



*Mieux Comprendre l'Espace*

# GéoVision

**Revue du Laboratoire Africain de  
Démographie et des Dynamiques Spatiales**

**Département de Géographie -Université Alassane Ouattara**



**Vol.2, N°003, Décembre 2020      ISSN: 2707-0395**

**République de Côte d'Ivoire**

**BP V18 Bouaké 01**

**Téléphone: (+225) 07 06 91 71/ 03 59 34 32/ 05 05 84 01**

**Courriel: [revuegeovision@gmail.com](mailto:revuegeovision@gmail.com)**

**Site Internet: [www.laboraddys.com](http://www.laboraddys.com)**

**Administration de la revue**

**Directeur de publication :** Dr. MOUSSA Diakité, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

**Rédacteur en chef :** Dr. LOUKOU Alain François, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

**Rédacteur en chef adjoint :** Dr. ZAH Bi Tozan, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

**Secrétariat de rédaction** Dr. LOUKOU Alain François, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr. ZAH Bi Tozan, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr. SORO Nabegue, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr. DIARRASSOUBA Bazoumana, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr. DOHO Bi Tchan André, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr. DJAH Armand Josué, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr. KOFFI Kan Émile, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr. ETTIEN Dadjia Zenobe, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

**Comité scientifique et de lecture**

Pr. BÉCHI Grah Félix, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

PhD : Inocent MOYO, University of Zululand (Afrique du Sud) / Président de la Commission des études africaines de l'Union Géographique Internationale (UGI)

Pr. AFFOU Yapi Simplicie, Université Félix Houphouët Boigny Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire)

Pr. ALOKO N'guessan Jérôme, Université Félix Houphouët Boigny Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire)

Pr. ASSI-KAUDJHIS Joseph P., Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Pr. BIGOT Sylvain, Université Grenoble Alpes (France)

Professor J.A. BINNS, Géographe, University of Otago (Nouvelle-Zélande)

Pr. BOUBOU Aldiouma, Université Gaston Berger (Sénégal)

Pr. BROU Yao Télésphore, Université de La Réunion (La Réunion-France)

Pr. Momar DIONGUE, Université Cheick Anta Diop (Dakar-Sénégal)

Pr. Emmanuel EVENO, Université Toulouse 2 (France)

Pr. KOFFI Brou Émile, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Pr. KONÉ Issiaka, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Pr. Nathalie LEMARCHAND, Université Paris 8 (France)

Pr. Pape SAKHO, Université Cheick Anta Diop, (Dakar-Sénégal)

SOKEMAWU Koudzo Yves, Université de Lomé (Togo)

Dr. Ibrahim SYLLA, MC Université Cheick Anta Diop, (Dakar-Sénégal)

Dr. MOUSSA Diakité, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr. LOUKOU Alain François, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr. VEI Kpan Noel, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr. ZAH Bi Tozan, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Bouaké-Côte d'Ivoire)

Dr. DIOMANDÉ Béh Ibrahim, MC, Université Alassane Ouattara (Bouaké- Côte d'Ivoire)

### Instructions aux auteurs

Dans le souci d'uniformiser la rédaction des communications, les auteurs doivent se référer aux normes du Comité Technique Spécialisé (CTS) de Lettres et Sciences Humaines/CAMES. En effet, le texte doit comporter un titre (Times New Roman, taille 12, Lettres capitales, Gras), les Prénom(s) et NOM de l'auteur ou des auteurs, l'institution d'attache, l'adresse électronique de (des) auteur(s), le résumé en français (250 mots), les mots-clés (cinq), le résumé en anglais (du même volume), les keywords (même nombre que les mots-clés). Le résumé doit synthétiser la problématique, la méthodologie et les principaux résultats. Le manuscrit doit respecter la structure d'un texte scientifique comportant : Introduction (Problématique ; Hypothèse compris) ; Approche méthodologique ; Résultats et Analyse ; Discussion ; Conclusion ; Références bibliographiques. Le volume du manuscrit ne doit pas excéder 15 pages, illustrations comprises. Les textes proposés doivent être saisis à l'interligne 1, Times New Roman, taille 11.

**1. Les titres des sections du texte doivent être numérotés de la façon suivante :** 1. Premier niveau (Times New Roman, Taille de police 12, gras) ; 1.1. Deuxième niveau (Times New Roman, Taille de police 12, gras, italique) ; 1.2.1. Troisième niveau (Times New Roman, Taille de police 11, gras, italique).

**2. Les illustrations :** les tableaux, les cartes, les figures, les graphiques, les schémas et les photos doivent être numérotés (numérotation continue) en chiffres arabes selon l'ordre de leur apparition dans le texte. Ils doivent comporter un titre concis, placé au-dessus de l'élément d'illustration (centré ; taille de police 11, gras). La source (centrée) est indiquée en dessous de l'élément d'illustration (Taille de police 10). Ces éléments d'illustration doivent être annoncés, insérés puis commentés dans le corps du texte.

**3. Notes et références :** 3.1. Éviter les références de bas de pages ; 3.2. Les références de citation sont intégrées au texte citant, selon les cas, ainsi qu'il suit : -Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'auteur, année de publication, pages citées. Exemple : (D. MOUSSA, 2018, p. 10) ; -Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'Auteur (année de publication, pages citées). Exemple : D. MOUSSA (2018, p. 10).

**4. La bibliographie :** elle doit comporter : le nom et le (les) prénom (s) de (des) auteur(s) entièrement écrits, l'année de publication de l'ouvrage, le titre, le lieu d'édition, la maison d'édition et le nombre de pages de l'ouvrage. Elle peut prendre diverses formes suivant le cas :

- *pour un article* : LOUKOU Alain François, 2012, « La diffusion globale de l'Internet en Côte d'Ivoire. Évaluation à partir du modèle de Larry Press », in *Netcom*, vol. 19, n°1-2, pp. 23-42.

- *pour un ouvrage* : HAUHOUOT Asseyo Antoine, 2002, *Développement, aménagement, régionalisation en Côte d'Ivoire*, EDUCI, Abidjan, 364 p.

- un chapitre d'ouvrage collectif: CHATRIOT Alain, 2008, « Les instances consultatives de la politique économique et sociale », in Morin, Gilles, Richard, Gilles (dir.), *Les deux France du Front populaire*, Paris, L'Harmattan, « Des poings et des roses », pp. 255-266.

- pour les mémoires et les thèses : DIARRASSOUBA Bazoumana, 2013, *Dynamique territoriale des collectivités locales et gestion de l'environnement dans le département de Tiassalé*, Thèse de Doctorat unique, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, 489 p.

- pour un chapitre des actes des ateliers, séminaires, conférences et colloque : BECHI Grah Felix, DIOMANDE Beh Ibrahim et GBALOU De Sahi Junior, 2019, Projection de la variabilité climatique à l'horizon 2050 dans le district de la vallée du Bandama, Acte du colloque international sur « *Dynamique des milieux anthropisés et gouvernance spatiale en Afrique subsaharienne depuis les indépendances* » 11-13 juin 2019, Bouaké, Côte d'Ivoire, pp. 72-88

- Pour les documents électroniques : INS, 2010, *Enquête sur le travail des enfants en Côte d'Ivoire*. Disponible à : [http://www.ins.ci/n/documents/travail\\_enfant/Rapport%202008-ENV%202008.pdf](http://www.ins.ci/n/documents/travail_enfant/Rapport%202008-ENV%202008.pdf), consulté le 12 avril 2019, 80 p.

## Éditorial

Comme intelligence de l'espace et savoir stratégique au service de tous, la géographie œuvre constamment à une meilleure compréhension du monde à partir de ses approches et ses méthodes, en recourant aux meilleurs outils de chaque époque. Pour les temps modernes, elle le fait à l'aide des technologies les plus avancées (ordinateurs, technologies géospatiales, à savoir les SIG, la télédétection, le GPS, les drones, etc.) fournissant des données de haute précision sur la localisation, les objets et les phénomènes. Dans cette quête, les dynamiques multiformes que subissent les espaces, du fait principalement des activités humaines, offrent en permanence aux géographes ainsi qu'à d'autres scientifiques des perspectives renouvelées dans l'appréciation approfondie des changements opérés ici et là. Ainsi, la ruralité, l'urbanisation, l'industrialisation, les mouvements migratoires de populations, le changement climatique, la déforestation, la dégradation de l'environnement, la mondialisation, etc. sont autant de processus et de dynamiques qui modifient nos perceptions et vécus de l'espace. Beaucoup plus récemment, la transformation numérique et ses enjeux sociaux et spatiaux ont engendré de nouvelles formes de territorialité et de mobilité jusque-là inconnues, ou renforcé celles qui existaient au préalable. Les logiques sociales, économiques et technologiques produisant ces processus démographiques et ces dynamiques spatiales ont toujours constitué un axe structurant de la pensée et de la vision géographique. Mais, de plus en plus, les sciences connexes (sciences sociales, sciences économiques, sciences de la nature, etc.) s'intéressent elles aussi à l'analyse de ces dynamiques, contribuant ainsi à l'enrichissement de la réflexion sur ces problématiques. Dans cette perspective, la revue GéoVision qui appelle à observer attentivement le monde en vue de mieux en comprendre les évolutions, offre aux chercheurs intéressés par ces dynamiques, un cadre idéal de réflexions et d'analyses pour la production d'articles originaux. Résolument multidisciplinaire, elle publie donc, outre des travaux géographiques et démographiques, des travaux provenant d'autres disciplines des sciences humaines et naturelles. GéoVision est éditée sous les auspices de la Commission des Études Africaines de l'Union Géographique Internationale (UGI), une instance spécialement créée par l'UGI pour promouvoir le débat académique et scientifique sur les enjeux, les défis et les problèmes spécifiques de développement à l'Afrique. La revue est semestrielle, et paraît donc deux fois par an.

Bouaké, le 16 Septembre 2019

La rédaction

## **AVERTISSEMENT**

Le contenu des publications n'engage que leurs auteurs. La revue GéoVision ne peut, par conséquent, être tenue responsable de l'usage qui pourrait en être fait.

**SOMMAIRE**

NIAMEY À L'HEURE DU COVID-19. LE QUOTIDIEN À L'ÉPREUVE: <b>ABDOU YONLIHINZA Issa<sup>1</sup></b> , <b>YAYE SAIDOU Hadiara<sup>2</sup></b> , <b>BOUBACAR AKALI Haoua<sup>3</sup></b> , <b>MOTCHO Kokou Henri<sup>4</sup></b> .....	9
GESTION DE LA PANDÉMIE DE COVID-19 : LA COOPÉRATION TRANSFRONTALIÈRE COMME LEVIER DE RÉPONSE ET DE MAINTIEN DES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES A LA FRONTIÈRE IVOIRO-BURKINABÉ: <b>SOMA Assonsi</b> .....	22
INEGALITÉS SEXUELLES DE SCOLARISATION DANS LE NORD DE LA CÔTE D'IVOIRE : <b>TANOAH Ané Landry<sup>1</sup></b> et <b>KAFANDO Benoit<sup>2</sup></b> .....	35
ENJEUX ET DEFIS DE LA GOUVERNANCE FONCIERE DANS LA COMMUNE DE SEME-PODJI (SUD-BENIN) : <b>TOGNON Mivossin Philippe<sup>1</sup></b> ; <b>AHODO-OUNSOU Nadohou Alodédji Richard<sup>2</sup></b> , <b>TOHOZIN Antoine Yves<sup>3</sup></b> .....	47
ACCROISSEMENT DEMOGRAPHIQUE ET EXTENSION SPATIALE DE LA COMMUNE I DU DISTRICT DE BAMAKO : <b>KONATE T. Ibrahim</b> .....	62
BABBAN TAPKI, UN ARRONDISSEMENT COMMUNAL SOUS INTEGRE A LA VILLE DE ZINDER : DIANOSTIC ET PERCEPTIONS SPATIALES : <b>ADAMOU Abdoulaye<sup>1</sup></b> ; <b>ABDOU Harou<sup>2</sup></b> et <b>KAILOU DJIBO Abdou<sup>3</sup></b> .....	79
EXTENSION URBAINE ET ACCES A LA TERRE AGRICOLE DANS LA VILLE DE SAKETE AU BENIN : <b>KOMBIENI M'Bouaré Frédéric<sup>1</sup></b> et <b>SABI YO BONI Azizou<sup>2</sup></b> .....	95
DYNAMIQUE FONCIERE ET ACCES A LA TERRE DANS LE DEPARTEMENT DE KANTCHE AU NIGER : <b>MAMAN WAZIRI MATO Zaneidou<sup>1</sup></b> ; <b>CANTORRIGI Nicola Luca<sup>2</sup></b> et <b>SOULEY Kabirou<sup>3</sup></b> .....	107
MODES D'ACCÈS AU LOGEMENT ET DÉVELOPPEMENT URBAIN DE L'AGGLOMÉRATION DE COTONOU (BÉNIN) : <b>CHABI Moïse<sup>1</sup></b> et <b>ADEGBINNI Adéothy<sup>2</sup></b> .....	119
LES ACTIVITES ARTISANALES DANS LE DYNAMISME SOCIO-ÉCONOMIQUE ET SPATIAL À MARCORY ZONE 4: <b>WADJA Jean-Bérenger<sup>1</sup></b> et <b>YAO Koffi Bertrand<sup>2</sup></b> .....	132
EXPLOITATION AURIFÈRE ET RISQUE D'INSECURITÉ ALIMENTAIRE DANS LA SOUS-PREFECTURE DE HIRÉ (CÔTE D'IVOIRE) : <b>KOUASSI Kobenan Christian Venance<sup>1</sup></b> ; <b>GUY Matthieu Ettien Afforo<sup>2</sup></b> ; <b>ASSUE Yao Jean-Aimé<sup>3</sup></b> et <b>KOFFI Brou Émile<sup>4</sup></b> .....	143
HISTORIQUE DU RAPPORT ENTRE CHANGEMENT CLIMATIQUE, INSECURITE ALIMENTAIRE ET LA FLAMBEE DES PRIX CEREALIERES SUR LES MARCHES DE BANDE SUD DU NIGER : <b>ISSA Issoufou<sup>1</sup></b> et <b>OUMAROU Issoufou<sup>2</sup></b> .....	158
EFFETS DES INTRANTS AGRICOLES BIOCHIMIQUES SUR LES SOLS ET LES FÉCULENTS DANS LA COMMUNE DE DJAKOTOMEY166 <b>EDOUVOH Charlot Mianikpo<sup>1</sup></b> et <b>FANGNON Bernard<sup>2</sup></b> .....	166
PALMIER Á HUILE : RICHESSE CULTURELLE ET ÉCONOMIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT LOCAL DURABLE DE ZAGNANADO AU BÉNIN : <b>KOUARO Ouassa Monique<sup>1</sup></b> et <b>MONRA Abdoulaye Benon<sup>2</sup></b> .....	172

CARTOGRAPHIE DU TRACE DES COULOIRS DE TRANSHUMANCE DANS LA COMMUNE DE ZAGNANADO AU BENIN : <b>AGBON Apollinaire Cyriaque<sup>1</sup>; TCHIBOZO A.M. Éric<sup>2</sup>; AZONDAHO Arnaud Samuel<sup>3</sup> et CHAFFRA Sylvestre Abiola<sup>4</sup></b> .....	185
DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DES FEUX DE BROUSSE DANS LES MILIEUX DE SAVANES DE LA COTE D'IVOIRE DE 2001 A 2019 : <b>KONE Moussa<sup>1</sup> et MAIGA Saly Ramata<sup>2</sup></b> .....	200
RICHESSE FLORISTIQUE ET IMPORTANCE SOCIO-ENVIRONNEMENTALE DES ADVENTICES DES CULTURES CEREALIERES EN PAYS KABYE (NORD-TOGO) : <b>BOUKPESSI Tchaa</b> .....	215
DIVERSITÉ FLORISTIQUE ET ETHNOBOTANIQUE DES PLANTES SAUVAGES COMESTIBLES DANS LA PRÉFECTURE D'ASSOLI (CENTRE-TOGO) : <b>ALASSANE Abdourazakou</b> .....	229
ETUDES DES EXPERIENCES DU PROJET DE GESTION DES RESSOURCES NATURELLES (PGRN) DE 1993-1998 EN MATIERE DE CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS DANS LE CERCLE DE KAYES : CAS DE BONGOUROU, DIAKALEL, DINGUIRALOGO ET TAFASSIRGA : <b>SOUMARE Abdramane Sadio</b> .....	243
FLECHE D'AGAMADIN LOULOU MIN SUR LE LITTORAL BENINOIS, UN ECOSYSTEME FRAGILE SOUS PRESSION URBAINE : <b>MAKPONSE Makpondéou</b> , .....	258
CARACTÉRISTIQUES ACTUELLES ET FONCTIONS DES PLANTATIONS EN ALIGNEMENT À DAKAR (SÉNÉGAL) : <b>DEME Mamoudou<sup>1</sup> ; BADIANE Sidia Diaouma<sup>2</sup> et THIAW Diatou<sup>3</sup></b> .....	278
IMPORTANCE SOCIETALE DES HERITAGES GEOMORPHOLOGIQUES DANS LE BASSIN DE L'ANIE (CENTRE-TOGO) : <b>KABISSA Massama-Esso<sup>1</sup>, KOLGMA Kolgma-Waye Jonas<sup>2</sup> et GNONGBO Tak Youssif<sup>3</sup></b> .....	290
ADAPTATION DES PRODUCTEURS AGRICOLES AUX RISQUES CLIMATIQUES DANS LE DOUBLET NATITINGOU-TOUCOUNTOUNA : <b>ADOUVO Carin Narcisse<sup>1</sup>, YABI Ibouma<sup>2</sup> et OGOUWALE Euloge<sup>2</sup></b> .....	303
PRATIQUES PAYSANNES DES COMMUNAUTES RIVERAINES DE LA FORET CLASSEE DE LA KERAN AU NORD-TOGO ET IMPACT SUR LA DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DU SOL : <b>ALEME Aniko<sup>1</sup>, KOUMOI Zakariyao<sup>2</sup>, SOUSSOU Tatongueba<sup>3</sup></b> .....	316
CARTOGRAPHIE DE LA VULNERABILITE DES AQUIFERES A LA POLLUTION PAR LE MODELE DRASTIC-SIG : CAS DU BASSIN VERSANT DU LAC DEM (BURKINA FASO) : <b>OUÉDRAOGO Blaise<sup>1</sup>, GANSAONRE Raogo Noel<sup>2</sup>, SAWADOGO Ibrahim<sup>3</sup></b> .....	333
IMPLICATIONS SOCIO-SPATIALES ET ENVIRONNEMENTALES DE L'ÉGRENAGE DU COTON À PEHUNCO AU BÉNIN : QUELLES RESPONSABILITÉS SOCIÉTALES POUR L'ENTREPRISE ET L'ACTEUR PUBLIC ? : <b>ALE Agbachi Georges</b> .....	355
IMPACTS DES VARIABILITES HYDRO-PLUVIOMETRIQUES SUR L'APPROVISIONNEMENT OPTIMAL DE L'EAU POTABLE DANS LA REGION DU BELIER (CENTRE DE LA CÔTE	

D'IVOIRE) : <b>DIOMANDÉ Bèh Ibrahim<sup>1</sup></b> ; <b>KANGA Kouakou Hermann Michel<sup>2</sup></b> et <b>YAO Kouakou Pacôme<sup>3</sup></b> .....	<b>365</b>
CARTOGRAPHIE DES LINEAMENTS POUR LA RECHERCHE GEOLOGIQUE ET MINIERE DANS LE DEGRE CARRE DE KOUDOUGOU : <b>SIRIMA B. Abdoulaye<sup>1</sup></b> , <b>SOME Yélézouomin Stéphane Corentin<sup>2,1</sup></b> , <b>YAMEOGO Augustin<sup>2</sup></b> , <b>Dapola Evariste Constant DA<sup>1</sup></b> .....	<b>378</b>
PARAMETRES TOPOCLIMATIQUES ET DYNAMIQUE DES INONDATIONS DANS LA VILLE DE MAN (CÔTE D'IVOIRE) : <b>SORO Nambégué<sup>1</sup></b> , <b>KOUAKOU Kikoun Brice-Yves<sup>2</sup></b> .....	<b>394</b>
APPORT DES ÉMIGRÉS AGRICOLES DANS LA MUTATION SOCIO-ÉCONOMIQUE ET SPATIALE DU TCHEWI DANS LE DÉPARTEMENT DE TIÉBISSOU (CÔTE D'IVOIRE) : <b>KOFFI Kouassi<sup>1</sup></b> et <b>ALOKO N'Guessan Jérôme<sup>2</sup></b> .....	<b>405</b>
RÉSEAU ROUTIER ET PERFORMANCE DES SERVICES DE TRANSPORT DANS LA COMMUNE DE LALO AU BÉNIN : <b>HOUINSOU Tognidé Auguste<sup>1</sup></b> et <b>NASSIHOUNDE Cocou Blaise<sup>2</sup></b> .....	<b>419</b>
ÉMERGENCE DES TIC ET PÉRÉNNITÉ DES PHOTOGRAPHES PROFESSIONNELS DANS LES ARRONDISSEMENTS D'ABOMEY-CALAVI ET DE GODOMEY (COMMUNE D'ABOMEY-CALAVI, BÉNIN) : <b>KOMBIENI A. Hervé</b> .....	<b>432</b>

## CARTOGRAPHIE DES LINEAMENTS POUR LA RECHERCHE GEOLOGIQUE ET MINIERE DANS LE DEGRE CARRE DE KOUDOUGOU

SIRIMA B. Abdoulaye<sup>1</sup>, SOME Yélézouomin Stéphane Corentin<sup>2, 1</sup>, YAMEOGO Augustin<sup>2</sup>,  
Dapola Evariste Constant DA<sup>1</sup>

1. *Laboratoire Dynamique des Espace et Société (LDES), Université Joseph Ki Zerbo ;*

2. *Laboratoire Sciences Humaines (LABOSH) Université Norbert Zongo*

E-mail : [sirimaulrich@yahoo.fr](mailto:sirimaulrich@yahoo.fr)

### Résumé

*Ces dix dernières années, on assiste à un développement accentué du secteur minier au Burkina Faso, qualifié de boom minier. Cela s'est traduit par le nombre sans cesse croissant des titres miniers accordés aux sociétés minières exerçant dans le pays. Mais les ressources du pays semblent faiblement exploitées pour diverses raisons : le manque de moyens financiers et matériels, l'inaccessibilité de la technologie de pointe nécessaire et de la main d'œuvre qualifiée. D'où la question de savoir comment les technologies spatiales ou SIG peuvent contribuer à la recherche géologique et minière au Burkina Faso ? C'est dans ce contexte que la présente étude est initiée dans le but d'identifier les gites potentiels de minéralisation à travers la cartographie des linéaments dans le degré carré de Koudougou à l'aide des technologies spatiales. Pour atteindre cet objectif, des images satellites Landsat 7 ont été traitées afin d'identifier les linéaments naturels qui pourraient être des lignes de failles et constituer des gites potentiels de minéralisation. De même, une sortie terrain a permis la vérification des linéaments numérisés. Les résultats atteints se résument à l'identification, à la localisation puis à la cartographie des gites de minéralisation qui constituent des zones d'intérêt pour la recherche géologique.*

**Mots clés :** *Degré carré de Koudougou, Burkina Faso.*

### Abstract

*Over the past ten years, we have witnessed an accentuated development of the mining sector in Burkina Faso, described as a mining boom. This has resulted in the ever-growing number of mining titles granted to mining companies operating in the country. But the country's resources seem to be underutilized for various reasons: the lack of financial and material means, the inaccessibility of the necessary advanced technology and skilled labor. Hence the question of how space technologies or GIS can contribute to geological and mining research in Burkina Faso ? It is in this context that the present study is initiated with the aim of identifying potential deposits of mineralization through the mapping of lineaments in the Koudougou square degree using space technologies. To achieve this objective, Landsat 7 satellite images were processed to identify natural lineaments that could be fault lines and constitute potential deposits of mineralization. Likewise, a field trip allowed the verification of the digitized lineaments. The results achieved can be summed up in the identification, location and then mapping of the mineralization deposits which constitute areas of interest for geological research.*

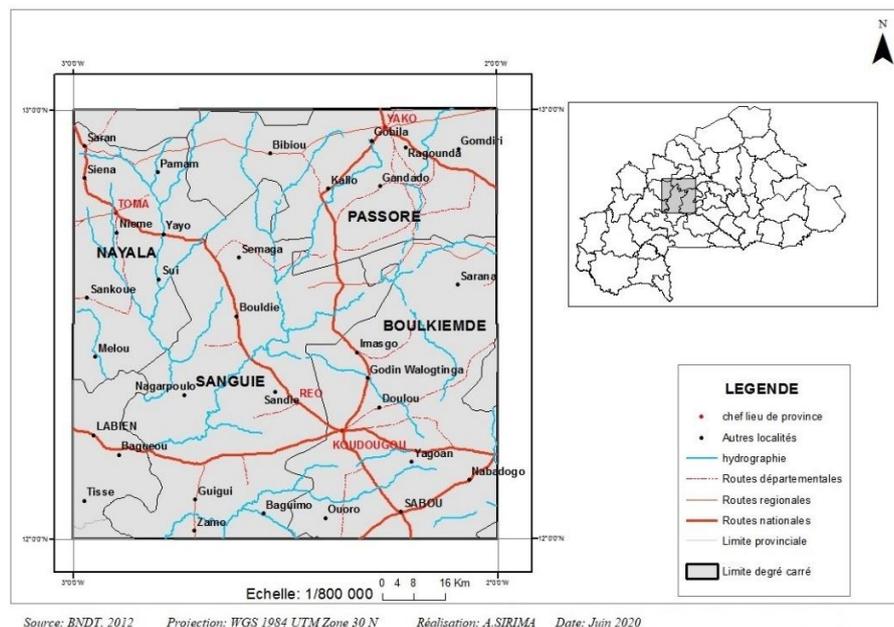
**Keywords :** *Square degree of Koudougou, Burkina Faso.*

## 1. Introduction

Au Burkina Faso, les travaux réalisés depuis les années 1960 permettent aujourd'hui d'avoir une meilleure connaissance géologique du pays et donnent surtout à celui-ci de très encourageantes perspectives minières, malgré sa situation de pays enclavé. Le développement de ce secteur est marqué par l'engouement des sociétés minières occidentales pour les ressources minières du Burkina, mais le manque de moyens financiers et matériels, l'inaccessibilité de la technologie de pointe nécessaire et de la main d'œuvre qualifiée constituent une entrave à l'épanouissement de ce secteur en développement. D'où la question de savoir quel peut être la contribution des technologies spatiales dans la recherche géologique et minière du Burkina Faso à travers la présente étude dont l'objectif principal est d'identifier, de localiser et de cartographier les gîtes potentiels de minéralisation pour orienter la prospection géologique et minière dans le degré carré de Koudougou. Ces gîtes de minéralisation sont des zones d'intérêt pour la recherche géologique. C'est dans ce contexte que la présente étude est menée, avec pour thème : cartographie des linéaments et leur apport dans la recherche géologique et minière dans le degré carré de Koudougou. Au regard de la dimension du degré carré, l'étude a été réduite au prospect de VILLY\_BONGO I\_BONGO II.

Le degré carré de Kougoudou, située dans le Centre-Ouest du pays, couvre environ 12 100 km<sup>2</sup> (1 degré carré) entre les parallèles 12° et 13° de latitude nord et les méridiens 2° et 3° de longitude ouest, (Carte n°1). D'après le nouveau découpage administratif de 1996, la feuille couvre principalement les territoires des provinces du Boulkiemdé, (Koudougou, Sanguié, Nayala et Passoré).

**Carte 2 : Situation géographique du degré carré de Koudougou**



## 2. Matériels et méthodes

### 2.1. Matériels

Le matériel utilisé pendant l'étude se compose d'un véhicule 4 x 4 pour les déplacements sur le terrain, d'un GPS de marque garmin map64s pour la prise des coordonnées de positionnement, un appareil numérique

379

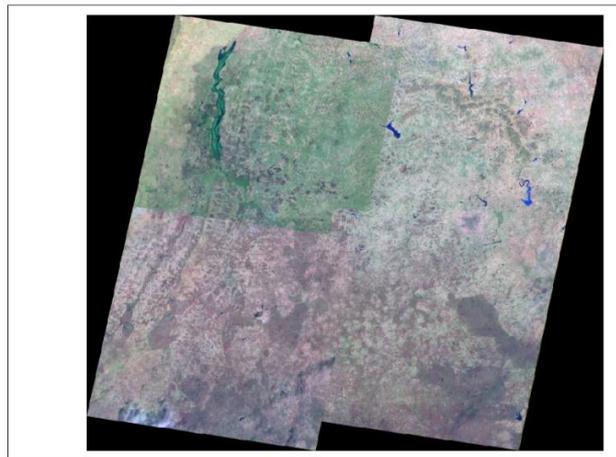
pour les photos, une boussole pour l'orientation des structures linéaires, un ordinateur équipé de logiciels tels que ERDAS imagine et Envi (pour le traitement d'image), Arc GIS (pour la production cartographique). Des images du capteur LANDSAT TM, avec une pluralité des canaux, ont été utilisées. C'est-à-dire, des images multi-spectrale de sept bandes allant du bleu (TM1) à l'infrarouge thermique (TM6). Aussi, un questionnaire est administré pour recueillir l'avis du personnel qualifié du Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina Faso (BUMIGEB) sur l'utilisation des SIG dans la recherche géologique et minière.

## 2.2. Méthodes et techniques

### 2.2.1. Mosaïque des images

La mosaïque des images est réalisée sur le logiciel de traitement d'image ERDAS 9.1. En fonction des scènes, des images de la période sèche sont choisies pour faciliter le traitement à fin d'avoir des informations de bonne qualité. L'image n°1 présente une mosaïque obtenue à partir de différentes scènes.

**Image 1 : Mosaïque à partir d'images de 4 scènes différentes**



Source : Images Landsat TM SIRIMA A., 2020

L'image mosaïquée a subi une analyse en composante principale (ACP) puis le filtrage spatial (filtrage de Sobel). Ces techniques ont été utilisées par plusieurs auteurs tels que COULIBALY L. (1996), LACHAINE G. (1999), ILBOUDO P. S. (2010) pour le rehaussement des linéaments à partir des images Landsat.

### 2.2.2. Analyse en composante principale

L'Analyse en Composante Principale ou transformée de HOTELLING est une technique efficace pour accentuer une image multi-spectrale à des fins d'interprétation géologique (BIEMI J. et al. 1991). Elle a permis de réduire l'information contenue dans plusieurs bandes, parfois hautement corrélées (d'où la redondance de l'information) en un nombre plus restreint de composantes. C'est une transformation mathématique basée sur l'analyse de la covariance de l'image ou de la matrice de corrélation de plusieurs séries de données (BONN F. et ROCHON G., 1992). Cette transformation mathématique génère de nouvelles images qui sont en combinaison linéaire avec les images originales. Les trois premières composantes contiennent un grand pourcentage de la variance totale présente dans les six bandes TM utilisées (TM1, TM2, TM3, TM4, TM5 et TM7). Celles-ci représentent généralement jusqu'à 97% de la variance totale de l'ensemble des données originales (DESLANDES S., 1990). Cette analyse permet, entre autres, de créer des composés colorés des trois premières composantes qui constituent un excellent produit

d'interprétation visuelle, augmentant ainsi le contraste entre les divers objets au sol. Cependant, avec l'ACP classique, on est confronté à deux problèmes essentiels :

- les informations qui n'ont pas été cartographiées dans les trois premières composantes peuvent avoir un intérêt significatif dépendant du degré de corrélation et de contraste spectral existant entre les six bandes TM de Landsat (CHAVEZ S., 1984) ;

- une composition colorée réalisée à partir de trois, des six composantes peut être difficile à interpréter visuellement (WILLIAMS J., 1983).

L'analyse des images TM indique, en général, que les bandes TM1, 2, 3 (bandes visibles) peuvent être utilisées comme un groupe parce que fortement corrélées et les bandes TM5, 7 (bandes du moyen infrarouge) peuvent constituer un second groupe. La bande 4 TM (bande du proche infrarouge) demeure seule. On relève donc trois zones spectrales distinctes et c'est pour cette raison que le choix s'est porté sur l'application de l'ACP sélective qui peut contribuer à minimiser les deux problèmes soulevés ci-dessus comme le préconise CHAVEZ S. (1984).

Appliquer l'ACP à plusieurs canaux est une transformation qui permet d'obtenir un nombre réduit de canaux tout en conservant le maximum d'informations (LACHAINE G., 1999).

Dans le cas de la présente étude, l'ACP a été appliquée aux bandes 2, 4 et 7. Cela offre trois (3) composantes principales PC1, PC2 et PC3 dont la première (PC1) représente 97,79% de la variance de l'ensemble des trois (3) canaux. L'ACP1, (image n°2) a été par la suite utilisée pour le filtrage spatial. Une composition colorée à partir des bandes 7, 4, 2 a été réalisée. Elle sera utilisée pour la cartographie des linéaments.

**Image 2: ACP1 de composition colorée des bandes 7 4 2**



Source : Images Landsat TM SIRIMA A., 2020

### 2.2.3. Filtrage spatial

La télédétection est basée sur le principe qu'il existe une relation biunivoque entre le rayonnement électromagnétique et l'objet qui réfléchit, émet, absorbe ou transmet ce dernier. Dans les conditions idéales, l'interaction entre le rayonnement et l'objet permet de mesurer par télédétection, la réflectance ou le coefficient de rétrodiffusion intrinsèque à cet objet. En pratique, ces mesures sont affectées par des erreurs provenant des instruments de mesure (capteur, satellite, station de réception, etc.), des conditions d'observation (angle de visée, paramètres orbitaux, conditions atmosphériques, etc.) et des erreurs de manipulation humaine. Toutes ces perturbations impliquent des erreurs aléatoires (ou accidentelles), grossières ou systématiques. Ces erreurs n'apportent pas d'information utile. Ce sont des artéfacts liés au

processus d'acquisition et qualifiés de bruit. Ce bruit présent dans l'image nuit à son interprétation, ce qui a nécessité un traitement préalable. Pour améliorer le rapport signal/bruit, le filtrage spatial est utilisé. Ce rehaussement a permis une amélioration de la lecture de l'image par filtrage des données et de rechercher les informations spécifiques. Le rehaussement spatial a l'avantage de mettre en évidence les éléments recherchés et qui correspondent aux discontinuités dans les textures. Ces discontinuités se traduisent sur l'image par des contrastes de couleurs ou des zones d'ombre plus ou moins linéaires, des structures décalées, coupées, brusquement interrompues laissant apparaître la présence d'un accident et des grands traits morphologiques. Le filtrage spatial fait généralement appel à l'opération de convolution. En effet, le filtrage spatial par convolution permet de modifier la valeur numérique d'un pixel selon sa relation avec les valeurs des pixels voisins. Il vise à créer une fenêtre mobile contenant des coefficients ou facteurs de pondération appelés « opérateur ». L'opérateur est généralement constitué d'un nombre impair de pixels de type 3x3, 5x5, 7x7, ... L'image de sortie provient de la convolution de la fenêtre sur l'image (MOORE G, 1986). La dimension de la fenêtre, en pixels, est directement proportionnelle à l'ordre de grandeur des changements spatiaux liée aux linéaments à détecter. Pour détecter le maximum d'éléments linéaires sur l'image, la matrice 5x5 est choisie pour la suite du travail.

#### **2.2.4. Filtrage de SOBEL**

Le filtre de SOBEL a permis d'améliorer la perception des linéaments en provoquant un effet optique d'ombre portée sur l'image comme si elle était éclairée par une lumière rasante (MARION A., 1987). De plus, ce type de filtre permet de rehausser les linéaments qui ne sont pas favorisés par la source d'éclairage (DRURY S. A., 1986). Le rehaussement des linéaments a donc été effectué à partir de filtres de SOBEL. L'image utilisée pour le filtrage est l'ACP1 à un taux de pourcentage d'information de 97,79 %.

#### **2.2.5. Filtrage directionnel**

Différents filtres directionnels sont appliqués sur l'image ACP1 précédemment soumise au filtre de SOBEL. Cela a permis de produire 4 autres images orientées 0°, 45°, 90°, 135°. Sous dessous sont représentés les différents filtres utilisés :

Tableau 1 : matrices du filtre utilisé

Sobel orienté Nord 0°				
-1	-1	0	1	1
-1	-1	0	1	1
-1	-1	0	1	1
-1	-1	0	1	1
-1	-1	0	1	1

Sobel orienté Nord 45°				
-1.41	-1.41	-0.7	0	0
-1.41	-1.41	-0.7	0	0
-0.7	-0.7	0	0.7	0.7
0	0	0.7	1.41	1.41
0	0	0.7	1.41	1.41

Sobel orienté Nord 90°				
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

Sobel orienté Nord 135°				
0	0	-0.7	-1.41	-1.41
0	0	-0.7	-1.41	-1.41
0.7	0.7	0	-0.7	-0.7
1.41	1.41	0.7	0	0
1.41	1.41	0.7	0	0

Source : SIRIMA A., 2020

Pour permettre une vérification aisée des données produites, un couplage des données satellitaires avec d'autres données « exogènes », a été possible grâce aux données géo-scientifiques de la zone d'étude issues d'une base de données préalablement élaborée.

De même, des fiches d'enquête ont été adressées à des géologues, hydrogéologues et géophysiciens de différentes structures d'exploration minière dans le but de corroborer le bien-fondé de la carte linéamentaire dans l'exploration minière et hydrogéologique.

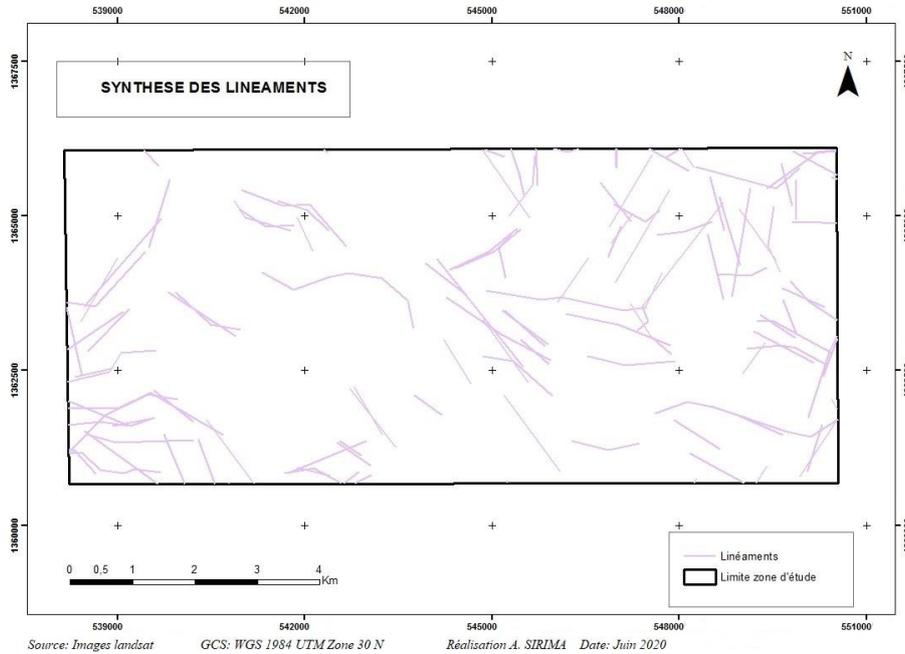
### 2.2.6. Création du SIG et élaboration de la carte linéamentaire

Les linéaments sont des lignes significatives recelant diverses informations sur les structures géologiques. A partir des quatre images issues du filtre directionnel de SOBEL, une carte de synthèse des linéaments est produite. Cela a préalablement nécessité la superposition de toutes les couches de la zone d'étude (en shapefile) des routes et cours d'eau, pour éviter de tracer des linéaments issus des activités anthropiques, pendant la numérisation des linéaments sur les images traitées. La logique de numérisation repose sur des phénomènes tels que des contrastes de couleur ou zones d'ombre plus ou moins linéaires, des structures décalées et coupées brusquement, laissant supposer la présence d'un accident de terrain. Aussi, la superposition de l'image colorée et de celle traitée a permis de vérifier l'exactitude des tracés et d'identifier les linéaments orientés N0° N45°, N45° N135° par utilisation du filtre directionnel de SOBEL, matrice 5x5, extraits de l'image couvrant la zone d'étude.

Les données vecteurs issues de la numérisation sont introduites dans un SIG, tout en ayant pris le soin de renseigner les tables attributaires dont les principaux champs sont les coordonnées des extrémités des linéaments, leur longueur et leur orientation. La superposition de toutes les couches créées à partir de chaque image traitée a permis de supprimer les linéaments doubles et produire une carte de synthèse de linéaments

issus des couches numérisées sur les quatre images traitées. Laquelle carte donne une idée générale des linéaments de la zone d'étude (Carte n°2). Ladite carte est ci-dessous représentée.

**Carte n°2 : Synthèse des linéaments numérisés**



Pendant les sorties de terrains, des levés GPS ont été effectués sur des fractures observées sur le terrain. De même, des forages positifs et des indicateurs biologiques ont été géolocalisés par GPS.

### 2.2.7. Administration du questionnaire

Pour l'atteinte de cet objectif, un questionnaire a été élaboré et administré auprès des agents du BUMIGEB, qui pour la plupart sont des géologues, géophysiciens et des hydrogéologues. Ledit questionnaire avait donc pour but de recueillir le point de vue de ces personnes sur l'utilisation de la carte des linéaments dans la recherche géologique, mais aussi pour savoir si son utilisation permet de réduire le temps de la recherche sur le terrain, et partant, le coup d'investissement pour la recherche géologique. Les personnes enquêtées ont toutes au moins quatre (4) années d'études universitaires avec une expérience de travail allant de deux à onze ans.

## 3. Résultats et Discussion

### 3.1 Résultats

#### 3.1.1. Analyse et évaluation de la carte des linéaments

Le merge des linéaments numérisés permet de dénombrer 4273 linéaments soit une longueur totale de 4102,913km. Ils sont majoritairement courts avec une longueur moyenne de 0,960km et un écart type de 475,47. Le plus long est de 7,329km et traverse la partie sud du village de Guigui et orienté EW. Quant au plus court, il mesure 0,26km, orienté NS et se situe au nord-est du village de Doulou.

L'examen de la carte combinée avec les observations de terrain permet de souligner qu'une grande partie des linéaments suivent le réseau hydrographique. Cela pourrait s'expliquer par le contexte géologique de la zone constituée de roches ignées. Dans ces zones, les roches sont imperméables et les cours d'eau exploitent le plus souvent les zones fracturées. Le tableau ci-dessous présente les statistiques de linéaments cartographiés.

**Tableau n°2 : Statistique des linéaments cartographiés**

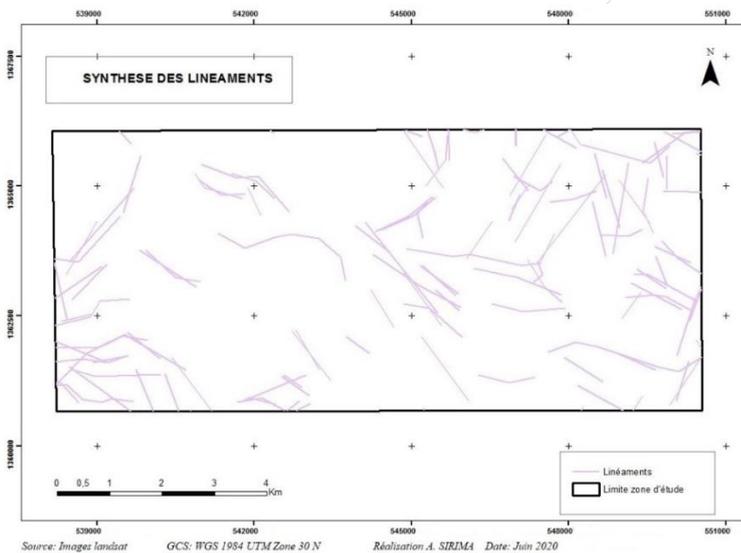
Orientations	Nombre de linéaments	Longueur en m
0°	970	762160
45°	896	971668
90°	769	837294
135°	1638	1531791
Synthèse	4273	4102913

Source : SIRIMA A., 2020

### 3.1.2. Rosace directionnelle de la carte de synthèse

La rosace directionnelle a permis de faire une analyse de la répartition spatiale des linéaments, d'apprécier les directions dominantes. L'analyse de la rosace directionnelle (graphique 1) de la carte de synthèse montre que les linéaments sont majoritairement orientés NW-SE (N140° à N150°, N150° à N160° et N160° à N170°). Néanmoins, certaines orientations secondaires se dégagent : NS (N0° à 10°) ; NE-SW (N20° à N30° N30° à 40° et N40° à 50°) ; ENE-WSW (N70° à 80°) ; ESE-WNW (N90° à N100°).

**Carte n°3 : Synthèse des linéaments**

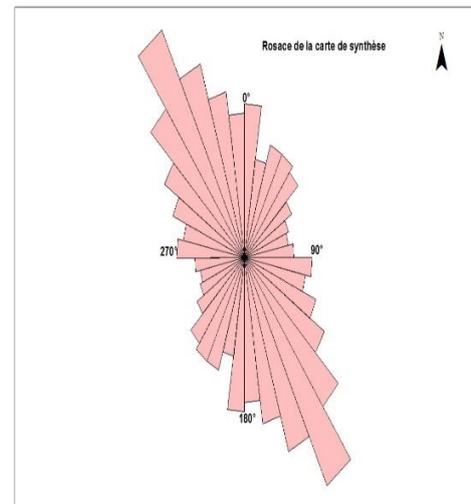


Source: Images landsat

GCS: WGS 1984 UTM Zone 30 N

Réalisation A. SIRIMA Date: Juin 2020

**Graphique n°1 : Rosace de la carte de synthèse**

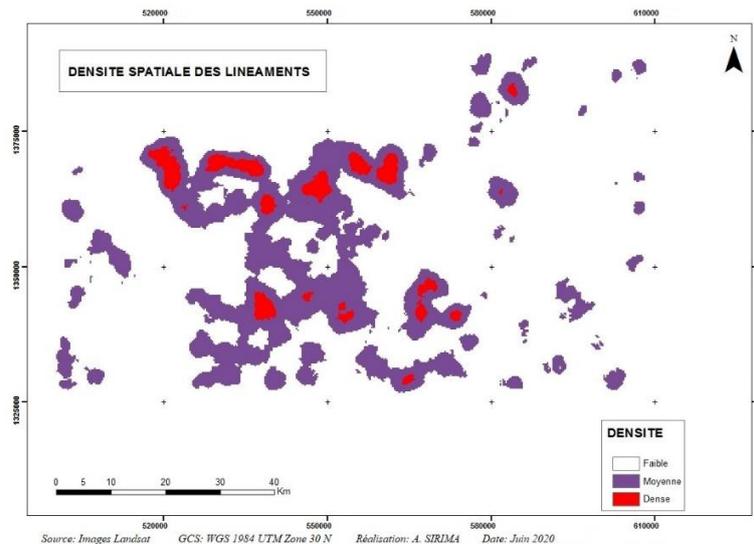


Source : SIRIMA A., 2020

### 3.1.3. Analyse de la densité des linéaments

Elle permet de se faire une idée plus claire de la distribution spatiale des linéaments, et partant, d'orienter le champ d'action du prospecteur. Pour une meilleure visualisation des zones de concentration des linéaments, une carte de densité des linéaments de la zone d'étude a été produite. Dans le calcul de densité, seule la portion d'une ligne située au voisinage d'une cellule est prise en compte. La densité est calculée en unité de longueur par unité de surface.

**Carte n° 4 : Densité spatiale des linéaments**



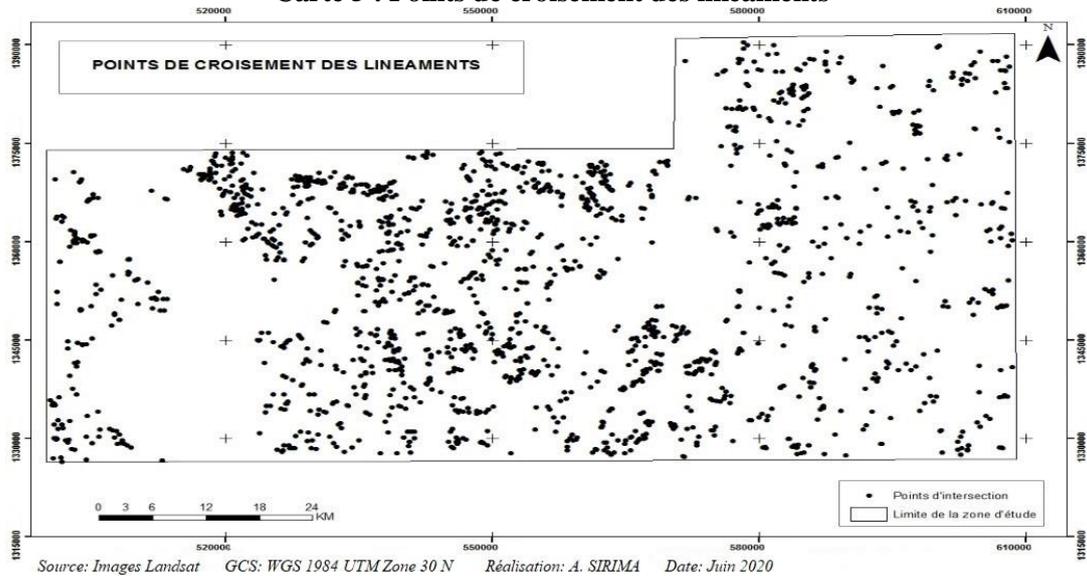
En observant la carte ci-dessus, on distingue des zones de fortes densités de linéaments mises en évidence. Ces zones se situent majoritairement dans la partie nord et nord-ouest de la zone d'étude mais aussi, des intrusions subsistent au Sud. La zone de forte densité occupe environ 8,82% tandis que les zones de moyennes et faibles densités en occupent respectivement 20,56% et 70,62%. Cette estimation a été possible après conversion des données raster de la carte de synthèse des linéaments en données vecteur (shapefile) ; cela a permis de calculer la superficie des polygones de chaque classe et déduire les pourcentages correspondants.

### 3.1.4. Analyse de la densité des croisements de linéaments

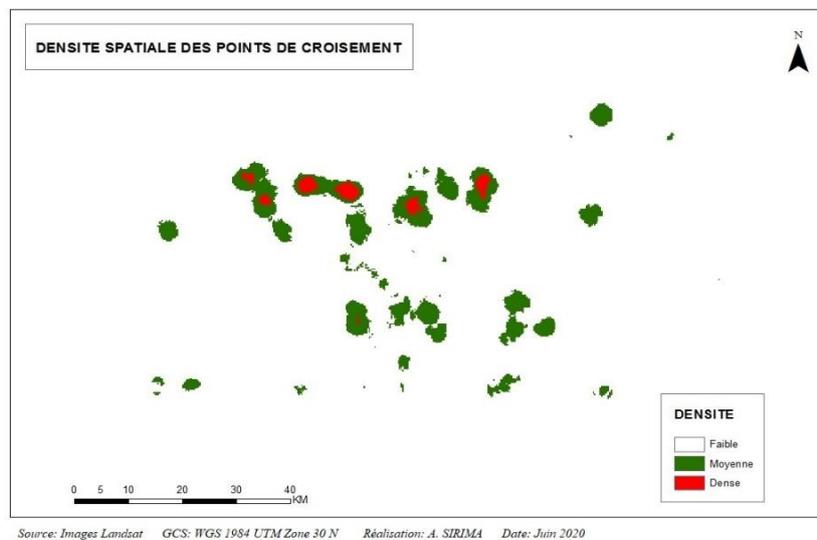
La distribution spatiale des croisements des linéaments, sont très importantes pour la recherche hydrogéologique. Ceux-ci sont représentés sur la carte n° 5.

Quant à la carte de densité (Carte n° 6), elle permet d'apprécier la distribution spatiale des points d'intersection des linéaments numérisés. L'examen de la carte de densité des croisements ne montre pas une très grande différence avec celle de la densité des linéaments, seulement que des zones de fortes concentrations se dégagent au Nord-Ouest et sur une petite intrusion au Sud de la zone d'étude.

Carte 5 : Points de croisement des linéaments



Carte 6 : Densité spatiale des points de croisement des linéaments



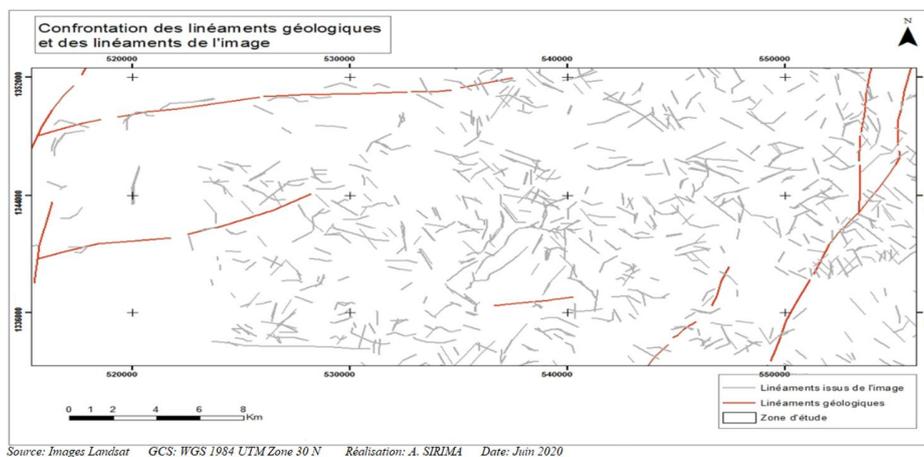
### 3.1.5. Evaluation de la carte des linéaments avec les données géo-scientifiques et les données de terrain (données exogènes)

C'est une étape qui a consisté à comparer les données produites dans le cadre de la présente étude et d'autres données géo-scientifiques (données exogènes) existantes sur la zone d'étude. Ces données exogènes sont entre autres, celles de la géologie structurale, celles collectées pendant la phase des sorties terrain. Pendant lesdites sorties terrains, les coordonnées de certains linéaments numérisés sur les images traitées ont été vérifiées et des levés GPS effectués sur des fractures observées sur le terrain. De même, des levés GPS de forages positifs et d'indicateurs biologiques sont réalisés.

### 3.1.6. Confrontation des données numérisées avec celles de la géologie structurale

La comparaison a consisté à la superposition des données de géologie structurale (de la faille du degré carré de Koudougou en format shapefiles) obtenues auprès du Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina avec les données produites par traitement d'images. Ainsi, une carte de confrontation des données (carte n° 7) a été produites, sur laquelle on peut voir que certains linéaments numérisés à partir des images satellites se superposent sur les failles des données structurales (données exogènes). Mais il est important de noter que certains linéaments numérisés sont décalés. Cela s'explique par des imprécisions liées à la correction géométrique des images d'une part, et par des problèmes liés au calage de la carte géologique pendant la digitalisation des linéaments d'autre part. La confrontation des deux types de données (géologie structurale et données produites par traitement d'image) est représentée sur la carte n°7 ci-dessous.

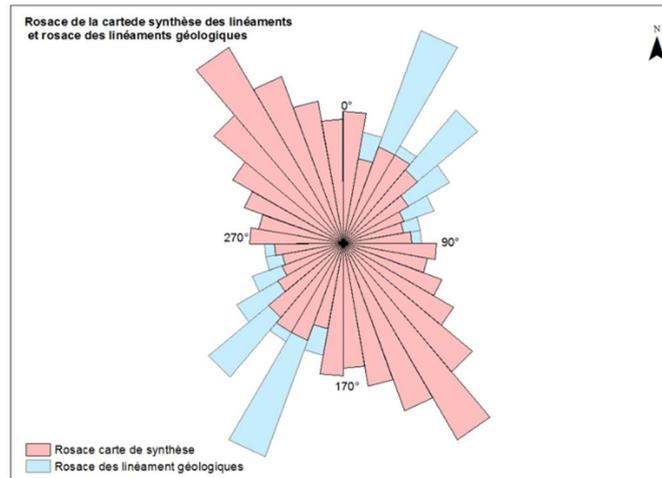
**Carte 7 : Confrontation des linéaments géologiques et des linéaments de l'image satellite**



L'analyse de ces données permet de mettre en évidence deux groupes de linéaments dont les plus marqués sont orientés NNE-SSW (entre  $N30^{\circ}$  à  $N40^{\circ}$  et  $N50^{\circ}$  à  $N60^{\circ}$ ). Un second groupe se distingue également, mais très peu marqué que le premier et orienté NS ( $N0^{\circ}$  à  $20^{\circ}$ ), NE-SW ( $40^{\circ}$  à  $50^{\circ}$  et  $N50^{\circ}$  à  $N60^{\circ}$ ), EEN-WWS ( $N60^{\circ}$  à  $90^{\circ}$ )

En comparant les deux rosaces (rosace des données structurales et celles de la carte de synthèse), on constate que les deux orientations identifiées au niveau des données structurales sont également marquées au niveau des données issues des images satellitaires. On constate également une correspondance de direction entre les linéaments (rosace des données structurales et celles de la carte de synthèse) orientés NNE-SSW (entre  $N30^{\circ}$  à  $N40^{\circ}$  et  $N50^{\circ}$  à  $N60^{\circ}$ ), EEN-WWS ( $N60^{\circ}$  à  $90^{\circ}$ ). Les discordances directionnelles remarquées par endroit sur les deux rosaces peuvent s'expliquer par le nombre très réduit de linéaments de la carte géologique, ne permettant pas une analyse des linéaments dans toutes les directions. Le graphique 2 sous dessous représente les deux rosaces de direction.

### Graphique 2 : Rosaces directionnelles



Source : SIRIMA, 2020

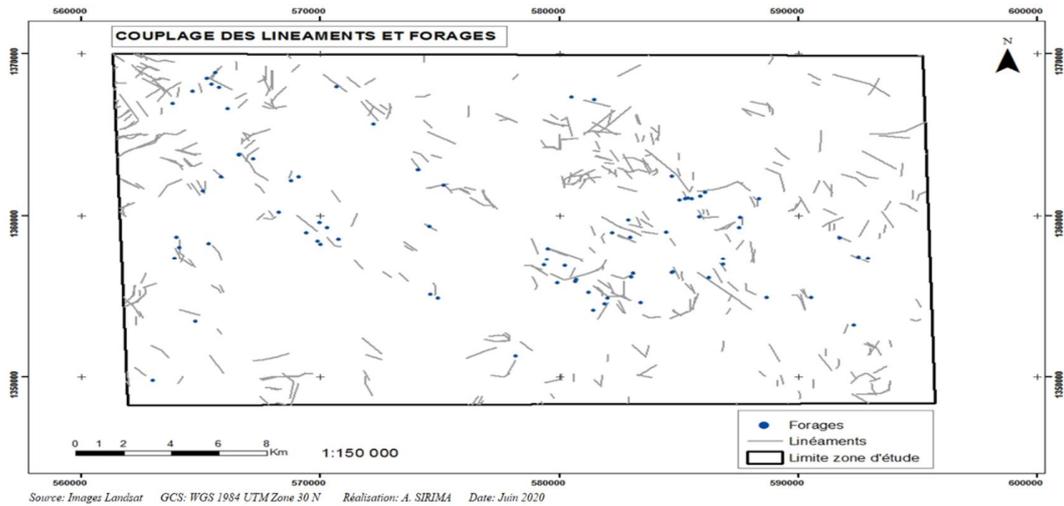
#### 3.1.7. Confrontation avec les données de terrain

Encore appelée « vérité-terrain », la sortie de terrain a été d'une importance capitale car elle a permis d'effectuer certaines vérifications relatives aux données produites. Les coordonnées de certains linéaments numérisés sur les images traitées ont été vérifiées. Cela a permis de constater le rapprochement, voire l'alignement des linéaments numérisés avec des forages positifs et des indicateurs biologiques telles que les végétaux hydrophiles et termitières, exploitant le réseau des failles dans la nature. C'est-à-dire qu'à partir des coordonnées extraites, on remarque le développement de certaines plantes hydrophiles sur certains linéaments et sur d'autres des termitières. La collecte de ces informations a été possible grâce au GPS pour le positionnement, un appareil numérique pour les photos et une boussole pour l'orientation des structures linéaires.

#### 3.1.8. Confrontation avec les données de forages positifs

L'essentiel des ressources en eau se trouve dans les aquifères fracturés (BIEMI J., 1992). Dans la zone d'étude, les fractures constituent les principaux chemins d'écoulement des eaux souterraines. Les forages positifs sont le plus souvent identifiés sur des fractures, à proximité ou à l'intersection des fractures. L'analyse de cette carte à l'échelle 1/150 000 montre des forages qui sont sur des linéaments que l'on peut qualifier de fracture, des forages qui sont, soit à proximité d'un linéament, soit à proximité d'un croisement de linéaments. La superposition est bien représentée sur la carte ci-dessous. Les données de forages positifs ne couvrent pas toute la zone d'étude (tout le degré carré de Koudougou) ; la cartographie de cette superposition est donc réduite. Une extrapolation est ainsi faite sur toute la zone d'étude en se fondant sur l'analyse réalisée sur la zone réduite, faute de données disponibles couvrant l'ensemble du degré carré.

### Carte n° 8 : Couplage des linéaments et forages

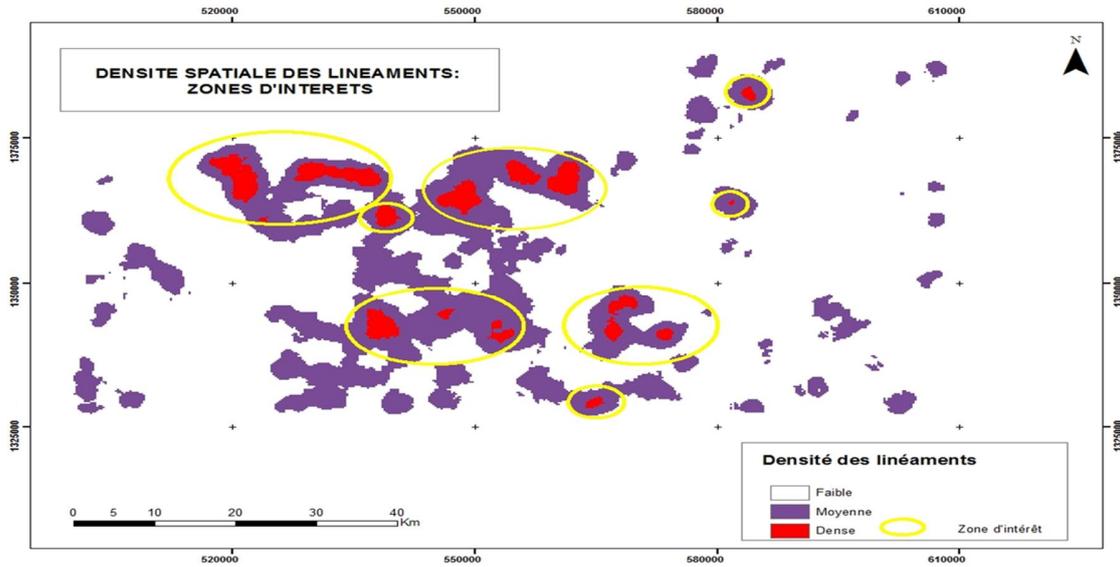


#### 3.1.9. Appréciation de la carte des linéaments

A la question de savoir si la carte des linéaments permet de réduire le temps de la recherche géologique, les personnes enquêtées ont toutes soutenu l'idée que l'utilisation de la carte des linéaments permet de gagner du temps dans la recherche géologique. Car selon elles, c'est un outil très important permettant, à partir du bureau, de déterminer la zone présentant des potentialités pour l'étude à mener et ainsi, la délimiter.

Du même coup, ces personnes enquêtées ont toutes reconnu et soutenu que l'utilisation de la carte des linéaments, bien qu'elle permette de gagner en temps dans la recherche géologique, permet aussi de réduire les coûts d'investissement. Elle permet à cet effet d'orienter des campagnes de reconnaissance en définissant des zones Potentiellement favorables (El HADANI, 1997). Cette technique de travail permet d'investir les ressources justes sur un site bien précis. A partir du moment où elle permet de cibler les zones d'intérêt, elle permet donc de réduire les ressources humaines et le matériel pour la recherche. Cela va donc occasionner une diminution des coûts d'investissement. La carte de densité des linéaments ci-dessous représentée (Carte n°9) permet une nette appréciation des zones d'intérêts pour la présente étude.

Carte n° 9 : Densité spatiale des linéaments et zones d'intérêts



Source: Images Landsat GCS: WGS 1984 UTM Zone 30 N Réalisation: A. SIRIMA Date: Juin 2020

### 3.2. Discussion

Grace aux SIG et télédétection, des linéaments naturels ont été mis en évidence et numérisés, après avoir appliqué différents filtrages (filtrage spatial, filtrage de Sobel, filtrage directionnel) sur une Analyse en Composante Principale. L'extraction des linéaments naturels a été la base du SIG mis en place pour la production des cartes de densité des linéaments, de densité spatiale des points de croisement des linéaments, de confrontation des linéaments géologiques et des linéaments numérisés sur l'image satellite, de densité spatiale des linéaments et des zones d'intérêts géologiques. Sur cette base, les zones d'intérêts identifiées pour orienter les recherches géologiques se situent principalement au nord-ouest de la zone d'étude.

Les résultats de la présente étude sont semblables à ceux d'autres auteurs ayant utilisé la même méthodologie. AFFIAN et al. (2004) démontrent l'importance de la télédétection dans la prospection minière. Il préconise l'utilisation de cet outil comme moyen d'orientation des prospecteurs vers les zones susceptibles de contenir des concentrations intéressantes de minerai d'or. Ils soulignent également que la télédétection grâce à ses multiples méthodes de traitement (rehaussement et filtrage) a permis de circonscrire des zones d'intérêts en prospection d'or dans la région d'Agovia en Côte d'Ivoire.

A partir d'images satellites haute résolution du capteur HRV (XS) de SPOT en août 1995, (HIMYARI S. M. et al., 2002) ont pu cartographier les linéaments dans le Haut Atlas Oriental à l'aide des techniques de filtrage appliquées à différentes images traitées et de faire des propositions qui peuvent aider à l'identification, de sites potentiels des ressources du sous-sol. Pour El HADANI D., (1997), cette technique de travail permet d'investir les ressources justes sur un site bien précis. Elle permet à cet effet d'orienter des campagnes de reconnaissance en définissant des zones potentiellement favorables. De même, SOROKOBY V. M. et al. (2010), ont utilisé des images Landsat 7 ETM+ pour la réalisation de la carte des potentialités en eau souterraine, à partir desquelles ils identifient des zones à bon indice de potentialité représentant 53,60 % de la partie centrale (Soubré, Mabéhiri), au Nord-Est du domaine (Oupoyo, Guiméyo) et au Sud-Ouest. Ces zones sont indiquées pour la recherche et l'implantation des sites de forage dans la région et prédisent des débits d'exploitation assez importants. Pour Coulibaly (1996), les SIG et la télédétection jouent un rôle important dans la caractérisation des unités morphologiques. Grâce aux techniques de traitement d'images basées sur le rehaussement et le filtrage directionnel, il a pu établir une

carte des linéaments de sa zone d'étude. L'incorporation des linéaments dans un SIG a permis de faire des confrontations avec d'autres données et déterminer des zones de forte densité et faible densité des linéaments. Il préconise l'utilisation des images landsat pour les études structurales. Par ailleurs Lachaine (1999) affirme qu'un des moyens d'étudier les structures géologiques consiste à mettre en évidence et analyser les linéaments visibles sur les images satellitaires. A ce titre il utilise deux (2) images dans le cadre de son étude : une image RADAR de RADARSAT-1 et une image landsat-5. Il soutient que les images RADAR présentent des avantages car elles peuvent être prises de jour comme de nuit.

Youan et al. (2008) mettent l'accent sur l'importance de ces structures géologiques dans la recherche hydrogéologique. Ils affirment que le réseau de fracture constitue les principaux chemins d'écoulement des eaux souterraines. Ils précisent que les SIG ont permis de confronter les linéaments avec des données géophysiques pour une meilleure connaissance des réseaux de fracture.

### Conclusion

Le traitement d'images LANDSAT 7 TM combiné à un travail de terrain a permis de réaliser une cartographie du degré-carré de Koudougou. Les traitements utilisés ont été les compositions colorées, la fusion d'images, l'analyse en composantes principales et les filtres directionnels. Les résultats montrent clairement que le filtrage directionnel et l'ACP permettent une fidèle cartographie des linéaments, car à partir des bandes TM 7, 4, 2, une image à trois bandes est constituée à laquelle différentes méthodes de traitement (ACP, filtrages) ont été appliquées. A partir d'une composition colorée des bandes 7, 4, 2 et des images issues des différents filtrages directionnels (0°, 45°, 90°, 135°), des images ont été exportées en TIFF et les linéaments de la zone d'étude ont pu être mis en évidence puis numérisés. Une carte de synthèse des linéaments a été réalisée ; laquelle carte a permis, dans la suite du travail, de faire une analyse et une évaluation de ces linéaments et d'identifier et déterminer des zones porteuses d'intérêts (zones encerclée en jaune sur la carte de densité spatiale des linéaments et zones d'intérêts).

L'objectif de l'étude étant de déterminer des zones pouvant constituer des gîtes de minéralisation, celles-ci ont été identifiées et géolocalisées grâce à la présente étude. Les résultats de l'étude permettent certes d'identifier et de géolocaliser les zones de fractures qui constituent généralement des gîtes potentielles de minéralisation, mais cela ne permet pas d'avoir une idée réelle de la nature de la minéralisation. Une autre étude plus approfondie consistant à effectuer des prélèvements sur les sites identifiés, pourra confirmer la ressource minérale.

### Bibliographie

K. AFFIAN, A. F. BROU, V. é. DJAGOUA, M. ROBIN, M. C. AZAGOH, P. N'GUESSAN, F. KOUAMÉ, B. M. SALEY et J. BIÉMI, 2004, « Contribution de la télédétection à la recherche de gisement d'or dans la région D'Angovia en Côte d'Ivoire. *Télédétection* », vol. 4, n° 3, p. 277-288

J. BIÉMI, Q. H. GWYN, S. DESLANDES, J-P. JOURDA, 1991, « Géologie et réseaux de linéaments régionaux du bassin versant de la Marahoué (Côte d'Ivoire) : cartographie à l'aide des données Landsat TM et du Champ magnétique total », in *Télédétection et gestion des ressources*, Vol. VII, Montréal, L'Association Québécoise de Télédétection, p. 135-145.

J. BIÉMI, 1992, « Contribution à l'étude géologique, hydrogéologique et par télédétection des bassins versants subsahéliens du socle précambrien d'Afrique de l'Ouest : hydrostructurale, hydrodynamique, hydrochimie et isotopie des aquifères discontinus des sillons et aires granitiques de la haute Marahoué (Côte d'Ivoire) ». Thèse Doct. ès Sc. Nat. Univ. Abidjan, 479 p.

F. BONN et G. ROCHON, 1992, « Précis de télédétection ». Vol. 1 : Principes et méthodes. Presses de l'Université du Québec / AUPELF-UREF, Québec, 485 pp.

S. CHAVEZ, 1984, « *Techniques de traitement numérique pour la cartographie d'image avec landsat TM et spot simulator data* », vol 1 ; Institut de recherche environnementale du Michigan. 116 p

L. COULIBALY, 1996, « *Interprétation structurale des linéaments par traitement d'image satellitaire : cas des sous provinces d'Abitibi et d'Opatika (Québec)* ». Mémoire de maîtrise de géographie ès science en télédétection, Université de Sherbrooke, 106 p

S. DESLANDES, 1990, « *Initiation aux méthodes de traitement numérique des images satellites, sur le système PCI Inc.* », EASUPACE. CARTEL, 32p.

Safouane DJEMAÏ, Hamid HADDOUM, Abderahmane BENDAOU, Khadidja OUZEGANE et Jean-Robert KIENAST, 2009, « *les séries archéennes d'amesmessa (ouest hoggar) remobilisées au Protérozoïque : cartographie, Évolution tectonique et Cheminement p-t* », Bulletin du Service Géologique National Vol. 20, n°1, pp. 1 - 27, 12 fig., 4 tabl., 2009

S. A. DRURY, 1986, « *Remote Sensing of Geological Structure* » in *Temperate Agricultural Terrain*. Geological Magazine, vol. 123, no. 2. pp. 113- 121.

D. EL HADANI, 1997, « *Remote Sensing and Geographic Information Systems for Design and Operation of Water Resources Systems* (Proceedings of Rabat Symposium S3, April 1997). IAHS Publ. no. 242, 197p.

S. M. HIMYARI, C. HOEPFFNER, M. BENZAKOUR, et D. E. HADANI, 2002, « *Etude structurale du haut atlas oriental Maroc à l'aide de l'analyse linéamentaire des images HRV XS) de Spot. Télédétection* », vol. 2, n° 4, p. 243-253

J. HOMSBY and B. BRUCE, 1985: « *A preliminary analysis of Landsat MSS and TM data in the Levack area, sudbury, Canada. IGARSS Remote sensing instrumentation : technology for science and application* », oct 7-9, University of Massachusetts, Amherst, pp. 131 - 140.

P. S. ILBOUDO, 2010, « *Contribution de la géomatique à la recherche minière et à la préservation de l'environnement sur le site aurifère de Dossi* » ; mémoire de master SIG-AGDD, Université de Ouagadougou, 107p.

G. LACHAINE, 1999, « *Structures géologiques et linéaments, Beauce (Québec) : apport de la télédétection* » ; mémoire de maîtrise en géographie, cheminement télédétection ; Université de Sherbrooke ; 83pp

A. MARION, 1987, « *Introduction aux techniques de traitement d'image* ». Paris, Éditions Eyrolles, 278p.

G. MOORE, 1986, « *Digital processing of Landsat-TM for lineament occurrence and spatial frequency in sedimentary Rock* ». U.S. Department of interior, Geological Survey Report DOE, OR21552-1, EROS Data Center.

Vano Mathunaise Sorokoby, Mahaman Saley, Fernand Kouamé, Eric M&apos;moi, Valère Djangoua, Monique Bernier, Affian Kouadio, Jean Biémi, 2010, « *Utilisation des images landsat ETM+ et du SIRS pour la cartographie linéamentaire et thématique de Soubre-Meagui (sud-ouest de la côte d'ivoire) : Contribution à la gestion des Ressources en eau souterraine*. Revue Télédétection, 2010, vol. 9, n° 3-4, p. 209-223.