, Elves, Jets)

IV. 12 Cours de Pétronille Kafando

[kafandopetronille@yahoo.fr] 1 cours : 1h30 et 1 TP : 1h30

Cours : Dynamique de l'atmosphère (1h30)

Caractéristiques de l'atmosphère de la Terre

- Subdivisions de l'atmosphère
- Composition chimique de l'atmosphère
- Variables d'état de l'atmosphère
- Echelles spatio-temporelles

Dynamique de l'atmosphère

- Les échanges d'énergie au sein du système Terre-Océan-Atmosphère
- Bilans radiatifs du système Terre-Océan-Atmosphère
- Les circulations atmosphériques
- Mouvements ondulatoires au sein de l'atmosphère

TP Basse atmosphère (1h30)

- Transformations de l'air atmosphérique
- Stabilité et instabilité dans l'atmosphère
- Prise en main de l'égramme 761

- Exercices

- **Exercice 1** : Tracé de la courbe d'état relative à un radiosondage ; Détermination graphique du rapport de mélange et du rapport de mélange saturant ; Analyse des conditions de formation des nuages ; Détermination de la base et du sommet des nuages ; Détermination de la masse d'eau condensée dans un nuage.

- **Exercice 2** : Analyse de l'état de saturation d'une parcelle d'air ; Détermination graphique du point de rosée, du point de condensation et de la masse d'eau condensée.

IV. 13 Cours de Ibrahima Kalil Kante

[ibrahimakalil@gmail.com] 1 cours 1h30

Analyse de la dynamique des précipitations en République de Guinée

Introduction

L'atmosphère est une machine thermique dont les processus physiques et chimiques qui se passent en son sein lui confèrent une certaine complexité, objet de nombreuses investigations (Alkadee, 2011). Dans ce cours, nous allons aborder un des processus physiques qui pourra nous aider à bien analyser la dynamique des précipitations.

Objectif

Faire une analyse de la dynamique des précipitations observées en Guinée tout en expliquant l'origine des maxima de pluie enregistrés à Conakry et dans certaines stations synoptiques guinéennes.

Points à aborder

Dans le cadre de ce cours, nous allons aborder les points suivants :

- *La variabilité saisonnière* des précipitations, nous permet de comprendre les débuts et fins de pluies et d'identifier les mois les plus pluvieux dans les différentes stations synoptiques de Guinée (Kanté et al., 2020).
- *L'eau précipitable* est le contenu intégré en vapeur d'eau d'une colonne d'atmosphère (Duvel et al., 2009). Elle peut se calculer aussi en intégrant l'humidité spécifique (q) sur la colonne verticale, c'est de cette façon que nous procédons dans ce cours. Nous la calculons à différents niveaux de l'atmosphère, car les maxima d'eau précipitable marquent le potentiel le plus pluvieux, soit l'emplacement de la ZCIT (Zone de Convergence Inter-Tropicale).
- *La divergence du flux d'humidité* dont le calcul est fait à trois niveaux (1000 – 850hPa, 850 – 500 hPa, 500 – 100 hPa) de l'atmosphère considérés pour notre cours. Les résultats de son calcul donnent deux signes: positif (divergence) et négatif (convergence). Ce paramètre permet de déterminer les zones où les flux sont divergents (subsidence) ou convergents (convection ou advection) (Boudevillain et al., 2009). C'est-à-dire qu'il indique où l'humidité a tendance à s'accumuler ou à se raréfier. La divergence et la convergence du flux d'humidité peuvent être interprétés respectivement comme source et puits d'humidité (Meynadier et al., 2010).
- *Le transport du flux d'humidité* permet d'indiquer la direction d'où viennent les flux. Sur le continent il joue un rôle important dans le déclenchement de la convection (Dione et al., 2013). Il est un des facteurs déterminants qui expliquent la formation des zones de convection profonde sur le continent pendant la période de début de la saison pluvieuse, où l'évaporation du sol est presque nulle.

Travaux Pratiques (TP)

Ils se feront focaliser sur ses différents points avec les participants sous l'Excel pour les uns et Matlab pour les autres.

IV. 14 Cours de Piou Dobo Guilavogui

[guilaopiou0@gmail.com] 1 cours 1h30

Indicateurs des changements Spatio-Temporels dans la pluviométrie de la Guinée Forestière

- **Généralités sur les indicateurs pluviométriques**
 - o Définition
 - o Variables climatiques/météorologiques

- Indices climatiques/météorologiques
- **Indicateurs des changements spatio-temporels dans la pluviométrie**
 - Matériels
 - Résultats

Objectif général :

L'objectif général de cette étude est d'analyser les régimes pluviométriques afin d'identifier l'évolution des indicateurs relatifs aux évènements hydroclimatiques extrêmes en Guinée Forestière.

Spécifiquement, il revient de :

- Faire l'état de connaissance faisant la mention des travaux sur la variabilité hydro climatique et la situation géographique de la zone d'étude ;
- Identifier l'évolution des évènements hydro climatiques extrêmes en Guinée Forestière ;
- Faire une analyse fréquentielle des évènements hydro climatiques extrêmes.

IV.15 Cours de Geoffroy Ibiassi Mahoungou

[triompheom7@gmail.com] Cours 1h30, TP : 3h

Variabilité interne et externe du climat/ changements climatiques

Cours 1 : Concepts fondamentaux de la variabilité climatique, extrêmes climatiques, changements climatiques

- Concepts fondamentaux de la variabilité climatique
- Concepts extrêmes climatiques
- Concepts changements climatiques

Cours 2 : Méthodes d'analyses de la variabilité climatique, extrêmes climatiques, changements climatiques.

- Méthodes d'analyses de la variabilité climatique,
- Méthodes d'analyse des extrêmes climatiques,
- Méthodes d'analyse des changements climatiques.

Cours 3 : Méthodes d'analyse des impacts climatiques, des vulnérabilités climatiques et des risques climatiques sectoriels

- Méthodes d'analyse des impacts climatiques sectoriels ;
- Méthodes d'analyse des vulnérabilités climatiques sectorielles ;
- Méthodes d'analyse des risques climatiques sectoriels.

TP (3h) : Analyse de la variabilité interne du climat

TP1 : Mise en place des bases des données des paramètres climatiques multi-échelles spatio-temporelles

- Mise en place des bases des données des paramètres climatiques multi- échelles spatio-temporelles
- Questions interactives

TP2 : Analyse de la variabilité spatio-temporelle du climat à multi-échelles

- Analyse de la variabilité spatio-temporelle du climat à multi-échelles à partir des tests statistiques ;
- Analyse des tendances et modifications spatio-temporelle du climat à multi- échelles à partir des tests statistiques ;
- Questions interactives

IV. 16. Cours de Mohamed Hedi Riahi et Ahmed Ammar 3h (Cours + TP)

[mohamedhedi.riahi@esprit.tn, ammar.ahmed@esprit.tn]

Intelligence artificielle

Qu'est-ce que l'Intelligence Artificielle ?

- Définition de l'Intelligence Artificielle
- Les domaines d'application de l'IA

Machine Learning

Définition et principes du Machine Learning

Types de Machine Learning

- Apprentissage supervisé
- Apprentissage non supervisé
- Apprentissage par renforcement

Principaux algorithmes

- Régressions
- Arbres de décision
- k-Nearest Neighbors (KNN)

Cas d'usage et applications du Machine Learning

Deep Learning

Introduction au Deep Learning et aux réseaux de neurones

Types de réseaux de neurones

- Architecture d'un ANN
- Architecture d'un Generative Adversarial Network (GAN)
- Réseaux convolutionnels (CNN)
- Réseaux récurrents (RNN)

Machine Learning VS Deep learning

Plan du TP

- Dataset : Présentation du jeu de données météorologiques de Seattle
 - Chargement des données
 - Description statistique
 - Matrice de corrélation
 - Scatter Plot
 - Prétraitement des données
 - Division du dataset en train et test
- Apprentissage supervisé : Applications des modèles de classification
 - Modèle 1 : K-Nearest Neighbors (KNN)*
 - Modèle 2 : Arbre de Décision*

V. CALENDRIER SEMAINE 1

<u>Horaire</u>	<u>Lundi 14</u>	<u>Mardi 15</u>	<u>Mercredi 16</u>	<u>Jeudi 17</u>	<u>Vendredi 18</u>	<u>Samedi 19</u>
09h 9h45		Soleil Jean-Louis	Magnétosphère Cours Olivier	Magnétosphère TP Olivier	Magnétisme Interne Pierdavide	Ionosphère aurorale Frédéric
9h45 10h30	Ouverture	Soleil Jean-Louis	Magnétosphère Cours Olivier	Magnétosphère TP Olivier	Magnétisme Interne Pierdavide	Ionosphère aurorale Frédéric
10h30 11h	pause	pause	pause	pause	pause	pause
11h 11h45	Intro : 4 dynamos Christine	Magnétosphère Olivier	TP Soleil Jean-Louis	Réflexion sur la science, Frédéric	Magnétisme Externe, Christine	TP CDDP Frédéric
11h45 12h30	Intro : 4 dynamos Christine	Magnétosphère Olivier	TP Soleil Jean-Louis	Réflexion sur la science Frédéric	Magnétisme Externe Christine	TP CDDP Frédéric
12h30 14h	repas	repas	repas	repas	repas	repas
14h 14h45	Géomagnétisme Jean-Louis	TP Soleil Jean-Louis	Attente du bus	Fontaine Equatoriale Christine	Initiation à l'IA Ahmed & Hedi	Visite guidée du port autonome de Conakry
14h45 15h30	Géomagnétisme Jean-Louis	TP Soleil Jean-Louis	Visite de l'Agence de Météorologie Diner Gala	Ionosphère GPS Rolland	Initiation à l'IA Ahmed & Hedi	
15h30 16h	pause	pause		pause	pause	
16h 16h45	Soleil Jean-Louis	Magnétosphère TP Olivier		TP Frédéric CDDP	Initiation à l'IA Ahmed & Hedi	
16h45 17h30	Soleil Jean-Louis	Magnétosphère TP Olivier		TP Frédéric CDDP	Initiation à l'IA Ahmed & Hedi	
<u>17h30</u> <u>18h00</u>				<u>Session Poster</u>	<u>Session Poster</u>	

SEMAINE 2

<u>Horaire</u>	<u>Lundi 21</u>	<u>Mardi 22</u>	<u>Mercredi 23</u>	<u>Jeudi 24</u>	<u>Vendredi 25</u>
9h 9h45	Couplage haute et basse latitude Zaka	Etude données Ionosphériques au Vietnam Minh	Piou Dobo Guilavogui Indicateur des changements spatio temporel	Dynamique des précipitations en Guinée Kante	Atmosphère TP - Pétronille
9h45 10h30	Couplage haute et basse latitude Zaka	Etude données Magnétiques au Vietnam Minh	dans la pluviométrie en Guinée forestière	Dynamique des précipitations en Guinée Kante	Atmosphère TP - Pétronille
10h30 11h	pause	pause		pause	pause
11h 11h45	Electrodynamique Equateur - Franck	Ionosphère TP GPS Rolland	Atmosphère cours Climat Geoffroy	Atmosphère Pétronille	
11h45 12h30	Electrodynamique Equateur - Franck	Ionosphere TP GPS Rolland	Atmosphère Cours Climat Geoffroy	Atmosphère Pétronille	
12h30 14h	repas	repas	repas	repas	repas
14h- 14h45	GNSS au Vietnam Minh	SIG El Youssoufi	Atmosphère Climat TP étudiants Geoffroy	Atmosphère Climat TP étudiants Geoffroy	Clôture de l'école
14h45 15h30	GNSS au Vietnam Minh	SIG El Youssoufi	Atmosphère Climat TP étudiants Geoffroy	Atmosphère Climat TP étudiants Geoffroy	Clôture de l'école
15h30 16h	pause	pause	pause	pause	pause
16h 16h45	GPS ionosphère TP Rolland	SIG-TP El Youssoufi	GPS Troposphère TP Roland	Electricité atmosphérique René	
16h45 17h30	GPS ionosphere TP Rolland	SIG-TP El Youssoufi	GPS Troposphère TP Roland	Electricité atmosph. René	
<u>17h30</u> <u>18h00</u>	<u>Session poster</u>	<u>Session poster</u>	<u>Session poster</u>	<u>Session poster</u>	

VI LES PARTICIPANTS et leurs présentations

VI. 1 Tableau des participants non Guinéens

21 participants de 12 pays différents ont participé à cette école de Météorologie de l'Espece.

Pays du participant	Affiliation et Nom	e.mail
Algérie	IPGP OUAR Ines Dahlia,	ouar@ipgp.fr
Bénin	Université Nationale (UNSTIM) TOKPANOUE Judicaël AWADJO Samson	tokpanoudejudaël@gmail.com samsonawadjo2@gmail.com
Burkina Faso	Université Norbert ZONGO OUBDA Edouard OUATTARA Sié Alexandre TRAORE Ibrahim, Université Nazi BONI KI Issamaïl	edouardoubda97@gmail.com nsi828130@gmail.com ibrahimsietraore2205@gmail.com smael.ki226@gmail.com
Cameroun	Université de Yaounde TCHANA Christian Brice,	tchana.christianbrice@yahoo.fr tchana.christianbrice@yahoo.fr
Côte d'Ivoire	Université Houphouët Boigny KPLE NGORAN Paul	ngoranpaulkple89@gmail.com
Pakistan	Sorbonne Université AL QEEQ Soboh	soboh.alqeeq@lpp.polytechnique.fr
République Congo	Université Marien Ngouabi BOUNGOU POATY Jocelyn Franck- Patient MANIAKA Fred William DZIENGUE Martial	Jocelynfranck67@gmail.com fmaniaka@gmail.com dzienguemartial@gmail.com
République démocratique Congo	Université de Kinshasa ISSA NDEKE Blandine NSIMBA MASUNDA Jean-Claude	blandinendeke9@gmail.com jcnsimba1967@gmail.com
Sénégal	Université Iba Der Thiam, Thies NDAO Amath DOUMBIA Haby,	amath.ndao@univ-thies.sn haby.doumbia@univ-thies.sn
Tchad	Université de N'djamena ALI Mahamat Nour, RAKSEUNBE Miscal Keumo,	nouralimht@yahoo.fr rmiskalkeumo@gmail.com
Togo	CRASTE-LF KOUTOUMBOGA Bakota,	koutoumbogajules@gmail.com
Tunisie	Faculté des Sciences de Tunis RIAHI Mohamed Hedi,	mohamedhedi.riahi@esprit.tn

VI.2 Tableau des 17 participants Guinéens

Prénoms et noms	Institutions	Domaines	E-mail
Amadou Oury SOW	UZ	Météo	asow21000@gmail.com
Gbaya 2 KPOGHOMOU	ANM	Météo	gbaya2kpoghomou.9@gmail.com
Ouo Ouou 1 KOLIE	ANM	Météo	ouououokobelak@gmail.com
Seydouba SOUMAH	ANM	Météo	soumahseydouba10@gmail.com
Aminata Sylla	ANM	Météo	aminatasylla013ata@gmail.com
Abdoulaye SIDIBE	UZ	Météo	abdoulaye.sidibe.199536@gmail.com
Manamba BERETE	UZ	Météo	manambaberet55@gmail.com
Pauline HABA	UZ	Météo	pauline6@gmail.com
Abdoul Karim Bah	ANM	Météo	karimbah009@gmail.com
Aboubacar Bailo SOW	CERESCOR	Physique	sowboubacarbailo@yahoo.fr
Tamba Bernard LENO	UGANC	Physique	bernard.tambaleno224@gmail.com
Mamadou Alpha DIALLO	DNMM	Physique	alphacat@gmail.com
Aboubacar CAMARA	DNMM	Marine M.	Khissabou36@gmail.com
Marcel KOUROUMA	UGLC S	Géographie	marcelkourouma7@gmail.com
Vone BEAVOGUI	UJNK	Physique	Vonebeavo75@gmail.com
Mariama BAH	IST Mamou	Physique	m.mariama45@gmail.com
Koumba Hawa TINGUIANO	UZ	Météo	gracekoumbahawateinguiano@gmail.com

VI. 3 19 présentations des participants

Prénom et Nom	Etablissement	Pays	Titre
Amath NDAO	Université Iba Der Thiam de Thiès -	Sénégal	Climatologie des irrégularités de plasma à Dakar : étude à partir de l'indice ROTI et des variations du champ magnétique terrestre.
Idrissa GAYE	Université Iba Der Thiam de Thiès -	Sénégal	Les activités STP (Solar Terrestrial Physics) au Sénégal (Météorologie de l'espace et GNSS)
Ines Dahlia OUAR O	UPC/IPGP	Algérie France	Création d'un modèle empirique des perturbations ionosphériques itinérantes générées par différents phénomènes géophysiques
Edouard OUBDA	Université Norbert ZONGO	Burkina Faso	Étude de la scintillation ionosphérique équatoriale à partir de la station GPS de Koudougou
Marcel KOUROUMA	Université Général Lansana	Guinée	Pratiques d'adaptation/Résilience des populations riveraines des plaines Kobaya face aux effets du changement climatique
Fred William MANIAKA	Université Marien NGOUABI	Congo Brazzaville	L'estimation du bilan d'énergie et le stock d'énergie à Brazzaville à partir des images Landsat
N'goran Paul KPLE	Université Félix Houphouët Boigny	Côte d'Ivoire	Conception d'un système Low-cost GNSS pour l'aviation civile en Côte d'Ivoire
Issamaïl KI	Université Nazi BONI	Burkina Faso	Turbulences dans le vent solaire, particules solaires énergétiques et dynamique de la magnétosphère
Mariama BAH	Institut Supérieur de Technologie de Mamou	Guinée	Evolutions des paramètres électriques des deux modules solaires PV (polycristalin et mono cryatalin) en fonction des paramètres météorologiques
Judicaël TOKPANOUE	UNSTIM	Bénin	Analyse fractale de la vitesse du vent solaire à différentes échelles temporelles
Abdoul Karim BAH	ANM	Guinée	Impact des changements climatiques sur la culture du riz pluvial et les stratégies d'adaptation en Guinée, Cas de la Basse Guinée
Vonè BEAVOGUI	Université Julius Nyerere de KANKAN	Guinée	Etude de la production du charbon écologique à partir des déchets agricoles : (tiges, rafles, spathes) de maïs ; (coks et tige) d'arachide dans la commune.
Tamba Bernard LENO	Université Gamal abdel Nasser	Guinée	Impacts du changement climatique sur le climat de la République de Guinée
Haby DOUMBIA	Université Iba Der Thiam de Thiès	Sénégal	Établissement et validation d'un modèle régional de TEC au-dessus de l'Afrique
Franges Martial DZIENGUE-	Université MARIEN NGOUABI	Congo Brazzaville	Changements climatiques, vulnérabilités et mesures d'adaptations actuelles et futures de la zone touristique du Département de Brazzaville de 1991 à 2080
Ibrahim TRAORE	Université Norbert Zongo	Burkina Faso	De l'utilisation du réseau GNSS du Burkina Faso appliqué à la météorologie de l'espace. Comparaison avec les données spatiales
Boubacar bailo SOW	CERESCOR	Guinée	Évaluation de la pollution par quelques métaux lourds de l'eau et des sédiments dans l'estuaire de Tinguilinta(Rio nunez) Boke République de Guinée.
Sié Alexandre Ni. OUATTARA	Université Norbert ZONGO	Burkina Faso	Analyse critique de la prédication des événements solaires par le diagramme pixels.
Jocelyn- Franck- Patient BOUNGOU POATY	Université Marien NGOUABI	Congo Brazzaville	Estimation des perturbations de l'activité ionosphérique dues aux paramètres solaires sur les télécommunications

VII. BUDGET et FINANCEMENT

VII. 1 Budget local pris en charge par la Guinée

N°	DESIGNATION	MONTANT GNF
1	Organisation du Diner Gala au chapiteau by issa	58 800 000
2	Frais de l'Hôtel ONOMO pour les étrangers	568 720 000
3	Frais d'excursion	5 300 000
4	Frais d'hôtel pour les locaux	98 161 000
5	Location bus	21 600 000
6	Restauration pour 12 jours	456 000 000
7	Frais de boisson (eau)	4 230 000
8	Les Bons	2 000 000
9	Frais location de la salle ONOMO pour un jour	4 600 000
10	Carburant pour le bus et les petites voitures pour les courses	5 020 000
11	Frais de confection des supports de communication et autres	147 060 000
12	Frais installation des micros	1 390 000
13	RTG	4 500 000
14	Frais de boisson pour la journée du dîner Gala	2 000 000
15	Frais de sécurité	5 000 000
16	Frais de régularisation des Visa	2 500 000
17	Frais d'Achat équipements Audiovisuel	3 900 000
18	Frais d'Entretien de la salle de formation à GAMAL	4 000 000
19	Menu dépenses du président du comité d'organisation	1 730 000
20	Frais d'Achat des Rallonges pour la salle de formation	2 500 000
21	Frais d'Accoutrement des filles d'Accueils	3 000 000
22	Transport pour Afficher les Banderole, identifier les lieux du diner Gala	450 000
23	Frais d'Achat des cadeaux	6 000 000
24	Frais de transport des Etudiants	18 700 000
25	Frais de communication	300 000
26	Frais de réparation appareil pour la couverture	800 000
27	Frais liés à l'accueil le transport des étrangers à l'aéroport	1 350 000
28	Internet	61 000 000
	TOTAL GENERAL	1 490 611 000 163 840€

VII. 2 Budget concernant les billets d'avion

Les billets pour étudiants sont pris en charge par différentes organisations (PNST, CNRS, SCOSTEP, ICG, Université de Thiès, Université de Tunis).

Sponsor	Somme allouée	Billets payés
CNRS	30 000€	22 billets étudiants 1 billet AR Paris Conakry 2 billets AR Dakar Conakry 3 billets AR Brazzaville Conakry 1 billet AR Tunis Conakry 2 billets AR Kinshasa Conakry 2 billet AR Cotonou Conakry 2 billets AR Alger Conakry 2 billets AR D'jamena Conakry 1 billet AR Conakry 1 billet AR Yaounde Conakry 4 billets AR Ouagadougou Conakry 1 billet AR Abidjan Conakry 2 billets professeurs Ouagadougou Conakry
LPP	1810€	2 billets AR Paris Conakry
SCOSTEP	5000USD ~ 4665€	2 billets AR Alger Conakry 1 billet AR Hanoï Conakry 2 billets AR Abidjan Conakry
PNST	3200€	1 billet AR Brest Paris Conakry 1 billet Toulouse Paris Conakry
ICG	~2600€	1 billet AR Paris Conakry 1 billet AR Rabat Conakry
Université de Thiès	370€	1 billet AR Dakar Conakry
IPGP	905€	1 billet AR Paris Conakry
ESPRIT, Tunisie	754€	1 billet AR Tunis Conakry
total	44 299€	

VIII. RETOMBEES et PERSPECTIVES

Les écoles IMAOC permettent de réunir des scientifiques et des étudiants de la région francophone d'Afrique. Et ainsi d'avoir des chercheurs pour analyser les données des instruments mis dans les différents pays.

1) **Contact avec des scientifiques du Sénégal et du Cameroun pour renforcer la collaboration scientifique autour de deux nouveaux observatoires magnétiques de l'IPGP avec des stages de formation à l'IPGP.**

- **Sénégal:** suite à la fermeture de l'observatoire de M'bour en 2020, les magnétomètres ont été installés près du village de Sop, arrondissement de Niakhar. C'est le seul observatoire de ce type en Afrique de l'Ouest. L'accès aux données est public et constitue une suite des données de M'bour (1952-2020). Après cette école le contact avec l'université de Thiès a été établi pour des collaborations scientifiques.

- **Cameroun:** un nouvel observatoire magnétique a été implanté fin 2017 sur le site du CTBTO à Édéa. Ces données sont en accès public. Un étudiant de l'université de Yaoundé sera formé pour les exploiter scientifiquement.

2) **Contact avec des scientifiques du Sénégal et de la Côte d'Ivoire pour implanter des stations GNSS offertes par Thalès**

Les 2 scintillateurs sont offerts par TAS dans le cadre d'une maîtrise d'œuvre de la phase 2 de l'implantation du réseau sol d'ANGA ('Augmented Navigation for Africa'). Le choix des 2 sites est dicté par plusieurs impératifs:

- **Sénégal:** la station IGS existante de Dakar a été fermée fin 2020 après plusieurs années de fonctionnement et n'a pas été remplacée. L'Université de Thiès encadre déjà plusieurs masters et thésards sur le GNSS et la Météorologie de l'Espace. Ce choix renforcera la compétence de l'équipe et les collaborations avec les pays environnants.

- **Côte d'Ivoire:** le pays possède une station IGS à Yamoussoukro sous la supervision de la NASA. Le récepteur apporte des mesures supplémentaires sur les paramètres de la scintillation ionosphérique. Il sera installé à Korhogo proche de la crête nord de l'anomalie équatoriale avec la présence de fortes scintillations.

3) **C'est la première fois que des scientifiques du Tchad de Guinée et du Togo participent à une école IMAOC**

- **Tchad :** formation d'une équipe en météorologie de l'Espace avec le professeur **ALI Mahamat Nour** qui sera désormais le coordinateur ISWI pour le Tchad

- **Guinée :** possibilité de 2 bourses en co-tutelle sont proposées par l'ambassade de France
Il est sollicité de déployer des stations GNSS près des stations météo à travers le territoire guinéen afin de pouvoir affiner les modélisations climatiques de la vapeur d'eau troposphérique.

- **Togo:** un Master en Physique avec option Sciences de l'Espace est nécessaire pour l'étudiant impliqué

4) **Coopérations bilatérales en cours**

Burkina Faso (Jean-Louis Zerbo) – Bénin (Judicaël TOKPANOUE), Thème : *Etude du vent solaire*
Burkina Faso (Jean-Louis Zerbo) – République du Congo (Jocelyn Franck Patient Boungou Poaty):
Thème: *Estimation des perturbations de l'activité ionosphérique dues aux paramètres solaires : impacts sur les télécommunications.*

Vietnam (Le Huy Minh) – Burkina Faso (Tinle Pahima), Thème : Traitement des données GNSS
France (Frédéric Pitout) – Burkina Faso (Ibrahim Traore), Thème : *"De l'utilisation du réseau GPS du Burkina Faso appliqué à la météorologie de l'espace.Comparaison avec des données spatiales"*
France (Rolland Fleury Christine Amory-Mazaudier) – Sénégal (Amath Ndao), Thème : *Etude des irrégularités du plasma ionosphérique à Dakar avec l'indice ROTI*
France (Olivier Le Contel)- République du Congo (Jocelyn franck Patient Boungou Poaty),Thème *collaboration sur les thématiques de Relation Soleil-Terre et météorologie de l'espace.*
France (Rolland Fleury) – Sénégal (Penda Guyede),Thème : *Etude de la morphologie de l'Anomalie Equatoriale de l'ionosphère (EIA) à la longitude du Sénégal à l'aide de la cartographie journalière GIM/CODG de TEC vertical.*
France (Rolland Fleury) – Burkina Faso (Estelle Valérie Tapsoba),Thème : *Étude sur la détection automatisée des bulles de plasma équatoriales EPB*
France (Rolland Fleury) – Sénégal (Haby Doumbia),Thème : *Établissement et validation d'un model régional de TEC au-dessus de l'Afrique de l'Ouest*

Chaque étudiant a un directeur dans son pays associé au co-encadrant étranger.

5) **Master en Physique avec option physique de l'Espace en création au Burkina Faso** par Frédéric Ouattara avec Rolland Fleury et Christine Amory-Mazaudier

La prochaine école IMAOC 7 se déroulera en Tunisie en 2026 elle sera organisée à l'école d'ingénieurs **ESPRIT, Tunis, Tunisie (1 semaine)** par **AMMAR Ahmed** ammar.ahmed@esprit.tn et **RIAHI Mohamed Hedi** mohamedhedi.riahi@esprit.tn



IX ATTESTATIONS



ATTESTATION

Le comité scientifique de la 6^{ème} édition de l'Ecole Internationale de la Météorologie de l'Espace ISWI - Maghreb Afrique de l'Ouest et Centrale (IMAOC) organisée par le Ministère des Transports - Agence Nationale de la Météorologie de la **Guinée**, du 14 au 25 Octobre 2024 à l'Université Gamal Abdel Nasser de Conakry (UGANC), atteste que :

Monsieur **Franges Martial DZIENGUE**
A fait une **Communication Orale** sur le sujet :
« **Changements climatiques, vulnérabilités et mesures d'adaptations actuelles et futures de la zone touristique du Département de Brazzaville de 1991 à 2080** »

La présente attestation est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Fait à Conakry, le 25 octobre 2024

Directeur de l'Agence Nationale de la Météorologie de la Guinée Dr René Tato LOUA  	Présidente du Comité Scientifique de IMAOC - 2024 Pr Christine Amory MAZAUDIER 
--	--



ATTESTATION

Le comité scientifique de la 6^{ème} édition de l'Ecole Internationale de la Météorologie de l'Espace ISWI - Maghreb Afrique de l'Ouest et Centrale (IMAOC) organisée par le Ministère des Transports - Agence Nationale de la Météorologie de la **Guinée**, du 14 au 25 Octobre 2024 à l'Université Gamal Abdel Nasser de Conakry (UGANC), atteste que :

Monsieur **Ahmed AMMAR**

A participé activement en qualité de **Formateur** aux enseignements, consacrés aux thèmes suivants :
« **Soleil, Relations Soleil Terre, Magnétosphère, Magnétisme, Ionosphère, Basse atmosphère, GNSS, Système d'Information Géographique et Intelligence Artificielle.** »

La présente attestation est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Fait à Conakry, le 25 octobre 2024

Directeur de l'Agence Nationale de la Météorologie de la Guinée Dr René Tato LOUA  	Présidente du Comité Scientifique de IMAOC - 2024 Pr Christine Amory MAZAUDIER 
---	--

X. LOGISTIQUE - PHOTOS



Cérémonie d'ouverture



Affiche de l'école

Monsieur **Ousmane Gaoual DIALLO**, Ministre des Transports, Porte-Parole du Gouvernement de la République de Guinée

Monsieur **Alpha Bacar BARRY**, Ministre de l'Enseignement Supérieur de la Recherche Scientifique et de l'Innovation de la République de Guinée,



Professeurs

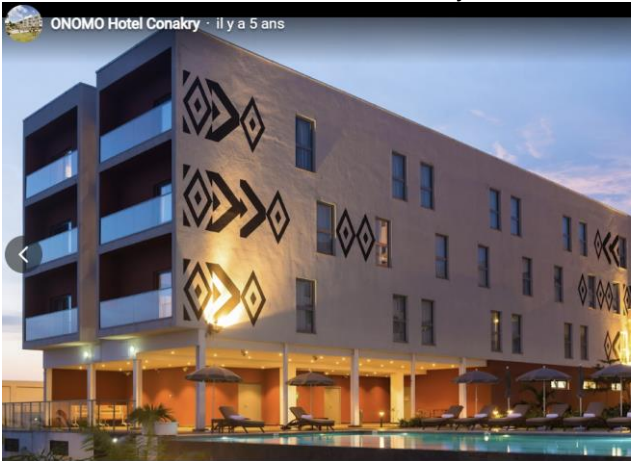
LE Huy Minh (Vietnam)
FLEURY Rolland (France)
ZERBO Jean-Louis (Burkina Faso)
KOMENAN ZAKA (Côte d'Ivoire)



Professeurs

René Tato LOUA (Guinée)
Olivier LE CONTEL (France)
Pierdavide COISSON (France)
Idrissa GAYE (Sénégal)

Hotel OMONO à Conakry



Buffet du petit déjeuner



Repas de midi sur le site de l'école

Traiteur



Transport par autocar à l'école (5 à 10 minutes)



XII. MEDIAS

N°	Médias	liens
1	RTG	https://youtu.be/GrkxDEOdyww
2	Mediaguinee.com	https://mediaguinee.com/2024/10/meteorologie-de-lespace-conakry-accueille-la-6eme-edition-de-lecole-internationale/
3	Africaguinee.com	https://www.africaguinee.com/meteorologie-climatatmosphere-la-guinee-abrite-une-rencontre-scientifique-majeure-qui-reunit-17-pays/
4	Infopremiere.com	https://infospremieres.com/la-guinee-accueille-la-6eme-edition-de-lecole-internationale-de-la-meteorologie-de-lespace/
5	Kaback TV	https://www.facebook.com/share/v/4QT439V2eaqbxq2s/?mibextid=oFDknk
6	Flashguinee.infos	https://flashguinee.info/meteorologie-de-lespace-sommet-international-des-scientifiques-a-conakry/
7	DIG (Direction de l'information du gouvernement)	https://www.facebook.com/share/v/mgHbX7vP19YvjT1V/
8	Média Afrique infos	https://www.linkedin.com/posts/alpha-oumar-diallo-092041128_alertes-et-gestion-des-catastrophes-naturelles-activity-7252271573410140160-Gxse?utm_source=share&utm_medium=member_desktop
8	First Tv	https://youtu.be/A4ItBvQuhOU?si=nFzYK-MVXjUmu6ic