



Présentation de TRAORE Ibrahim Doctorant 2 IMAOC-6-CONAKRY 2024

Contact: ibrahimsietraore2205@gmail.com

Tel: +22571052333

UNIVERSITE NORBERT ZONGO

Ecole Doctorale Sciences et Technologies

**Laboratoire de Chimie Analytique de Physique
Spatiale et Énergétique (L@CAPSE)**



BURKINA FASO

Unité-Progrès-Justice

Thèse de doctorat (Deuxième année) unique de météorologie de l'espace

Thème:

**De l'utilisation du réseau GNSS du Burkina Faso appliqué à la
météorologie de l'espace . Comparaison avec des données spatiales**

Rédiger par: TRAORE Ibrahim

Sous la direction de:

**Dr Christian ZOUNDI, Maître de Conférences en
Géophysique Externe à l'Université Norbert Zongo**

Co-direction de

**Dr Frédéric PITOUT, Astronaute Adjoint à l'Institut
de Recherche en Astrophysique et Planétologie de
l'Université Paul SABATIER Toulouse III,**

Année universitaire 2023-2024

I. Introduction(Contexte- problématique -objectifs)

II. Présentation du Réseau CORS-BF

III.Présentation de la mission Swarm

IV. Données utilisées

V. Résultats (actuels)

Dans le système Soleil-Terre, l'ionosphère est couplée avec l'atmosphère neutre et la magnétosphère. Plusieurs études sont menées pour appréhender les phénomènes et les événements qui régissent et perturbent le système Soleil-Terre. On peut noter l'intensification des études sur l'ionosphère depuis l'Année Héliophysique Internationale (AHI) (février 2007 à février 2009) avec l'installation de magnétomètres, et de stations GPS un peu partout dans le monde et en particulier en Afrique.

Le déploiement de réseaux d'instruments de mesure sur l'Afrique s'est poursuivi avec le projet « International Space Weather Initiative (ISWI, 2010-2012) ».

Le GPS, outre son importance dans la localisation spatiale et temporelle s'est révélé être un outil adéquat pour l'étude de l'ionosphère par la mesure du contenu total en électrons (TEC en anglais pour total electrons content). Le contenu total en électrons est la densité électronique intégrée le long du parcours du signal GPS, du satellite au récepteur.

Notre sujet de thèse « De l'utilisation du réseau GPS du Burkina Faso appliqué à la météorologie de l'espace. Comparaison avec des données spatiales » est pertinent et d'actualité. Il nous permettra de contribuer aux efforts de compréhension de l'ionosphère équatoriale de manière générale en mettant en évidence les spécificités de l'ionosphère au-dessus du Burkina Faso. Toute chose qui pourrait entraîner, entre autres, une meilleure gestion des communications, une meilleure vulgarisation de l'usage du GPS (positionnement, repérage...).



Les conséquences de l'activité solaire sur l'environnement terrestre montrent toute la nécessité de chercher à comprendre et prévoir l'état du Soleil. La météorologie de l'espace, discipline jeune s'inscrit dans cette optique et est en pleine expansion. Le Burkina Faso avec ses récepteurs GPS (son réseau local) doit se mêler aux efforts de recherche afin de contribuer à développer un système d'alerte de protection aux services du développement.

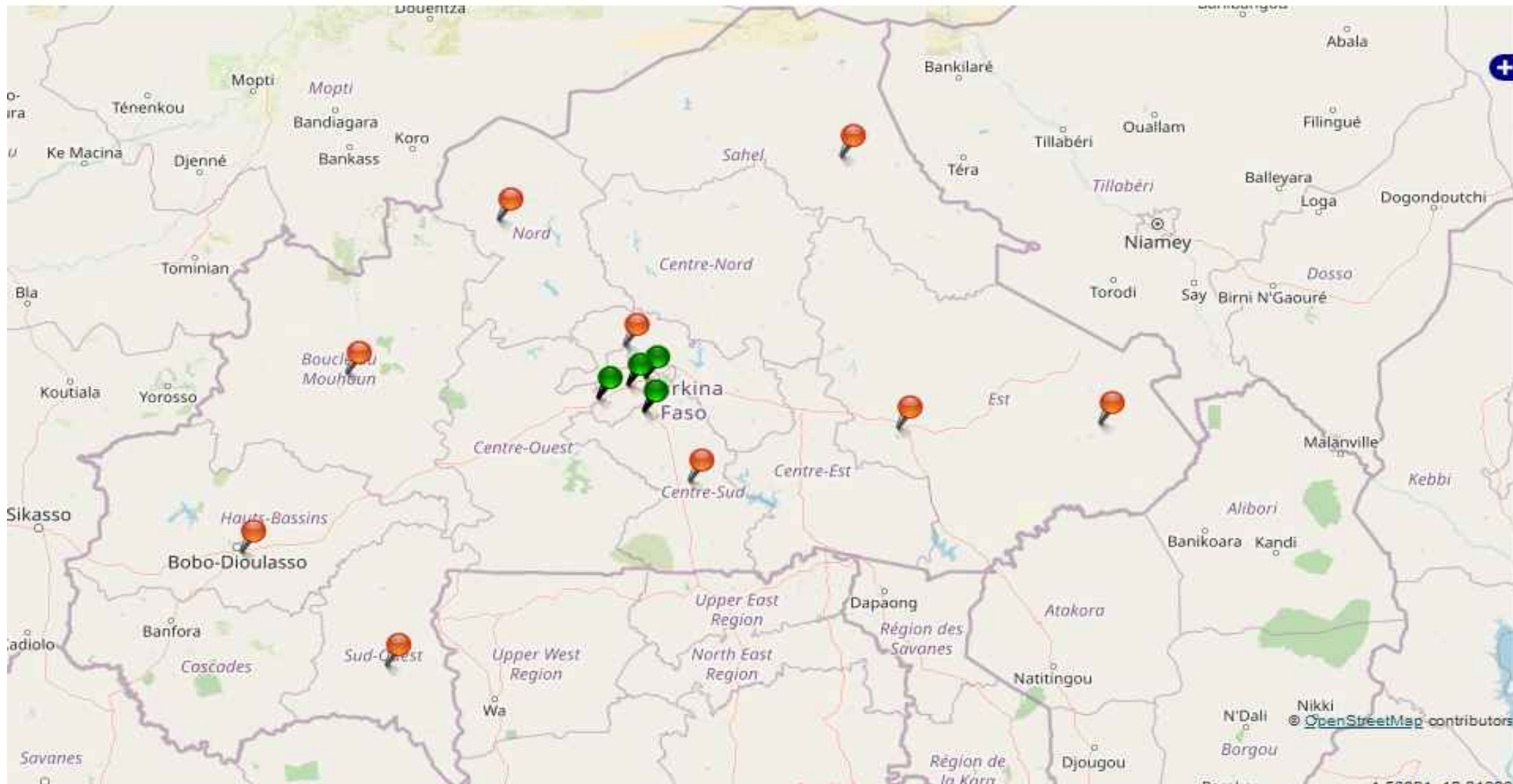
Spécifiquement on pourra contribuer à mieux comprendre le gradient du TEC le long de l'ionosphère.

Depuis 2011, le Burkina Faso a mis en service, un réseau de neuf (09) Stations GNSS permanentes (GNSS-CORS, Global Navigation Satellite System/Continuously Operating Reference Station) dénommé « Réseau BF-CORS ». En 2018 le réseau a été renforcé avec 4 nouvelles stations.

Les premières missions de ce réseau étaient d'accompagner les acteurs la topographie, du cadastre et de la cartographie du Burkina Faso, ce qui explique la gestion du réseau par l'IGB (Institut Géographique du Burkina) rattachée administrativement au ministère des infrastructures.

De nos jours les données du réseau sont aussi exploitées pour comprendre la dynamique de l'ionosphère équatoriale.

Cartographie du réseau(3/3)



13 capteurs:

BF01
BOBO
DEDG
DIAP
DORI
DPGO
FADA
GAOA
IGBO
KBRI
MANG
OHGY
TGDA

III. Présentation de la mission Swarm (1/3)



Swarm est une missions de l'Agence spatiale européenne (ESA). Elle a pour objectif principal de mesurer le champ magnétique Terrestre. En étudiant les complexités du champ magnétique terrestre, Swarm nous permettra de savoir davantage sur les nombreux processus naturels en lien avec le champ magnétique terrestre, par exemple ceux qui prennent naissance dans les profondeurs

III. Présentation de la mission Swarm(2/3)



de la Terre et qui entraînent la géodynamo et sur la météorologie spatiale découlant de l'activité solaire.

La mission nous aidera également peut être à mieux comprendre les raisons du déplacement du pôle magnétique nord et aussi les raisons de l'affaiblissement du champ magnétique terrestre. Swarm est une constellation de trois satellites swarm A, swarm B et swarm C.

III. Présentation de la mission Swarm(3/3)



Les trois satellites ont été mis en orbite le 22 novembre 2013 par Rockot (un lanceur Russe) Chaque satellite pèse 473 kg.

Chaque satellite a à son sein 6 instruments de mesures dont deux (02) magnétomètres, et un **récepteur GNSS(GPS)**.

SWARM A(Alpha), B(Bravo) et C(Charlie) sont à 462 Km d'altitude et est à 511 Km d'altitude.

Les données (sol) recueilli au niveau des stations ne répondent pas directement aux besoins des météorologues de l'espace.

Le premier chercheur burkinabé qui a utilisé les données du réseau CORS-BF est Mr OUEDRAOGO Pouraogo (Edouard). Il a publié un article « Extraction of ionospheric vertical total electron content(VTEC) using global navigation satellite system-continuously operating reference station (GNSS-CORS)data from station BF01 in Ouagadougou » où montre toute l'algorithme de traitement.

En effet les données sont stockées en format T02 (certainement exploitable directement pour d'autres fins) et pour les besoins de recherches dans le domaine de la météorologie de l'espace il est nécessaire de convertir ces données en format RINEX afin d'extraire les paramètres ionosphériques tel que le TEC.

Pour les données spatiales nous utilisons AMDA(Automated Multi-Dataset Analysis) un outils scientifique de stockage et d'analyses de données de certaines missions spatiales, développé par des chercheurs de l'Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie de l'Université Toulouse 3 Paul Sabatier (IRAP) pour extraction et souvent le traitement.

IV. Les données utilisées(3/3)



Le format T02 du réseau est converti en format Rinex brute via le logiciel [Trimble Business Center \(TBC\)](#).

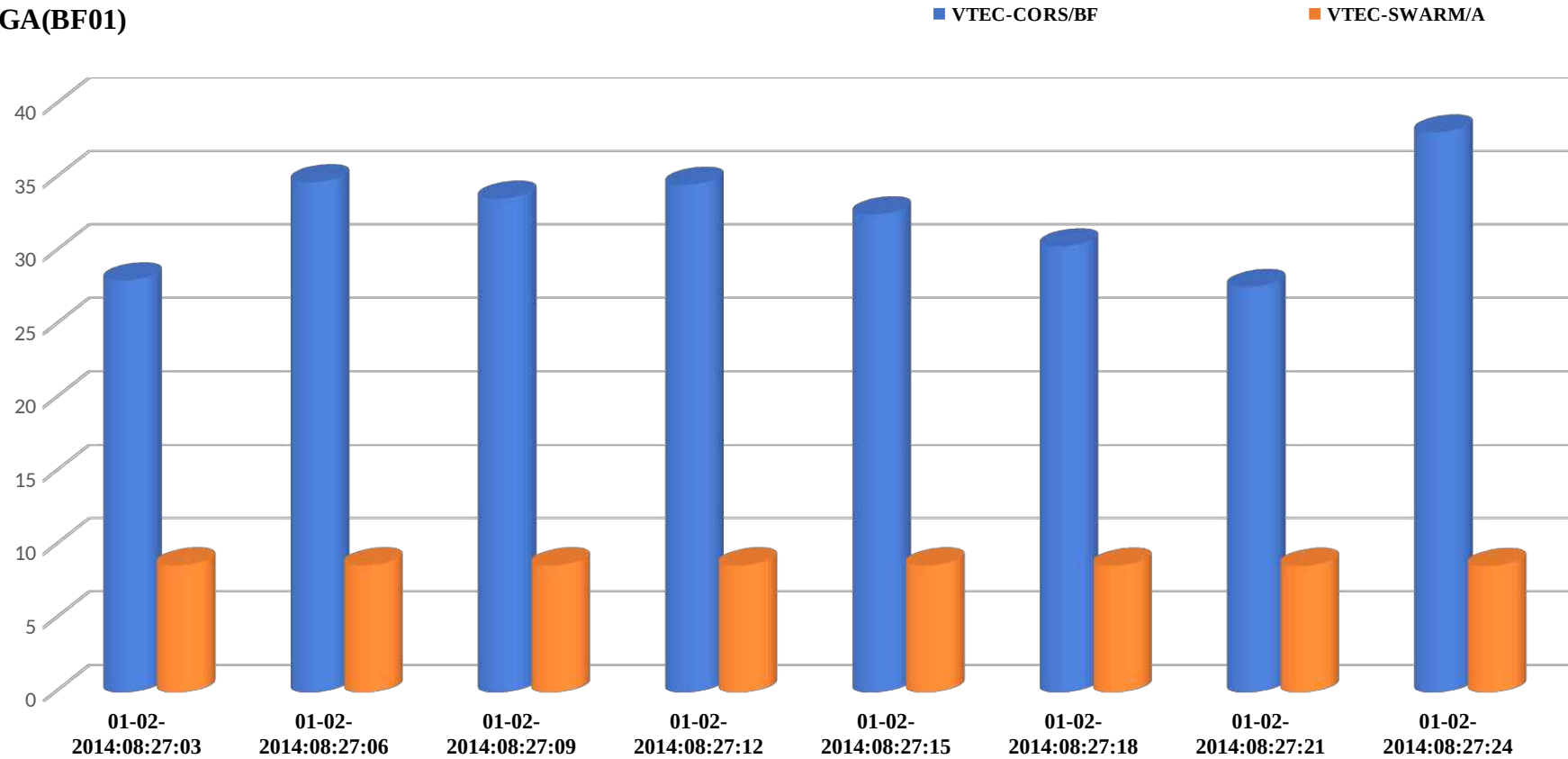
Le Rinex brute est transformé en fichier journaliers en des pas de 30 secondes avec le programme « [cree_filejour_burkina.m](#) » de Rolland Fleury à partir de Matlab , pour avoir des fichiers Rinex appropriées.

A partir de ces fichiers Rinex on extrait le VTEC un autre programme « [tec.notice.m](#) » de Rolland Fleury à partir de Matlab

V. Résultats(1/2)



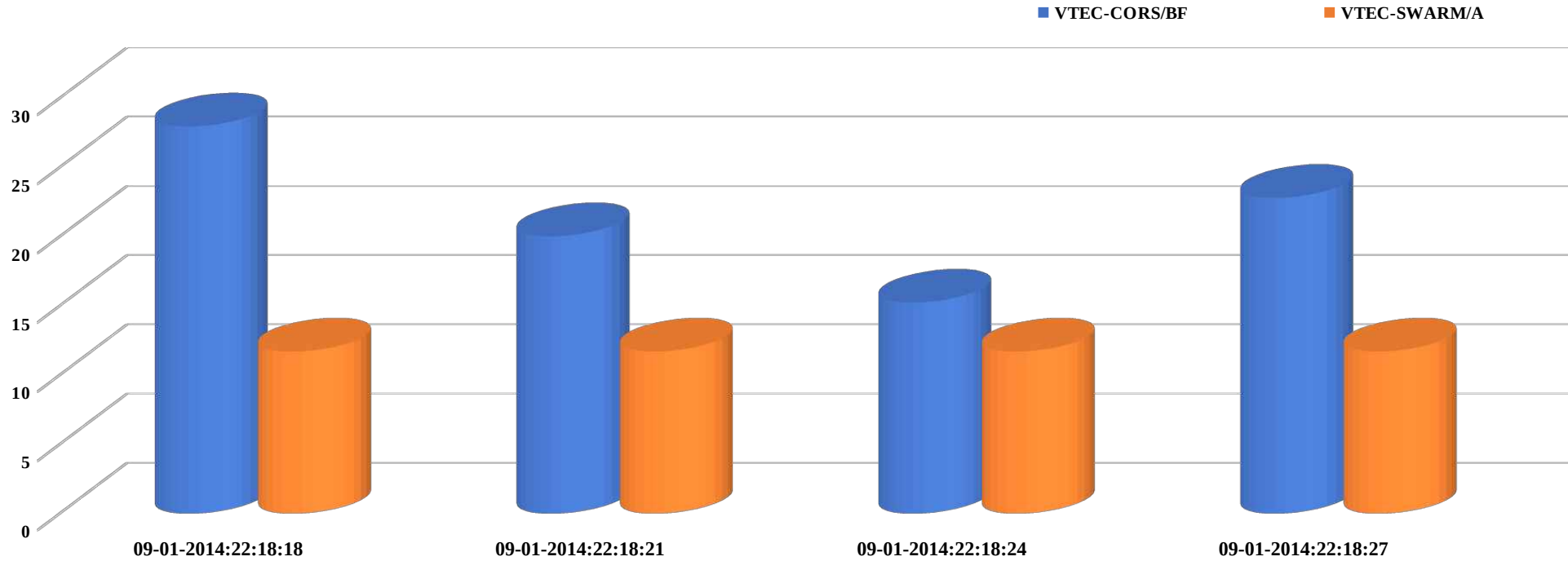
01-02-2014
OUAGA(BF01)



V. Résultats(2/2)



09-01-2014





Je vous remercie