

Sous la direction de

BIAKA Zasseli Ignace & COULIBALY Adama

Actes du colloque

**« CRISES SÉCURITAIRES EN AFRIQUE : DIAGNOSTICS, DÉFIS ET STRATÉGIES
POUR DES SOLUTIONS DURABLES »**



PASRES ÉDITIONS

Abidjan, Mars 2024



ISBN : 979-10-93066



Sous la direction de

BIAKA Zasseli Ignace & COULIBALY Adama

Actes du colloque

**«CRISES SÉCURITAIRES EN AFRIQUE : DIAGNOSTICS, DÉFIS ET STRATÉGIES
POUR DES SOLUTIONS DURABLES»**

Colloque organisé par
le Fonds pour la Science, le Technologie et l'Innovation (FONSTI) et
le Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique (PASRES)
les 28, 29, 30 novembre et 1er décembre 2023 à Korhogo, Côte d'Ivoire



ADMINISTRATION DES ACTES DU COLLOQUE FONSTI 2023

Responsable

Kouakou Appoh Enoc KRA

Membres

Aka Faustin KABRAN

Kouame YAO

Ludovic Mousso YAPO

Taiba Germaine AINYAKOU

Mise en forme

Kiyopoh Frédéric OUATTARA

Actes n⁰ 02-2023

Colloque International du FONSTI (Abidjan-Cocody)

Bp 782 ABIDJAN 27

Tel : (225) 27 21 78 09 95 / 05 04 64 17 74 / 07 48 08 09 51 / 07 78 26 68 08

info@fonsti.org/ www.fonsti.org

COMITE SCIENTIFIQUE ET DE LECTURE

Président :

Prof. Adama COULIBALY,
Université Peleforo GON COULIBALY, Korhogo, Côte d'Ivoire

Vice-Président :

Prof. Assouman BAMBA,
Université Alassane OUATTARA, Bouaké, Côte d'Ivoire

MEMBRES DU CONSEIL SCIENTIFIQUE

- Pr Adja Ferdinand VANGA**, Université Peleforo GON COULIBALY, Korhogo, Côte d'Ivoire
Pr Souleymane OUMTANAGA, Institut National Polytechnique HOUPHOUET-BOIGNY, Côte d'Ivoire
Pr Azoumana OUATTARA, Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire
Pr Rose NANDIOLO-KONE, Membre du Conseil Scientifique FONSTI/ Université Alassane OUATTARA, Bouaké, Côte d'Ivoire
Pr Meke MEITE, Président Université de San Pedro, Côte d'Ivoire
Pr Alphonsine KOUASSI-MBENGUE, Membre du Conseil Scientifique FONSTI/Université Felix HOUPHOUET-BOIGNY, Abidjan, Côte d'Ivoire
Pr Issiaka KONE, Université Jean Lorougnon GUEDE, Daloa, Côte d'Ivoire
Pr Bamory KAMAGATE, Membre du Conseil Scientifique FONSTI/ Université Polytechnique de Man, Côte d'Ivoire
Pr Mounkaïla Abdo Laouli SERKI, Université Abdou-Moumouni, Niamey, Niger
Pr Zasseli Ignace BIAKA, Université Félix HOUPHOUET-BOIGNY, Abidjan, Côte d'Ivoire
Pr Henri BAH, Université Alassane OUATTARA, Bouaké, Côte d'Ivoire
Pr Boko AKA, Membre du Conseil Scientifique PASRES/ Université Nangui ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire
Pr Georges ZONGO, Université Joseph KI ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso
Pr Abou SANGARÉ, Université Peleforo GON COULIBALY, Korhogo, Côte d'Ivoire
Pr Michel KODO, Alassane OUATTARA, Bouaké, Côte d'Ivoire
Pr Tieba KARAMOKO, Université Peleforo GON COULIBALY, Côte d'Ivoire
Pr Gueladio CISSE, Institut Tropical et de Santé Publique, Suisse
Pr Mawessi AKUE-ADOTEVI, Université de Lomé, Togo
Pr Solange TIEBRE, Centre National de Floristique, UFHB, Abidjan, Côte d'Ivoire
Pr Marcel TANNER, Membre du Conseil d'Administration FONSTI/ Président de l'Académie Suisse des Sciences, Bâle, Suisse
Pr Allassane OUATTARA, Université Nangui ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire

Pr Guessan KOUADIO, Université Félix HOUPHOUET-BOIGNY, Côte d'Ivoire
Pr Inza KONE, Université Félix HOUPHOUET-BOIGNY, Centre Abidjan, Côte d'Ivoire
Pr Kagoyiré KAMANZI, Université Felix HOUPHOUET-BOIGNY, Côte d'Ivoire
Pr Jonas IBO GUEHI, Université Nangui ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire
Pr Dramane DIOMANDE, Membre du Conseil Scientifique FONSTI/ Université Peleforo GON COULIBALY, Korhogo, Côte d'Ivoire
Pr Lacina COULIBALY, Université Polytechnique de Man, Côte d'Ivoire
Pr Assouman BAMBA, Université Alassane OUATTARA, Bouaké, Côte d'Ivoire
Pr Adama BAKAYOKO, Université Nangui ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire
Pr Hortense ATTA DIALLO, Université Nangui ABROGOUA, Abidjan Côte d'Ivoire
Pr Kouakou Appoh Enoc KRA, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Abidjan, Côte d'Ivoire
Pr Séverin KONIN, Université Félix HOUPHOUET-BOIGNY, Abidjan, Côte d'Ivoire
Pr Zoguéhi Arnaud Kevin DAYORO, Université Félix HOUPHOUET-BOIGNY, Abidjan, Côte d'Ivoire
Dr Dieudonné VAIDJIKE, Maître de Conférences, Université de N'Djamena, Tchad
Dr Amed Karamoko SANOGO, Maître de Conférences, Université Alassane OUATTARA, Bouaké, Côte d'Ivoire
Dr Tiga Alain OUEDRAOGO, Maître de Recherches, Université Joseph KI ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso
Dr Roger NEBIE, Directeur de Recherche CNRST/ Secrétaire Permanent de la SOACHIM, Ouagadougou, Burkina Faso
Dr Issa DIALLO, Maître de Recherches, Université Joseph KI ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso

COMITE D'ORGANISATION DU COLLOQUE

COMMISSIONS	:	NOM ET PRENOMS
Président	:	M. Adama COULIBALY
Vice-président comité scientifique	:	M. Assouman BAMBA
Présidente du comité d'Organisation	:	Mme Lhaur-Yaigaiba Annette OUATTARA
Responsable secrétariat	:	M. Zoguehi Arnaud Kevin DAYORO
Membres	:	M. Koffi Ludovic EHOUMA
	:	Mme Affoussiata KARABOUE
	:	M. Kouamé Hendersonn N'GUESSAN
	:	M. Pega TUO
	:	M. Lucas Delmas YAPO
	:	M. Gniman- Lehenan YEO
	:	Mme AKA née Marie Madeleine KOUAKOU
Rapportage / secrétariat	:	M. Guikahue Daniel BISSOU
	:	M. Yapi Andre Dominique YAPI
Édition des actes / Responsable	:	M. Kouakou Appoh Enoc KRA
Accueil / Restauration / Hébergement	:	Mme Senaho Alice DANHI
	:	Mme Lebe Prisca KOUAKOU
	:	Mme Manou Honorine MORO
	:	Mme Bintou SIDIKI
Charge de communication	:	M. Patrick ASSAMOA
Maître de cérémonie/communication	:	M. Yao Martin KOYE
Informatique	:	M. Oulai Alain DAN
	:	M. Mohamed FOFANA
	:	M. Roger KPON
Logistique/transport	:	M. Metangbo DIOMANDE
	:	M. Kouadio Olivier KOUADIO
	:	M. Yao Eugène N'DRI
	:	M. Ludovic Mousso YAPO
Protocole	:	M. Severin KONIN
Protocole	:	M. Kouamé YAO
Tourisme et membre du secrétariat	:	M. Narcisse ABOYA
Tourisme	:	M. Kouassi Aimé YAO

PRESIDENTS DES ATELIERS

Responsable :

Prof COULIBALY Aoua Sougo
(Présidente du Conseil Scientifique du FONSTI)

Membres :

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| - Pr Assouman BAMBA | - Pr Ouattara KARAMOKO |
| - Pr Kagoyiré KAMANZI | - Pr Adama BAKAYOKO |
| - Pr Mamidou KONE | - Dr (MC) Alain OUEDRAOGO |
| - Pr Tieba KARAMOKO | - Dr (MC) Narcisse ABOYA |
| - Pr Allassane OUATTARA | - Dr (MC) Ludovic YAPO |
| - Pr Rose NANDIOLO-KONE | - Dr (MC) Kouamé YAO |
| - Pr Solange TIEBRE | - Dr (MC) Adama YEO |
| - Pr Alphonsine KOUASSI-MBENGUE | - Dr (MC) Eugène N'DRI |
| - Pr Dramane DIOMANDE | - Dr (MC) Lebe Prisca KOUAKOU |
| - Pr Adja Ferdinand VANGA | - Dr (MC) Sopie YAPO |
| - Pr Abou SANGARE | - Dr (MC) Landry KABRAN |
| - Pr Henri BAH | - Dr Kouassi Aimé YAO |
| - Pr Gonnety TIA | - Dr (MC) Taiba Germaine AINYAKOU |
| - Pr Yaya SORO | - M. Gnelbin HLYH |
| - Pr Kouakou Appoh Enoc KRA, | - M. Salomon KOUADIO |

PRÉSENTATION

À l'initiative du Fonds pour la Science, la Technologie et l'Innovation (FONSTI) et du Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique (PASRES), un colloque international sur le thème « crises sécuritaires en Afrique : diagnostics, défis et stratégies pour un développement durable » s'est tenu du 28 novembre au 1^{er} décembre 2023 à Korhogo, dans le nord de la Côte d'Ivoire. L'inquiétude suscitée par la persistance et la diversité des crises aux sources multiples auxquelles les pays africains sont confrontés depuis leur accession à l'indépendance et les incidences incalculables sur son développement ont convaincu les deux institutions d'organiser cette rencontre scientifique transdisciplinaire pour creuser davantage la question. En le faisant, le FONSTI et le PASRES sont convaincus que les perspectives qui s'ouvrent à l'Afrique de fédérer ses intérêts collectifs vitaux en forces de défense communes, chargées d'assurer sa sécurité dans tous les domaines, sont la condition *sine qua non* de sa survie en tant que sujet historique, pôle de puissance régional.

Ce colloque international qui a réuni des enseignants-chercheurs, des chercheurs, des doctorants, des administrateurs, des hommes politiques, des forces de défense et de sécurité, des ONG en lutte contre la pauvreté et l'insécurité avait pour objectif de fournir un diagnostic clair des crises sécuritaires en Afrique en éclairant les liens insoupçonnés entre les défis nationaux liés aux efforts sectoriels de résolution et les stratégies collectives sous-estimées, sous-évaluées ou même banalisées. L'engouement suscité par cette thématique explique la mobilisation de la communauté scientifique africaine et internationale, avec des participants venus d'horizons divers, notamment de l'Allemagne, du Bénin, du Burkina Faso, du Cameroun, du Congo Brazzaville, des États-Unis d'Amérique, de la France, de la Guinée, du Mali, du Mozambique, du Niger, du Sénégal, de la Suisse, du Togo et du pays hôte, la Côte d'Ivoire.

Au cours du colloque, des conférences, des panels, une visite de posters, le lancement de la Chaire de recherche pour les déplacés forcés en Afrique de l'Ouest lancé 11 mai 2023 au Burkina Faso et des ateliers ont été proposés. Les présents Actes portent sur les communications en ateliers.

LES TROIS PARTIES

Les textes retenus pour ces actes sont répartis dans six axes thématiques articulés autour de trois parties. Notons qu'aucun texte n'est retenu dans l'axe 6.

Première Partie

La première partie regroupe les axes 1 et 2.

Vingt-trois (23) textes portent sur l'**Axe 1 : Crise sécuritaire et défense des États**. En général, les auteurs établissent un diagnostic de la sécurité dont les occurrences dévoilent une fragilité des États. Cette situation détermine les États africains à la coopération économique et sécuritaire avec certaines puissances au regard de leur fragilité. Cela s'avère

être, à l'analyse, un piège qui met à mal leur souveraineté. D'où les défis immenses et complexes à relever. Il s'agit notamment de répondre au défi d'endiguement de l'internationalisation et de la féminisation des mouvements extrémistes, du maintien de la sécurité des citoyens dans un monde menacé par les nouvelles formes de guerres, le défi de la coopération sécuritaire sans brader la souveraineté des peuples africains à disposer d'eux-mêmes.

Huit (8) textes ont été proposés pour l'**Axe 2 : Crise politique et institutionnelle : démocratie et État de droit**, avec des méthodologies diverses couplant études théorique et expérience de terrain. Les facteurs mis en cause dans la survenue des crises sécuritaires en Afrique indiquent l'implication des métropoles dans la gestion des anciennes colonies. Ils ressortent également que les processus de succession dans les régimes traditionnel et moderne sont les catalyseurs de crises dans les sociétés africaines. La mauvaise gouvernance, le déficit de légitimité électorale, les irrégularités qui ont pour corolaire les coups d'État sont autant de facteurs qui militent en faveur de l'occurrence des crises sécuritaires. En outre, la pauvreté humaine, les conflits d'usage, autour de la gestion des ressources naturelles alimentent le terrorisme qui érode par ricochet la démocratie. L'action conjuguée de toutes ces causes dans les États africains est source de manifestations de crises multiples.

Deuxième partie

La deuxième porte sur l'axe 3.

Les cinquante (50) textes de l'**Axe 3 : Sécurité alimentaire et environnementale** sont étroitement liées aux préoccupations associées aux crises alimentaire et environnementale et peuvent être structurées autour de huit (08) thématiques. Ce sont les Ressources hydriques, agriculture, élevage et conflits ; l'Agroforesterie, Sécurité alimentaire et Résilience ; les Risques climatiques et crises sociales ; la Sécurité alimentaire, nutrition, changements climatiques et santé humaine ; la Sécurité foncière, migration des peuples, accaparement des terres et conflits, Sécurité environnementale, biodiversité et production agricole ; Sécurité alimentaire, mains d'œuvre et production durable et Sécurité énergétique et développement durable.

Troisième partie

La troisième partie renferme les axes 4, 5 et 7.

L'axe 4 : Sécurité sanitaire et de la protection sociale compte huit (8) textes développés sous divers angles des questions liées à la sécurité sanitaire et à la protection sociale. La majorité de ces contributions scientifiques portent sur des cas pratiques géographiquement localisés, tel que la persistance du VIH/SIDA à Sakassou en Côte d'Ivoire, la sécurisation sanitaire en milieu carcéral dans la République du Congo, la sécurité sanitaire des aliments dans un certain nombre de localités ivoiriennes, la pénibilité du travail domestique chez les filles de ménages mineures ivoiriennes ou encore les facteurs de recrudescence des accidents de motos-taxis dans les villes de Korhogo et de Bouaké.

Les douze (12) textes de l'**axe 5 : Crise des systèmes éducation-formation** ont porté sur la crise des systèmes éducation-formation dont les impacts au plan social et économique sont importants. En dépeignant les problèmes socioéconomiques suscités par des systèmes éducation-formation fragilisés par de multiples facteurs, les auteurs ont, dans l'ensemble, mené des réflexions conduisant à l'élaboration de réponses au problème de l'employabilité et à l'insertion professionnelle des jeunes, aux crises qui naissent dans le domaine de l'éducation et de la formation ainsi que dans le système éducatif, à l'épineux problème de l'inadéquation qui se pose entre l'offre de formation et la demande de l'emploi dans les sociétés africaines qui se modernisent à une vitesse accélérée.

Cet axe 7 : (In)sécurité linguistique, avec trois (3) textes, a fait état des réflexions sur deux sous-thèmes : la violence du discours politique et les menaces sur la survie des langues nationales. Les analyses faites dans la première catégorie de communications ont révélé un dénivellement entre le dit et le non-dit du discours politique et l'escalade de l'insécurité dans les pays africains postcoloniaux bénéficiaires de la sécurité militaire internationale. Le même constat de violence langagière a été relevé dans les discours des idéologues salafistes, avec, en toile de fond, la haine de l'autre. La seconde catégorie de communications constitue une sorte de cri d'alarme face à la menace qui pèse sur les langues locales face à la percée de la langue officielle, le français.

SOMMAIRE

PREMIÈRE PARTIE19

AXE 1 : CRISE SÉCURITAIRE ET DÉFENSE DES ÉTATS20

Abel-Roméo FOFANA, Marcel Arnoux ODY, Fanda SORO, Brahima DIAKITE : *Les enjeux de la présence militaire chinoise en Afrique de 2004 à nos jours*21

Achy Wilfried ATSIN : *Propension de prospérité des fake news en Côte d'Ivoire à travers les réseaux sociaux numériques : causes et incidences sur la sécurité intérieure*40

Ahou Christine YAO, Francis AKINDÈS et Parfait Koffi N'GORAN : *Fermeture des frontières et dynamique de l'extrémisme violent dans les zones frontalières nord de la Côte d'Ivoire (Tengrela)*55

Amara COULIBALY et Vanié Cyrille SIKA BI : *Le terrorisme à nos portes : de la misère sociale à l'endoctrinement islamo-djihadiste, lecture curative des enjeux de solutions chez Erik Orsenna de l'académie française.*63

Amon Brice Crépin ALLOYA, Kouamé John KOUASSI, Meloah Mohamed TOURÉ : *La réponse des états ouest-africains face à la féminisation des mouvements extrémistes (2000-2016)*75

Anaky Franck Trésor N'GUETTA : *La réponse de l'état ivoirien face à la nécessité de reconstruction d'une armée républicaine au service de la nation (2011-2017).*90

Arnold Lessbet BAHIN : *Les guerres nouvelles : l'état, le poids de la sécurité et la mesure de la liberté*.....112

Binaté Namodé Alice DOSSO et Patrice M'Bétien KONE : *Les cellules civilo-militaires à l'épreuve de l'extrémisme violent dans la zone frontalière nord de la Côte d'Ivoire : une analyse criminologique*122

Brahima KONE, Logbou Koussou Marie Flora GOSSAN, Yefounignui Marie-Laure SORO et Massandjé TRAORE : *Les stratégies nationales de lutte contre le terrorisme en Afrique de l'ouest : la réponse de la Côte d'Ivoire face à la menace terroriste a ses frontières de 2016 à nos jours*134

Franck-Gautier GACHA, Koffi Fabrice Kévin GBAMELE et Agnéro Hermès GNAGNE : *La réinsertion socioprofessionnelle des ex-combattants des forces républicaines de Côte d'Ivoire sur fond de stabilité sociale à Korhogo, nord de la Côte d'Ivoire*.....151

Gnanda Béatrice ANGHU : *Crise sociale et identitaire, une piste de solution durable : cas de The Fire Next Time de James Baldwin*163

Jean Bernard DIATTA, Amadou Hamath DIA et Paul DIÉDHIUO : <i>Crises sécuritaires foncières locales et sous régionales dans le département de Oussouye / Sénégal</i>	175
Koffi Mouroufié Paul BINI : <i>État des acteurs de la sécurité privée : une menace pour la sécurité intérieure ?</i>	192
Koungoro Bernard KAMBOU : <i>Dynamiques socioreligieuses : rivalités entre mouvements islamiques et risques d'émergence d'extrémisme violent dans le Folon</i>	205
Ladji BAMBA : <i>Irrégularité dans l'obtention du permis de conduire en Côte d'Ivoire, cas du district d'Abidjan</i>	212
Marcelin Kouassi AGBRA : <i>Le terrorisme et la technique de l'effraction</i>	224
Mariane SECK et Seynabou FAYE : <i>La CEDEAO face à l'instabilité politique</i>	235
Nahoua Karim SILUE : <i>Les enjeux humanitaires et géopolitiques de la guerre du Biafra (1967-1970)</i>	250
Philippe HIEN : <i>Crises politico-sécuritaires et présence française en Afrique (1994-2023)</i>	262
Senoudjou Yelly Mariame COULIBALY, Dogore Dominique YAKOU, Maïmouna KONÉ et Nana Leila YOBOUÉ : <i>Le conflit maritime entre la Côte d'Ivoire et le Ghana à l'aune des enjeux énergétiques et stratégiques en Afrique de l'ouest (2007-2017)</i>	286
Tiraogo Rodrigue OUEDRAOGO, <i>Spillover effects of burden defence on social welfare from ECOWAS region</i>	298
Yao Jean Julius KOFFI et Adjoua sylvie KOUAKOU : <i>Catégorisation de la violence criminelle dans les quartiers périphériques de la ville de Bouaké</i>	319
Zié TUO : <i>La collaboration des missionnaires baptistes et des senoufo dans le nord de la Côte d'Ivoire (1947-1965)</i>	338
AXE 2 : CRISE POLITIQUE ET INSTITUTIONNELLE : DÉMOCRATIE ET ÉTAT DE DROIT	356
Albert Amani NIANGUI : <i>Crises sociopolitiques endogènes comme crise de la démocratie évangélique : lecture bergsonienne</i>	357
Alhousseiny AG OUFENE : <i>Les crises politico-sécuritaires dans les États du sahel : un défi au multilatéralisme</i>	372

Désiré Bernard KOLO : *Crises sécuritaires et migration clandestine des Africains vers l'Europe: Réflexion sur: Der Traum vom Leben et Die neue Völkerwanderung***385**

Drissa DIARRASSOUBA : *Fondements et implications des rivalités liées à la gestion des ressources halieutiques à Grand Lahou***398**

Gli Modeste Franck MAH : *Coopération institutions de Bretton Woods-Côte d'Ivoire : entre crises et rupture de 1987 à 2002***413**

Joël SERIKPA et Henri Brou Bédié KREMET : *Violences politiques et droits de l'homme en période électorale : une analyse à partir des présidentielles ivoiriennes de 2000 et 2010*.....**428**

Ludovic Mouso YAPO et Parfait Atta NIANGORAN: *Francophonie et problématique des guerres en Afrique subsaharienne*.....**441**

Moro Jean Martial AHORO : *Les crises, facteurs de l'insécurité financière de la microfinance en Côte d'Ivoire (1975- 2011)***456**

DEUXIÈME PARTIE**470**

AXE 3 : SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET ENVIRONNEMENTALE**471**

Ablan Anne-Marie ETTIEN : *Sécurité sanitaire des aliments consommés dans la ville de Korhogo (Côte d'Ivoire) : cas de la peau de bœuf, de la volaille et du poisson fumé*.....**472**

Adjoa Mauraine-Fabienne KOUAKOU, Kouakou Arounan KOUAKOU et Yao Jean-Aimé ASSUE : *Stratégies féminines de gestion de la soudure alimentaire dans la Sous-préfecture de Famienkro (Côte d'Ivoire)***486**

Adjoumani Rodrigue KOUAKOU, Ahissan Donatien EHOUMAN et Affoué Tindo Sylvie KONAN : *Conception et réalisation d'un système de chauffage de poussins à biogaz provenant des fientes de poules***498**

Adon Simon AFFESSI, Tonde Boris GUE, Ibrahim Cisse, Joss DOPO, Zana Souleymane DEMBELE et Andy Betty OULAÏ : *Stratégies de résiliences dans les ménages du quartier Soba de Korhogo, nord ivoirien, face à la cherté de la vie*.....**507**

Agnéro Hermès GNAGNE, Franck-Gautier GACHA et Gninnan Hervé COULIBALY : *Perceptions et vulnérabilité des producteurs de cannes villageoises de Ferké 2 et de Zuénoula face au dérèglement climatique*.....**523**

Aiza Monique AINYAKOU-SANGA, Christ Romuald KIPRE, Gblossi Bernadette GOUALIE, Kouamé Daniel KRA et T. Germain KAROU : *Profil de résistance aux antibiotiques de souches potentiellement pathogènes isolées des déchets d'abattoirs de volaille du district d'Abidjan***535**

Amadou KOUYATE, Seiny Roger N'DRI, Ali SANOU, N'guessan Jean Louis KOUAKOU, Koffi Jean-Paul BOHOUSOU, Mougo André TIGORI, Niamien Paulin Maruis et Brou DIBI : Évaluation du niveau de contamination métallique des sédiments du lac Bra Kanon (Daloa, centre-ouest de la Côte d'Ivoire)	550
André GADJI, Lassina FONDIO, Kouakou Théodore KOUADIO, Diakaria Noupé COULIBALY, Christian-Landry OSSEY, Aya Félicité N'GAZA, Ossey Bernard YAPO, Kouabenan ABO : Efficacité des biopesticides à base de <i>bacillus thuringiensis</i> et d'extraits de plantes sur <i>phytophthora infestans</i> , agent causal du mildiou de la tomate (<i>solanum lycopersicum</i> L)	561
Armand KANGAH : Insécurité climatique et risques d'inondations dans la ville d'Ayamé (sud-est de la Côte d'Ivoire)	579
Arthur Denos MONGA , la catastrophe écologique du Probo Koala en fiction dans <i>Sans parole ni poignée de main</i> de Tanella Boni: enquête écocritique au cœur d'un hypertexte de l'insécurité environnementale.	592
Assane TRAORE et Daouda FOFANA : Cantine, coopérative scolaire et co-construction des savoirs : communication pour une suture alimentaire dans les DRENA de Korhogo et Ferkessedougou.....	606
Assiri Elloh Patrice KOUAME, N'guessan Wilfried YAO, Nougnon Sétou SILUE et Mamadou KONE : activité antifongique de plantes locales contre deux champignons responsables de pourritures post-récolte des rhizomes de gingembre (<i>zingiber officinale</i> roscoe)	620
Christine Florence Ahia KPLA, Awa TOURÉ, Arnaud-Freddy YAPI, Marcellin Koko HIEN et Benjamin Koffi KOUMAN : Identification des adventices et étude comparative des méthodes de lutte dans la culture d'anacardier (<i>anacardium occidentale</i> l.) Dans le département de Bouna au nord-est de la Côte d'Ivoire	637
Daniel Koffi OUATTARA, Baudelaire Kanhoun KOUAME, Achille Roger TAPE et Joseph P. ASSI-KAUDJHIS : Production maraîchère et accès des ménages aux denrées alimentaires dans la sous-préfecture de Tiébissou (Centre, Côte d'Ivoire)	653
Dotanan TUO et Kouadio Arnaud KOUAME : Dynamique spatiale des aires pastorales et incidences socio-environnementales dans la Sous-préfecture de Daloa (centre-ouest ivoirien)	668
Élisabeth YAO : Culture du coton et défis environnementaux et sécuritaires dans le Nord ivoirien, de 1912 à 2022.....	687
Jacob AHOUYAO, Yao Célestin AMANI et Kouamé Guy Marcel BOUAFOU : Sécurité alimentaire et nutritionnelle et prévalence de maladies en contexte de changement climatique chez les Adjoukrou dans le département de Dabou/sud de la Côte d'Ivoire..	701

Jean Ballo YAO, Pascal ANOGBRO, Paul Eric Dhédé KOUAME et Arsène DJAKO : Conflits d'usage entre acteurs d'utilisation de l'espace et vulnérabilité de l'élevage de bovin dans le département de Beoumi.....719

Jonathan Aser Engelvin SERI : Résilience à la pénurie d'eau potable en milieu rural ivoirien : l'apport des pratiques ancestrales dans la Sous-prefecture de gboguhe.....734

Koffi Eugene KOUAKOU, Koffi Léon YAO et Amani Michel KOUASSI : Influence des changements environnementaux sur les sols et la qualité physique des eaux de surface du bassin versant du N'zi.....753

Konan Eric KOUADIO et Api Véronique Ange Josiane SECA : Sécurité de la ruralité à l'épreuve de l'érosion côtière à Lahou-Kpanda779

Kouadio Dagobert KRA, Koffi Eric KWADJO, Bleu Gondo DOUAN, Kouamé Kan Sébastien LOUKOU et Tania Candide OCHOU : Inventaire des insectes ennemis naturels dans des plantations de maïs en vue d'une lutte biologique contre *spodoptera frugiperda* (lépidoptères: noctuidae)790

Kouamé Firmin KONAN, Kouamé René N'GANZOUA, Thierry Philippe GUETY, Sidiky BAKAYOKO et Koné BRAHIMA : Diagnostic des contraintes minérales et physiques d'un sol de bas-fond rizicole en région centre de la Côte d'Ivoire803

Kouamé Kouassi James JOSEPH, Siaka TRAORE, Demby Laetitia Muriel KOUADIO, N'goran Charles ABY, Karidia TRAORE et Kouman KOBENAN : Rôle de la variété de bananier dans le développement de la résistance de *mycosphaerella fijiensis* aux fongicides815

Kouamé René N'GANZOUA, Amany Guillaume KOUAME et Noël Boué VOUI BI : Impact de l'agroforesterie sur la fertilité naturelle des sols des plantations cacaoyères à Toumodi, Côte d'Ivoire833

Kouassi Germain N'GATTA : Conservation de la biodiversité et techniques culturelles pour une sécurité alimentaire durable chez les paysans de Safa-manois / Sassandra.....847

Koutoua SEKA, Anthelme Jocelin N'CHO, Alassane OUATTARA et Hortense ATTA DIALLO : Diagnostic des maladies virales de quelques plantes médicinales de Côte d'Ivoire et caractérisation des begomovirus associés.....862

M'min Marie Florence KADJO, Kouakou Séraphin KONAN, Sampah Georges EBLIN, Zilé Alex KOUADIO, Kouakou Lazare KOUASSI : Évaluation du degré de contamination métallique des sédiments de la retenue du barrage de Fayé (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire)877

Mangoua Roland TEHIA : L'amour de l'atome comme amour de soi, une clé à la résolution du changement climatique	891
Markos Yao KOUASSI : La crise sécuritaire de l'ouvrier : Enjeux sécuritaires des conditions d'existence dans quelques romans de Jack London	903
Mauricette Prisca Amanahan ANGOUA, Jean-Luc Aboya MOROH, Detto KARAMOKO, Aya Philomène KOKORA, Ahou Roseline N'DRI, Fatoumata FOFANA, Marius Ebaley Yves-Magloire ANGORATCHI, Emmanuelle ROQUE-D'ORBCASTEL, Yvan BETTAREL et Adama COULIBALY: Incorporation stabilisée de <i>bacillus subtilis</i> et <i>saccharomyces cerevisiae</i> avec différents agents liants dans un aliment de <i>oreochromis niloticus</i>.....	916
Moussa DIARRA, Kossonou Roland N'GUETTIA, Donafologo Baba SORO, Sékou YEO, Brou DIBI, Ardjouma DEMBELE, Mamadou KONE, et Sory Karim TRAORE : Degré de contamination des cultures maraichères par les résidus des pesticides : cas des aubergines (<i>solanum aethiopicum</i>) dans la localité de Tiebissou (centre de la Côte d'Ivoire).	934
N'goran Nina Regina N'ZI, Kouadio Justin Konan, Tapé GNAHORÉ Toussaint JOANNY et Nahoua Issa OUATTARA : Étude des paramètres de reproduction du grondin Volant <i>dactylopterus volitans</i> (linnaeus, 1758) dans les Eaux côtières de Côte d'Ivoire.....	947
Navanhan YEO, Bassoma KONE, Dhédé Paul Éric KOUAME, et Arsène DJAKO : Production de la banane plantain et conflits fonciers dans la sous-préfecture de Bouaflé	961
Oi Tano Serge Mickael TANO et Issouf CAMARA : Asymétrie des pouvoirs et résilience dans une Afrique en pleine crise environnementale	971
Pierre Martial Thierry AKELY, Heliane GNAGNE, Brou Roger KONAN, Khaled BOUGUERRA, Rene Amand COFFI et N'guessan Georges AMANI : Introduction d'un semoliner ssi dans la transformation de l'attiéké frais: étude de rentabilité d'une petite unité de production du sud de la Côte d'Ivoire	986
Pitchou Prudence ADZONA, Alain Juste SABOUKOULOU., Vincy Midrak NTSOUMOU, Ouaya Rubernadin GUYDUL et Henri BANGA-MBOKO : Valorisation du tourteau local de la pulpe <i>dacryodes Edulis</i> (Safou) dans l'alimentation des poulets de chair en milieu tropical	1001
Rodrigue Kotchi OROU, Germaine Adjoua TANOH et Rosine Marie N'guessan FOSSOU : Vulnérabilité et risque de contamination saisonnière des eaux souterraines du département d'Agboville (sud-est de la Côte d'Ivoire)	1010

Sata YE : Profil socio-économique des femmes dans l'agriculture : cas de la pisciculture dans la ville de Daloa (Côte d'Ivoire)1029

Sébastien AJAHOUNG SONKENG : Mines et environnement : quels enjeux et quels défis de sécurité pour l'Afrique subsaharienne ?1044

Souleymane GANEMTORÉ, Brahim CAMARA, Kassi Huscley Pierre ANGROI, Adjata KAMARA, Koffi Fernand Jean-Martial KASSI et Daouda KONÉ : Diversité morphologique et pathogénique des souches de *colletotrichum* sp. responsables de l'anthracnose de l'igname en Côte d'Ivoire.....1058

Sylvie ASSEMIAN-NIANGO, Konan Jean-Marie KOUAKOU, Anne Audrey Logbochi ACHY et Charles Albéric AKA: Contamination par les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) des eaux de la lagune ébrié : zone du port autonome d'Abidjan1079

Taiba Germaine AINYAKOU : La problématique de l'usage des pesticides bio par les agricultrices des bas-fonds de Korhogo et exposition aux maladies1099

Tchoa KONE, Idrissa COULIBALY , Badoua BADIÉL, Zana Lassina OUATTARA et Mongomaké KONE : Influence de l'amorçage des semences et du type de riziculture sur quelques caractères agro-physiologiques du riz (*oryza sativa* l.)1107

Valentin Gansso AKILINON, Olivier Simon KOMBO MANANGA, Jean Eudes Yves Agness Essoh GNAGNE et Bernard Ossey YAPO : Évaluation de la pollution nutritive et de l'aptitude aux potentialités biologiques des eaux estuariennes de la lagune ébrié1122

Victorine HIEN, Souleymane DIOMANDE, Olayossimi ADECHINA, Bernard Nazaire DJYH et Karamoko OUATTARA : Efficience des cultures maraichères et autonomisation des maraichers de San Pedro pour une sécurité alimentaire en Côte d'Ivoire1135

Yatanan Casimir BLE, Adjehi DADIE : Test de virulence de *aeromonas hydrophila* sur les grenouilles *hoplobatrachus occipitalis* dans les conditions expérimentales.....1151

Yaya KONATE, Zilé Alex KOUADIO, Eba Ernest COFFI et Wawogninlin Brice COULIBALY : Influence des paramètres agroclimatiques sur la production de canne à sucre : cas de l'unité agricole intégrée de Borotou Koro, Côte d'Ivoire1160

Zilé Alex KOUADIO, Bi Guessan Armand KOUASSI et Gla Blaise OUEDE : Dynamique spatiale du fleuve San-Pedro à la traversée de la ville de San-Pedro (sud-ouest, Côte d'Ivoire)1177

Zoumana KONATE, Victor Tiéba OUATTARA, Souleymane SANOGO, Stanislas Kouakou KOFFI et Sidiky BAKAYOKO : Effets de différentes méthodes de compostage de la fiente de poulet sur la fertilité des composts et la production de l'aubergine (*solanum melongena* l.)1198

TROISIÈME PARTIE1216

AXE 4 : SÉCURITÉ SANITAIRE ET DE LA PROTECTION SOCIALE.....1217

Ablan Anne-Marie ETTIEN : Sécurité sanitaire des aliments consommés dans la ville de Korhogo (Côte d'Ivoire) : cas de la peau de bœuf, de la volaille et du poisson fumé...1218

Achi Amédée-Pierre ATSE : Dichotomie prévention ethnomédicale - prévention vaccinale Chez les voyageurs à la frontière ivoiro-burkinabée.1232

Gilles Gildas YAPO, Lucas Delmas YAPO et Koffi Ludovic EHOUMA : Logiques culturelles et manque d'hygiène sanitaire des aliments vendus dans la rue: cas de la commune de KOUMASSI1249

Kangah Emmanuel ETTIEN : Pertinence stylistique de l'éthos discursif dans le discours d'Alassane Ouattara : cas de son adresse à la nation sur la crise sanitaire du covid-19 1261

Kassimou CISSE, Péga TUO et Kipimboulouba Joël Emmanuel SILUE : Déterminants du recours à la médecine traditionnelle en milieu urbain : cas de la commune d'Adjamé dans la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire)1273

M'bra Kouakou Dieu-Donné KOUADIO : Les déterminants de l'intérêt mitigé des étudiants de l'université allassane ouattara pour la couverture maladie universelle1286

Namory DOUMBIA : Participation communautaire dans les activités de communication planifiées par la direction de coordination du programme élargi de vaccination (DC-PEV) Côte d'Ivoire en 2019, 2020 et 20211298

Romuald Atchory Eliasson MEL et Zié Adama OUATTARA : Mobilisation communautaire et gouvernance des ONG de lutte contre le VIH à Katiola1312

AXE 5 : CRISE DES SYSTÈMES ÉDUCATION-FORMATION1326

Affoua Marie-Rose YAO et Appoh Charlesbor KOBENAN : *Le doctorat dans le système universitaire en Côte d'Ivoire et insertion extra-académique*1327

Bienvenue MERCI MOUDJOURI : *La crise de l'employabilité des diplômés en Afrique francophone : entre inadéquation des formations, usure de l'État et faiblesse du tissu industriel*1338

Bissè Blanche Danielle N’guessan ADOH et Lou Sromman Annicette SERY : Conflits et stratégies d’insertion professionnelle chez les jeunes des communautés impactées par une entreprise minière dans la sous-préfecture de Yorodougou et de Santa1351

Brou Hyacinthe N’CHO et Lucas Delmas YAPO : *Résilience des acteurs de l’enseignement secondaire à l’éducation en situation de crise du fait de de la pandémie du COVID 19 : cas du district de Yamoussoukro (Côte d’Ivoire).*1368

Franck KOUADIO : *Éduquer à la liberté pour mieux bâtir la sécurité en Afrique ...*1384

Gérard Landry Konan KRA et Kouadio Natanaël KOFFI : *COVID-19 et instauration des cours en ligne à l’université Alassane Ouattara : de l’innovation aux difficultés ..*1397

Guy Franck Cédric DELY : Le phénomène des influenceur(euse)s du web et la crise de l’éducation en Côte d’Ivoire1411

Kignilman Laurent TOURÉ et Daouda COULIBALY : *Regard rhétorique et pragmatique du discours de crise des « docteurs non-recrutés » en Côte d’Ivoire*1423

Kouassi Antoine AFFOUROUMOU : *Crises et posture de conte traditionnel : influences et perspectives sur l’évolution d’un art vivant*1437

Lucas Delmas YAPO et Bi Zou Aimé ZAHOU LI : *La performance académique et les attentes des étudiantes dans les universités publiques : cas de l’Université Félix Houphouët-Boigny*1452

Patrick Franklin KOUASSI et Koffi Kaudjis Agnès AKAFFOU épouse YAO : *Analyse différenciée des crises sociopolitiques sur la population en âge de travailler en Côte d’Ivoire*1463

Seydou OUATTARA : *Étude des déterminants de la dégradation de la qualité du système éducatif en Côte d’Ivoire : cas de Bouaké et Yam 2oussoukro.*1477

AXE 7 : (IN)SÉCURITÉ LINGUISTIQUE1495

Kouakou Daniel KOUADIO : *Espaces en guerre, déplacements et insécurité linguistique dans Allah n’est pas obligé d’Ahmadou Kourouma*1496

Luc-Arsène Djeth YAO et Didjour KAMBIRE : *Crises sociales et pratiques langagières dans L’état z’héros de Maurice Bandaman et Les naufragés de l’intelligence de Jean-Marie Adiaffi*1510

N’guessan Edmonde-Andréa ALLA, Allou Allou Serge Yannick et Dodo Jean-Claude : *Langues minoritaires ivoiriennes face au défi de survie : un cas de crise sécuritaire linguistique*1522

DEUXIÈME PARTIE

AXE 3 : SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET ENVIRONNEMENTALE

**VULNERABILITE ET RISQUE DE CONTAMINATION SAISONNIERE DES EAUX
SOUTERRAINES DU DEPARTEMENT D'AGBOVILLE (SUD-EST DE LA COTE
D'IVOIRE)**

**VULNERABILITY AND RISK OF SEASONAL CONTAMINATION OF GROUNDWATER
IN THE DEPARTMENT OF AGBOVILLE (SOUTH-EAST COTE D'IVOIRE)**

Rodrigue Kotchi OROU^{1*}, Germaine Adjoua TANO² et Rosine Marie N'guessan FOSSOU³

¹ *Département Agriculture et Technologies Nouvelles, UFR Agriculture, Ressources Halieutiques et Agro-Industries, Université Polytechnique de San Pedro, BP V1800 San-Pedro, San Pedro, Côte d'Ivoire.*

² *Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des Géomatériaux, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22, Abidjan, Côte d'Ivoire.*

³ *Laboratoire Géosciences et Environnement, UFR Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Abidjan, Côte d'Ivoire*

*Auteur correspondant : orourodrique@gmail.com / orourodrique@yahoo.fr ; +225 0709152460

Résumé

L'approche de la vulnérabilité à la contamination des ressources en eaux se présente comme un outil efficace pour limiter et contrôler les risques de dégradation de la qualité des eaux. L'objectif principal de cette étude est de déterminer le niveau de protection des aquifères d'altérites afin d'évaluer la qualité de ces eaux. Une approche autre que celles qui sont traditionnellement utilisées est employée et elle repose sur le pouvoir épurateur (Md), l'indicateur de temps de séjour (i) et les indices de contamination (IC et ICA). Les données géologiques et hydrochimiques ont été obtenues à partir de 24 puits et les paramètres hydrochimiques ont été dosés avec une chromatographie ionique au CIAPOL. Les résultats obtenus montrent que 56% des puits étudiés ont un Md < 1 et 44% des puits étudiés ont un Md > 1. Les eaux échantillonnées en saison sèche ont un temps de séjour plus long qu'en saison pluvieuse ce qui montre qu'ils sont très vulnérables avec le risque de contamination saisonnière élevé. Les plus fortes valeurs de i se rencontrent en majorité dans les puits de grande profondeur qui sont caractérisés par des faibles valeurs de nitrates. La concentration en NO₃⁻ et i évoluent de façon inverse. Les valeurs de l'IC indiquent que les eaux souterraines sont d'excellente à bonne qualité (IC < 14) et celles de l'ICA montrent que les eaux ont subi une contamination agricole modérée. La contamination des eaux échantillonnées est plus importante en saison sèche qu'en saison pluvieuse. Mais, elles sont plus vulnérables en saison pluvieuse. Dans l'ensemble ces eaux sont de qualité moyenne.

Mots-clés : Indices de contamination, pouvoir épurateur, qualité des eaux, vulnérabilité, Agboville.

Abstract

The vulnerability of water resources to contamination approach is an effective tool for limiting and controlling the risks of water quality deterioration. The main objective of this study is to determine the level of protection afforded to alterite aquifers in order to assess the quality of these waters. An approach other than those traditionally used is employed, based on the purifying capacity (Md), the residence time indicator (i) and the contamination indices (IC and ICA). Geological and hydrochemical data were obtained from 24 wells, and hydrochemical parameters were measured using CIAPOL ion chromatography. The results show that 56% of the wells studied have a Md < 1 and 44% of the wells studied have a Md > 1. The water sampled in the dry season has a longer residence time than in the rainy season, which shows that it is highly vulnerable to seasonal contamination. The highest i values are found mainly in deep wells, which are characterised by low nitrate values. The NO₃⁻ concentration and i evolve inversely. The IC values indicate that the groundwater is of excellent to good quality (IC < 14) and the ICA values show that the water has suffered moderate agricultural contamination. Contamination of the water sampled is greater in the dry season than in the rainy season. However, they are more vulnerable in the rainy season. Overall, the water is of average quality.

Keywords: Contamination indices, purification capacity, water quality, vulnerability, Agboville.

INTRODUCTION

La qualité de l'eau baisse partout dans le monde en raison des activités humaines, la croissance démographique, l'augmentation du niveau de vie et si elles ne sont pas gérées de façon adéquate, ces activités génèrent une pollution qui peut nuire aux ressources en eau et aux écosystèmes aquatiques (Ben-Daoud *et al.*, 2012). La gestion des eaux aussi bien de manière qualitative que quantitative est un problème d'ordre socio-économique et écologique, car l'eau douce est une ressource indispensable à la vie (Chaoui, 2007). La préservation et la sauvegarde de cette ressource sont donc une nécessité qui concerne à la fois ses usages et sa valeur environnementale (Quevauviller, 2010). Dans le contexte actuel de la politique de gestion durable des ressources en eau, la prédiction du risque de pollution et la protection à moyen et à long terme de la qualité de ces ressources s'imposent (Amharref et Bernoussi, 2007). C'est ainsi que la conférence internationale sur l'eau et le climat en 2016 au Maroc s'est fixée cinq thématiques majeures, dont la vulnérabilité de l'eau aux changements climatiques (MERM, 2016). Cette vulnérabilité a été traitée par plusieurs auteurs, dont Chaoui *et al.* (2013) en Algérie, au Maroc par Mouhcine *et al.*, (2017), au Cameroun par Mba *et al.*, (2019) et au Togo par Poromna *et al.*, (2022). En Côte d'Ivoire, les travaux de Koffi *et al.* (2013) ont montré la faible vulnérabilité des aquifères fracturés à Kossihouen, ceux de Allechy *et al.*, (2016) dans la région d'Oumé ont prouvé que les aquifères d'altérite sont très vulnérables à la pollution. La majeure partie des études en Côte d'Ivoire ont été effectuées dans le bassin sédimentaire dont Jourda *et al.* (2007), Aké *et al.* (2009), Deh *et al.*, (2012), Ble *et al.*, (2020) et Kamenan (2021). Selon les travaux de Jourda *et al.* (2007), Aké *et al.* (2009) et Deh *et al.*, (2012), les aquifères sont caractérisés par une protection hydrogéologique incertaine. Un suivi analytique régulier de ces nappes s'avère donc nécessaire ainsi qu'un contrôle systématique des activités qui sont menées à leur surface. La prévention de la pollution des eaux souterraines est une action capitale, car la décontamination des nappes d'eaux souterraines polluées est une entreprise longue et coûteuse. L'approche de la vulnérabilité à la contamination des ressources en eaux se présente comme un outil efficace pour limiter et contrôler les risques de dégradation de la qualité des eaux. Ces auteurs ont eu recours aux méthodes telles que Système d'Information à Référence Spatiale d'Abidjan (SIRSA), DRASTIC, GOD et SYNTACS pour étudier la vulnérabilité des nappes. Dans cette étude nous proposons une autre approche autre que celles qui sont traditionnellement utilisées. Cette approche de la vulnérabilité repose sur le pouvoir épurateur (Md), l'indicateur de temps de séjour (*i*) et les indices de contamination. L'objectif de cette étude est d'étudier la vulnérabilité des aquifères d'altérites à partir des indices afin d'évaluer la qualité de ces eaux dans le département d'Agboville.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Présentation de la zone d'étude

Situé dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire, entre les latitudes 5°35'N et 6°15'N, et les longitudes 3°55'W et 4°40'W, le département d'Agboville couvre une superficie d'environ 3850 km² (figure 1). La population a été estimée en 2014 à environ 292 109 habitants, avec une densité de 76 habitants/km² (INS, 2014). Cette population est essentiellement rurale et l'agriculture constitue la principale activité. Son couvert végétal est marqué par le type ombrophile pour le tiers sud et le reste par le type mésophile dominé par les tulipiers du Gabon et les fromagers. (Ahoussi, 2008). Le département d'Agboville est soumis à un climat équatorial de transition et caractérisé par 4 saisons dans l'année, dont 2 saisons pluvieuses (avril à juillet et septembre à octobre) et 2 saisons sèches (novembre à mars et août à septembre). C'est une zone très humide où les précipitations interannuelles sont supérieures à 1500 mm (Ahoussi, 2008).

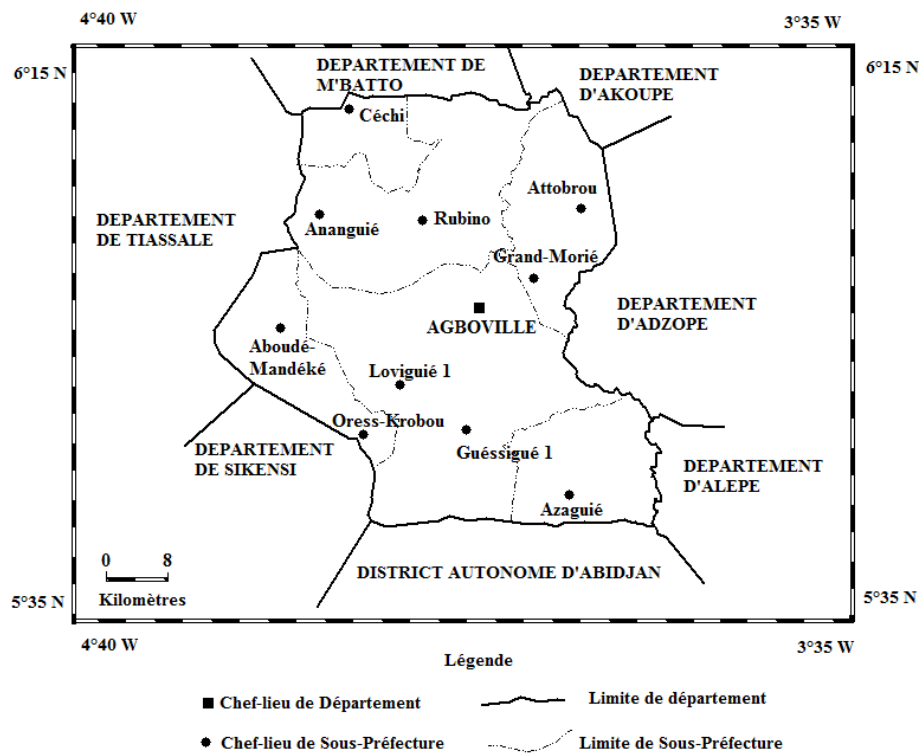


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (Orou, 2017).

1.2. Contexte géologique et hydrogéologique

La géologie de la zone d'étude est constituée de formations birimiennes et éburnéennes auxquelles sont associées des auréoles métamorphisées (Ahoussi, 2008). Les aquifères des altérites se développent dans les formations argilo-sableuses issues de l'altération et du lessivage des formations géologiques (roches magmatiques et métamorphiques). L'épaisseur des altérites dans le département d'Agboville

varie en moyenne entre 4 et 53 m (Orou, 2008). Ces puits sont les plus exploités dans les zones rurales, car ils sont faciles d'accès (profondeur moins de 15 m) (Ahoussi, 2008).

1.3.Principales sources de la pollution

La pollution des eaux est provoquée généralement par les rejets issus des activités domestiques, urbaines, agricoles et industrielles. On peut classer les différentes sources de pollution en trois grandes catégories : les pollutions domestiques et urbaines, les pollutions agricoles et les pollutions industrielles (Belkhiri, 2011). La pollution agricole est causée par l'utilisation des intrants agricoles. Les méthodes modernes exigent parfois des labourages profonds et violents ce qui favorise l'infiltration directe des polluants (NO_3 , NO_2 , SO_4 , PO_4 et Cl).

1.4.Matériel

Le matériel utilisé est essentiellement constitué de données cartographiques, géologiques et hydrochimiques.

1.4.1. Données cartographiques

Pour mener à bien cette étude, les cartes topographiques du degré carré d'Abidjan, de Dimbokro et de Grand-Bassam à l'échelle 1/200 000 ont été utilisées pour localiser les points d'eau dans la zone d'étude. Les eaux ont été prélevées dans 24 puits qui servent à l'irrigation des cultures.

1.4.2. Données géologiques

Les données géologiques sont essentiellement constituées de l'épaisseur et de la nature des matériaux composants la zone non saturée permettant de calculer le pouvoir épurateur du sol (Md).

1.4.3. Données hydrochimiques

Le conditionnement des échantillons s'est fait à l'aide de bouteilles en polyéthylène de capacité 1 litre, préalablement lavées à l'acide nitrique puis à l'eau distillée. Sur le terrain, avant le remplissage des bouteilles, celles-ci ont été lavées trois fois avec l'eau à prélever. Le remplissage des bouteilles a été fait à ras-bord puis le bouchon vissé afin d'éviter tout échange gazeux avec l'atmosphère. Les échantillons d'eau ont été ensuite transportés dans une glacière à 4 °C au laboratoire pour analyse. L'échantillonnage est réalisé à l'aide d'un seau muni d'une corde. L'oxygène dissous a été mesuré *in situ* par un pH-mètre Hach HQ11D. Les ions analysés sont Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , NO_2^- , PO_4^{3-} et NO_3^- . Les paramètres chimiques ont été déterminés au laboratoire du Centre Ivoirien Anti-pollution (CIAPOL) selon les techniques de Rodier et *al.* (2009) et les normes de l'Association Française de Normalisation (AFNOR).

1.5.Méthodes

1.5.1. Pouvoir épurateur (Md)

L'épaisseur et la nature du matériel géologique de la zone non saturée des puits ont été effectuées du 27 février au 04 mars 2015 (saison sèche). A l'échelle des mesures, la migration d'un polluant est régie

par deux parcours : l'un vertical, traversant les couches superficielles de la nappe (zone non saturée), l'autre horizontal suivant le sens d'écoulement de la nappe (zone saturée). Reshe en 1977 a proposé une méthode empirique pour l'évaluation du pouvoir épurateur des terrains. Cette méthode a été utilisée par Kherici (1993), Bousnoubra (2002), Amharref et Bernoussi (2007), et Orou et *al.*, (2016). Le pouvoir épurateur sur le trajet vertical (Md) selon la méthode de Rehese est calculé par la relation suivante :

$$Md = \sum_{j=1}^n h_j * i_j \quad (1)$$

Avec :

h : hauteur non mouillée des différentes catégories des terrains rencontrés (zone non saturée de la nappe).

i : index caractéristique associé à chaque type de terrain.

Deux cas peuvent se présenter :

$Md > 1$, l'épuration est totale dans les couches de couverture.

$Md < 1$, la dépollution n'est pas totale.

1.5.2. Indicateur du temps de séjour (i)

En l'absence de données isotopiques, Lalbat (2006), Soro (2014) et Ehoussou et *al.*, (2019) ont utilisé respectivement sur le bassin de Carpentras en France, le bassin versant du Haut Bandama à Tortiya et dans la région du Bélier en Côte d'Ivoire pour déterminer le temps de séjour des eaux souterraines dans l'aquifère. Cet indicateur est un indice noté **i** et il se définit par la relation suivante :

$$i = [Mg^{2+} \times (Na^+ + K^+)] / (Ca^{2+})^2 \quad (2)$$

Où les concentrations sont exprimées en milliéquivalents par litre (méq/L).

Plus la valeur de l'indice **i** est élevée, moins les eaux de cet aquifère sont vulnérables à la pollution (temps de séjour est long). Il s'agit d'une estimation indirecte de la circulation des eaux au sein de l'aquifère.

1.5.3. Indices de contamination des eaux souterraines

Ces indices décrivent le degré de contamination des eaux.

1.5.3.1. Indice de Contamination (IC)

En vue d'apprécier la contamination des eaux souterraines et des eaux de surface, Kherici (1993) a admis des classes pour chacun des éléments chimiques considérés comme étant d'origine anthropique (Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+}). L'indice de contamination est calculé par l'équation (3) :

$$IC = [Na^+] + [K^+] + [Cl^-] + [NO_3^-] + [SO_4^{2-}] + [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] \quad (3)$$

L'IC a été utilisé par Chaoui (2007), et Seghir (2014) en Algérie. IC est égal à la somme des numéros de classe des sept (7) paramètres. Le degré de contamination des eaux est consigné dans le tableau 1.

Tableau 1 : Grille de degré d'indice de contamination (Kherici, 1993).

IC	0 – 7	8 – 14	15 – 21	> 22
Signification	Contamination faible	Contamination modérée	Contamination forte	Contamination très forte

1.5.3.2.Indice de Contamination Agricole (ICA)

Le calcul de l'ICA prend en considération les éléments indicateurs de contamination agricole qui sont : K^+ , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} et O_2 dissous. L'indice de contamination agricole est calculé par l'équation suivante (Orou, 2017) :

$$ICA = K^+ + NO_3^- + NO_2^- + NH_4^+ + PO_4^{3-} + O_2 \text{ dissous} \quad (4)$$

L'ICA est un indice que nous avons développé par la synthèse de l'IC, IPO, des normes établies par l'OMS, le Système d'Evaluation de la Qualité-eaux souterraines et eaux de surface (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et Agences de l'eau, 2003). La classification des éléments chimiques se fait par classe d'altération et le tableau 2 montre les concentrations des éléments chimiques par classe. Le tableau 3 indique la grille de degré de contamination agricole des eaux souterraines.

Tableau 2 : Classification des concentrations des éléments chimiques des eaux souterraines par classes.

Classes Éléments (mg/L)	1	2	3	4
K^+	0 - 10	10 - 12	12 - 70	> 70
NO_3^-	0 - 25	25 - 50	50 - 100	> 100
NO_2^-	0 - 0,05	0,05 - 0,1	0,1 - 0,7	> 0,7
NH_4^+	0 - 0,05	0,05 - 0,5	0,5 - 4	> 4
PO_4^{3-}	0 - 3,35	3,35 - 6,7	6,7 - 13,4	> 13,4
O_2 Dissous	> 8	6 - 8	6 - 4	< 4

ICA = somme des numéros de classe des six (6) éléments

Tableau 3 : Grille de degré d'indice de contamination agricole des eaux souterraines (Orou, 2017).

Classes	Valeur calculée	Indice de pollution
1	$0 < ICA \leq 6$	Pas ou faible contamination agricole
2	$6 < ICA \leq 12$	Contamination agricole modérée
3	$12 < ICA \leq 18$	Contamination agricole forte
4	$18 < ICA \leq 24$	Contamination agricole excessive ou très forte

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Résultats

2.1.1. Vulnérabilité des aquifères d'altérite à la contamination

Les valeurs du pouvoir épurateur (Md) sur le trajet vertical varient entre 0,40 et 1,81 avec une moyenne de 0,99 (tableau 4). Cependant, l'analyse du tableau 4 montre que 56% des puits étudiés ont un Md < 1, ce qui montre que l'épuration n'est pas totale et se poursuit dans la couche aquifère (la zone saturée). Par contre 44 % des puits étudiés ont un Md > 1, ceci traduit une épuration totale dans la couche de couverture ainsi une éventuelle contamination pourrait être affaiblie ou bien éliminée avant d'atteindre la surface piézométrique. La figure 2 montre la distribution spatiale des valeurs de Md. Les puits les plus vulnérables à la contamination se trouvent dans la sous-préfecture de Rubino et dans la commune d'Agboville. Mais, on constate également que les puits de la sous-préfecture d'Azaguié sont les moins vulnérables à la contamination.

Tableau 4 : Statistiques élémentaires et répartition du pouvoir épurateur en fonction des classes

	Min	Max	Moy
Valeurs de Md	0,40	1,81	0,99
Classes de Md	Type de classes	Effectif	% effectif
Md < 1	l'épuration n'est pas totale.	14	56
Md > 1	l'épuration est totale	11	44

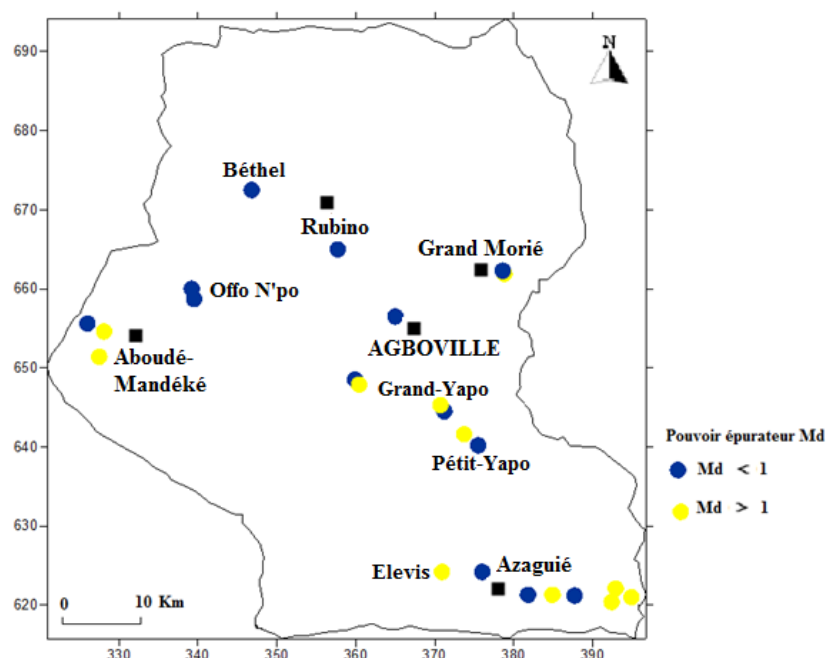


Figure 2 : Distribution spatiale des valeurs du pouvoir épurateur (Md) de la zone non saturée dans le département d'Agboville (Orou, 2017).

La lithologie de couverture de la zone non saturée des puits est essentiellement constituée de terre végétale et d'argile latéritique. Ces valeurs sont fonction de l'épaisseur de la lithologie de couverture

des puits échantillonnés et montrent que ces puits sont très vulnérables avec un risque de contamination élevé.

2.1.2. Etude du temps de séjour

Les valeurs du temps de séjour (i) sont consignées dans le tableau 5. Les valeurs de i en saison sèche varient entre 0,05 et 1,64 avec une moyenne de 0,62. En saison pluvieuse, l'indice de temps de séjour est compris entre 0,12 et 0,86 avec une moyenne de 0,38.

Tableau 5 : Statistiques élémentaires du temps de séjour (i) des eaux souterraines du département d'Agboville

Période	Saison sèche (mars 2015)	Saison pluvieuse (octobre 2014)
Paramètres statistiques		
Min	0,05	0,12
Max	1,64	0,86
Moy	0,62	0,38

Min : Minimum, **Max** : Maximum, **Moy** : Moyenne

On remarque que la valeur centrale de i en saison sèche se rapproche du double de celle de la saison pluvieuse. Les figures 3 et 4 montrent respectivement que 42,85% et 64,28% des eaux souterraines échantillonnées en saison sèche et en saison pluvieuse ont des valeurs de i inférieure à 0,4. Les eaux souterraines échantillonnées en saison sèche ont un temps de séjour plus long qu'en saison pluvieuse d'où leur vulnérabilité en saison pluvieuse. Les plus fortes valeurs de i se rencontrent en majorité dans les puits de grande profondeur. La carte des isovaleurs de i permet de donner une représentation de la variation spatiale des temps de séjour des eaux dans l'aquifère. Les eaux les plus vieilles sont observées dans les sous-préfectures d'Azaguié, de Grand-Morié et dans le village de Petit-Yapo. Cependant, les eaux les plus récentes ont été aussi enregistrées dans la sous-préfecture d'Azaguié.

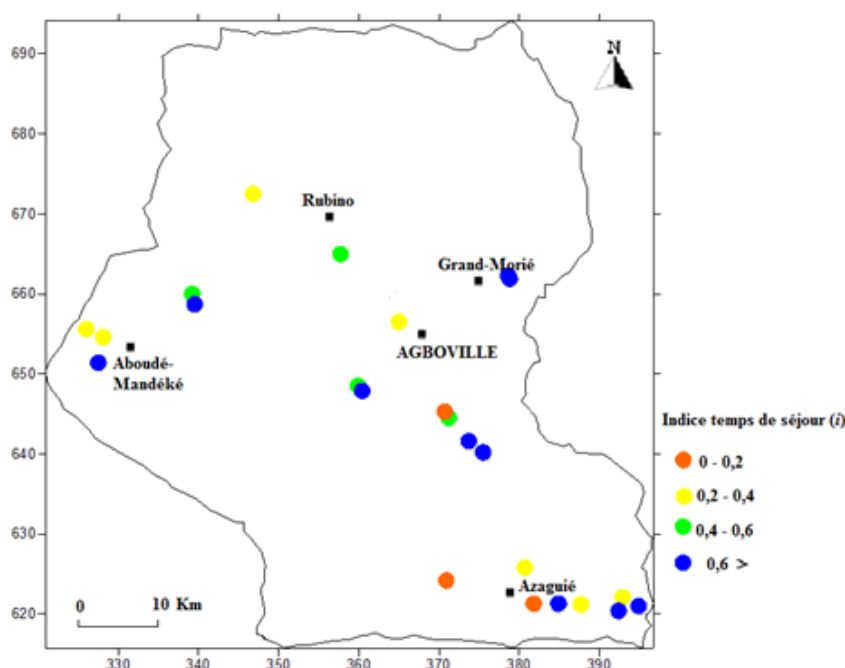


Figure 3 : Distribution spatiale de l'indice de temps de séjour (*i*) des eaux souterraines du département d'Agboville en saison sèche (Orou, 2017)

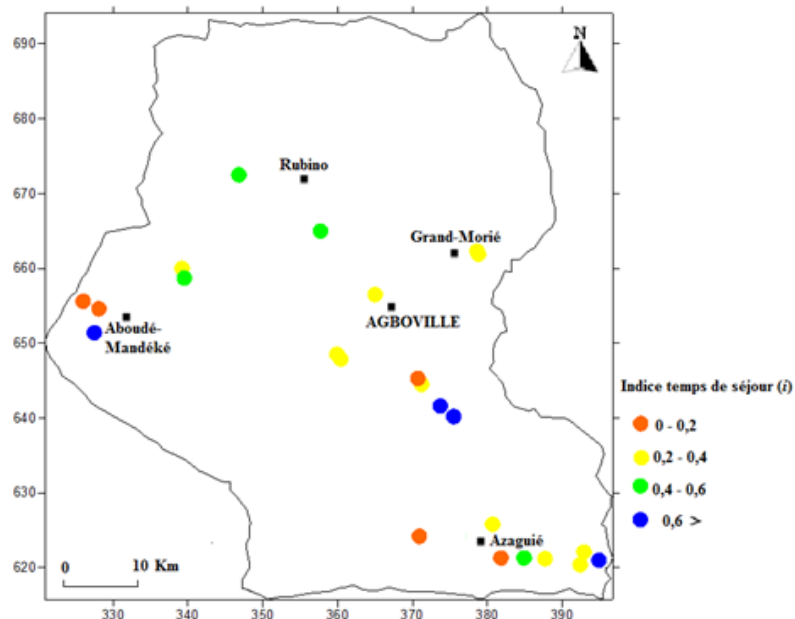


Figure 4 : Distribution spatiale de l'indice de temps de séjour (*i*) des eaux souterraines du département d'Agboville en saison pluvieuse (Orou, 2017).

Les figures 5 et 6 montrent l'évolution de la concentration de nitrates des eaux souterraines en fonction du temps de séjour respectivement en saison pluvieuse et en saison sèche. La figure 5 montre qu'en saison pluvieuse 67,85% des points d'eaux ont un *i* inférieur à 0,6 et sont caractérisés par des concentrations de nitrates supérieures à 10 mg/L. Cependant la figure 6 montre que 67,85% des eaux souterraines ont un *i* inférieur à 1 et une concentration en nitrates supérieure à 10 mg/L. Durant les deux saisons, on observe une forte concentration en nitrates dans les eaux qui ont un temps de séjour récent dans l'aquifère. Ces valeurs montrent que les puits de faible profondeur sont très vulnérables en saison pluvieuse avec un risque de contamination élevé. Les nitrates sont des marqueurs des eaux contaminées par les activités anthropiques, ce qui suggère que des eaux sont récentes. Par ailleurs, on constate que la concentration en NO_3^- et l'indice *i* évoluent de façon inverse.

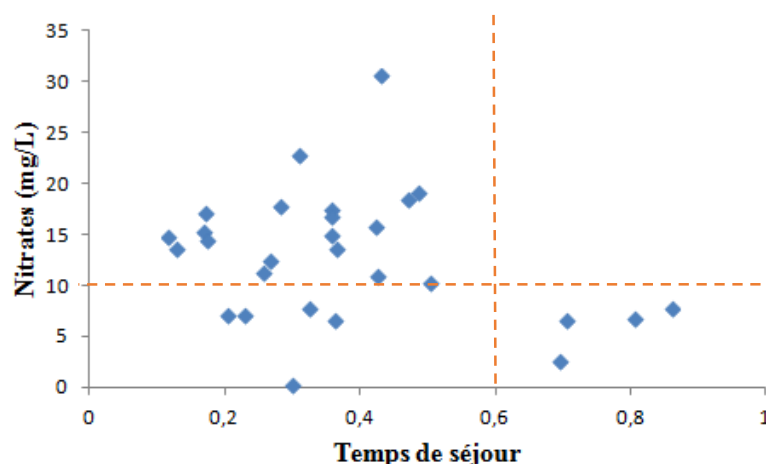


Figure 5 : Evolution de la concentration en nitrates des eaux souterraines en fonction du temps de séjour en saison pluvieuse dans le département d'Agboville

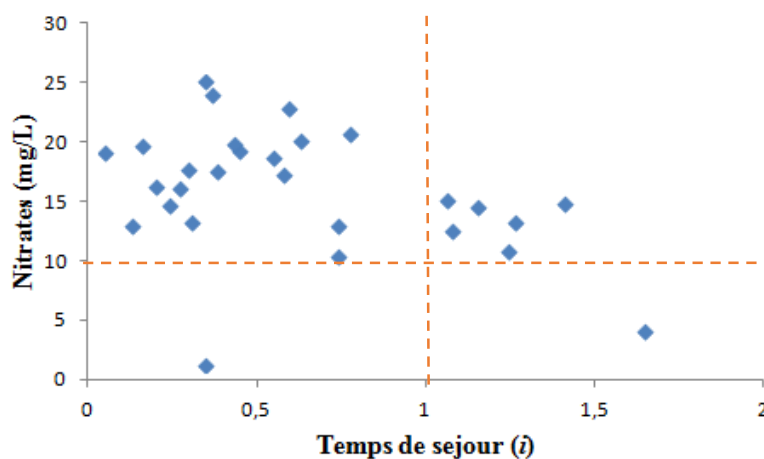


Figure 6 : Evolution de la concentration en nitrates des eaux souterraines en fonction du temps de séjour en saison sèche dans le département d'Agboville

2.1.3. Indices de contamination des eaux souterraines

Les résultats des indices de contamination dans la zone d'étude sont consignés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Statistiques élémentaires des indices de qualité des eaux souterraines

Indices	Octobre 2014 (saison pluvieuse)				Mars 2015 (saison sèche)			
	Min	Max	Moy	EC	Min	Max	Moy	EC
IC	7	10	7,64	0,91	7	10	7,70	1,006
IPO	2,67	4,33	3,44	0,52	2,66	4	3,32	0,39
ICA	7	13	10,71	1,44	8	13	10,93	1,15

Min : Minimum, **Max :** Maximum, **Moy :** Moyenne, **EC :** Ecart-type.

2.1.3.1. Indice de contamination (IC)

L'IC des eaux souterraines échantillonnées varie entre 7 et 10 avec une valeur moyenne de $7,64 \pm 0,91$ en saison pluvieuse et entre 7 et 10 avec une valeur moyenne de $7,70 \pm 1,006$ en saison sèche (tableau

6). En saison pluvieuse, 42,86% des eaux ont un faible IC et 57,14% ont un IC modéré par contre en saison sèche, 25% des eaux souterraines ont un faible IC et 75% ont un IC modéré (figure 7 et 8).

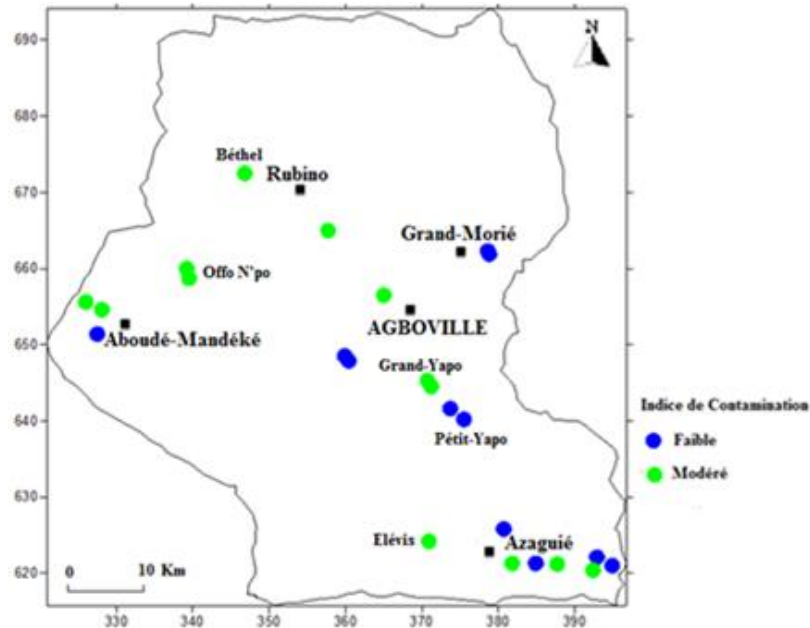


Figure 7 : Distribution spatiale de l'Indice de Contamination (IC) des eaux souterraines dans le département d'Agboville en saison pluvieuse (Orou, 2017).

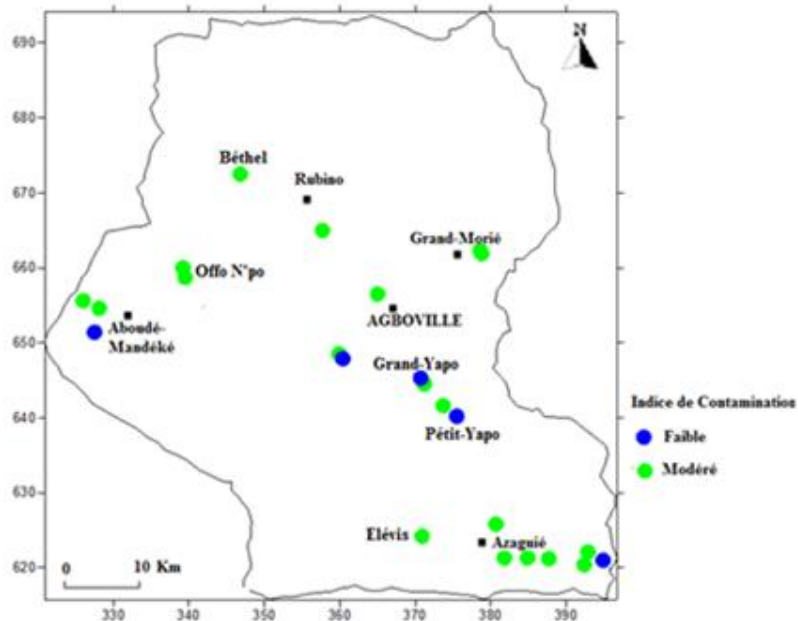


Figure 8 : Distribution spatiale de l'Indice de Contamination (IC) des eaux souterraines dans le département d'Agboville en saison sèche (Orou, 2017).

L'analyse des figures 7 et 8 montre que les eaux de puits d'Azaguié, de Rubino et d'Offo N'po sont caractérisées par une contamination faible à moyenne. De faibles contaminations sont également observées dans les villages de Petit-Yapo, Grand-Yapo et dans la commune d'Agboville. La

contamination des eaux souterraines est importante en sèche que pluvieuse (figure 9). L'IC indique que les eaux sont caractérisées par une contamination faible à moyenne. Elles sont donc de bonne qualité à excellente.

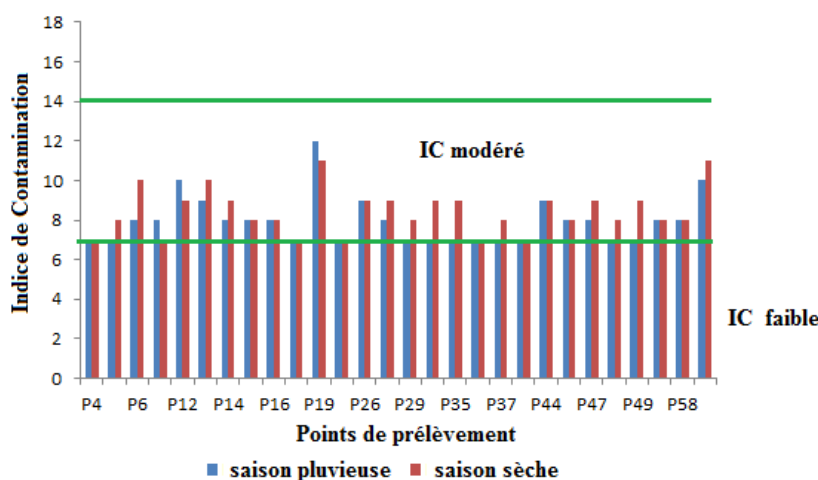


Figure 9 : Variation saisonnière de l'indice de contamination des eaux souterraines dans le département d'Agboville

2.1.3.2. Indice de Contamination Agricole (ICA)

L'indice de contamination agricole (ICA) varie de 7 à 13 en saison pluvieuse avec une moyenne de $10,71 \pm 1,44$ (tableau 6). En saison sèche, l'ICA est compris entre 8 et 13 avec une moyenne de $10,93 \pm 1,15$ (tableau 6). En saison sèche comme en saison pluvieuse, 32,14% des eaux échantillonnées sont caractérisées par une contamination agricole forte. Les valeurs de l'ICA les plus fréquentes au cours des deux saisons sont comprises entre 0 et 11 soit 67,86%. La contamination agricole est très faible dans les puits de grande profondeur. Les fortes valeurs de l'ICA sont observées dans les puits à proximité ou au sein des plantations d'hévéa, de palmier à huile, de maraîchers et dans les rizières. Cette contamination agricole est plus importante dans les puits où la distance plantation-puits est inférieure en 20 m et/ou l'âge de la plantation est supérieur 15 ans.

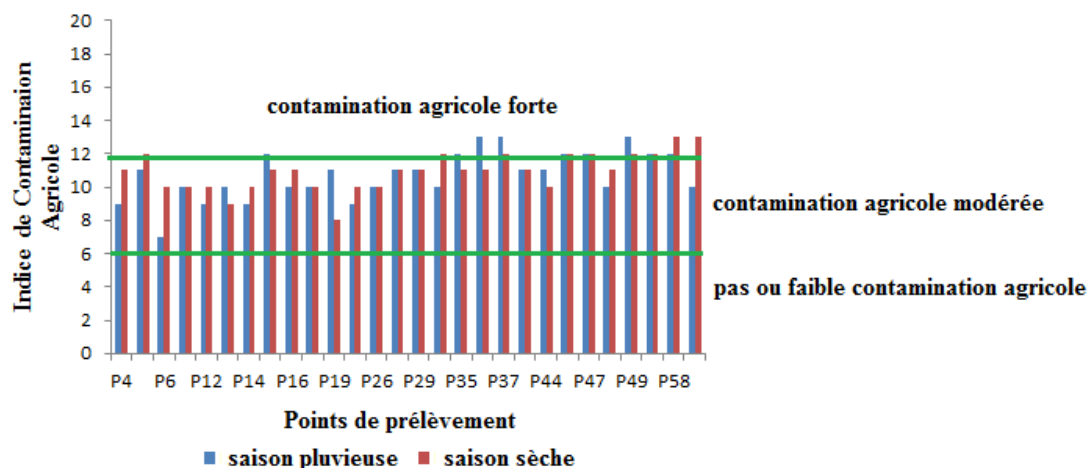


Figure 10 : Variation saisonnière de l'indice de contamination agricole des eaux souterraines dans le département d'Agboville

Cette contamination est plus importante en saison sèche qu'en pluvieuse (figure 10). Dans l'ensemble, les eaux souterraines sont caractérisées par une contamination agricole modérée.

3. DISCUSSION

Les valeurs du pouvoir épurateur sur le trajet vertical Md varient entre 0,40 et 1,81 avec une moyenne de 0,99. Ces valeurs sont fonction de l'épaisseur de la lithologie de couverture des puits échantillonnés. Ces valeurs montrent que ces puits sont très vulnérables avec le risque de contamination élevé. Dans le département d'Agboville, 56% des puits étudiés ont des couches de couverture qui peuvent permettre une épuration totale des eaux infiltrées. Les puits dont le $Md < 1$ sont caractérisés par un fort risque de contamination et cela pourrait s'expliquer d'une part par le caractère perméable des terrains et d'autre part par la faible profondeur de la nappe par rapport au sol. Dans ce cas, le pluviolessivage des sols et l'infiltration rapide des rejets permanents des activités agricoles entraînent une contamination des eaux or les nitrates sont reconnus comme des marqueurs des eaux contaminées par les activités anthropiques, de ce fait ces eaux donc récentes dans l'aquifère, car elles ont un temps de séjour bref ce qui n'a pas permis le phénomène d'autoépuration. Concernant les puits ayant un $Md > 1$, ils sont caractérisés par un faible à moyen risque de contamination, car l'épuration pourrait être totale dans les couches de couverture. Mais ces valeurs étant toutes inférieures à 2 montrent que ces eaux pourraient être contaminées si les sources de pollution sont permanentes et/ou répétitives. Dans le cas de nos travaux, ce risque est moyen, car la valeur moyenne de Md est égale à 0,99. Ces résultats indiquent l'existence d'une couche argileuse plus épaisse qui joue le rôle de protecteur (faible perméabilité et forte sorption). Ce risque moyen de contamination pourrait s'expliquer par le fait que le niveau piézométrique des puits est plus grand. Ces résultats sont similaires aux travaux Orou et *al.* (2016) en Côte d'Ivoire, de Kherici (1993) en Algérie, de Bousnoubra (2002) et Amharref et Bernoussi (2007), de Chaoui (2007) et de Chaoui et *al.* (2013) sur les eaux souterraines de Boucheouf en

Algérie. Ces travaux ont montré que lorsque $Md < 1$, l'autoépuration dans les couches de couverture n'est pas totale avec un risque de contamination élevé, mais lorsque $Md > 1$, l'autoépuration est totale dans la couche de couverture. Ces résultats indiquent l'existence d'une couche argileuse qui joue un rôle protecteur. Ainsi, une éventuelle contamination sera affaiblie ou bien éliminée avant d'atteindre la surface piézométrique. Les valeurs moyennes de i en saison sèche et en saison pluvieuse sont respectivement de 0,38 et 0,62. Les plus fortes valeurs de i se rencontrent en majorité dans les puits de grande profondeur, car leur lithologie de couverture est constituée de matériaux moins perméables et de grandes épaisseurs. Il s'agit d'une façon indirecte d'apprécier les circulations d'eaux au sein de l'aquifère. Le temps de séjour caractérise le taux de renouvellement des eaux dans les aquifères. En saison sèche, les eaux souterraines ont un temps de séjour plus long qu'en saison pluvieuse. Plus la valeur de l'indice i est élevée, moins sont vulnérables les eaux de l'aquifère à la contamination (temps de séjour relativement long). Ces observations sont similaires à celles de Labat (2006) où les eaux ayant un i élevé sont caractérisées par une activité en ^{14}C élevée donc un temps de séjour plus long dans l'aquifère. Soro (2014) dans le bassin versant du Haut Bandama à Tortiya a montré que les eaux ayant un i élevé sont caractérisées par une pCO_2 faible. Dans ce bassin versant, ces eaux appartiennent à la famille des eaux très anciennes dans l'aquifère avec un temps de séjour très long, une vitesse de circulation des eaux lente ou nulle et c'est le cas du puits moderne de Sokoro 1. Cependant, les eaux ayant un i faible ont été caractérisées par une pCO_2 élevée. Ce sont des eaux récentes dans l'aquifère (eaux les plus jeunes) avec un temps de séjour bref, une vitesse de circulation très rapide et c'est le cas du puits traditionnel de Kadalikaha (Soro, 2014). Plus le temps de séjour est élevé moins est la recharge des eaux d'où leur vulnérabilité en saison pluvieuse. Cela se traduit par le fait que les précipitations sont les seules sources de recharges des eaux souterraines dans la zone d'étude. En effet, les points d'eaux sont très éloignés des eaux de surface. Avec la diminution des précipitations en saison sèche, les infiltrations des eaux se font lentement et favorisent l'acquisition des ions Mg^{2+} , Na^+ , K^+ et Ca^{2+} par l'hydrolyse acide des minéraux silicatés. Les indices calculés en saison sèche et en saison pluvieuse indiquent que les eaux souterraines sont caractérisées par une contamination modérée et donc ces eaux sont de qualité bonne à moyenne. L'IC et l'ICA montrent que cette contamination est plus importante en saison sèche qu'en saison pluvieuse. La pollution organique des eaux est plus marquée en saison pluvieuse qu'en saison sèche, car les nitrites, les ammoniums et les phosphates sont abondants dans les eaux échantillonnées en saison pluvieuse. Cette variation de contamination pourrait s'expliquer par la réduction des nitrates en nitrites dans les eaux ou par le pluviolessivage des sols. Ce pluviolessivage entraîne les eaux de pluie qui contiennent des teneurs en nitrates qui reflètent celles de la région (Ahoussi, 2008). L'ammonium est la forme d'azote la plus toxique. L'ammonium dans l'eau peut se traduire habituellement par un processus de dégradation incomplet de la matière organique et par la

réduction des formes azotées (nitrates et nitrites) en conditions réductrices. Sa source principale demeure le sol où il est produit par les microorganismes (Soro, 2014). Dans cette étude l'origine probable de l'ammonium pourrait être soit l'urée, les rejets organiques d'origine agricole, la dégradation incomplète de la matière organique et la réduction des formes azotées (nitrates et nitrites) en conditions réductrices. Les fortes teneurs en nitrates enregistrées pendant la saison sèche pourraient être le résultat de la diminution de la pluviométrie entraînant la baisse du niveau de l'eau conduisant à des concentrations élevées en nitrates.

CONCLUSION

Cette étude a permis d'évaluer le niveau de protection des aquifères d'altérite afin d'évaluer la qualité de ces eaux dans le département d'Agboville. Le pouvoir épurateur (Md) indique que les eaux souterraines sont vulnérables à la contamination avec une valeur moyenne de 0,99. Cette vulnérabilité est confirmée par le temps de séjour (*i*) de ces eaux dans les aquifères où la valeur moyenne de *i* en saison sèche (0,62) avoisine le double de celle obtenue en saison pluvieuse (0,38). Ces eaux sont plus vulnérables à la contamination en saison pluvieuse qu'en saison sèche. Les indices de contamination des eaux souterraines calculés montrent que ces eaux sont caractérisées par une contamination modérée. L'IC et l'ICA sont plus importantes en saison sèche, mais l'IPO est importante en saison pluvieuse. Les eaux échantillonnées sont plus contaminées en saison sèche qu'en saison pluvieuse, mais la contamination agricole est la plus importante. Dans l'ensemble, ces eaux sont de qualité moyenne.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le laboratoire du Centre Ivoirien Anti-pollution (CIAPOL) d'Abidjan et le Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau et du Génie de l'Environnement de l'UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières de l'Université Félix Houphouët Boigny de Cocody.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AHOUSSEI Kouassi Ernest, 2008, *Evaluation quantitative et qualitative des ressources en eau dans le Sud de la Côte d'Ivoire. Application de l'hydrochimie et des isotopes de l'environnement à l'étude des aquifères continus et discontinus de la région d'Abidjan-Agboville*. Thèse de Doctorat Unique, Université de Cocody, Côte d'Ivoire, 270 p.
- AKE Gabriel Etienne, DONGO Kouassi, KOUADIO Hélène Boyossoro, DIBI Brou, SALEY Mahaman Bachir et BIEMI Jean, 2009, « Contribution des méthodes de vulnérabilité intrinsèque DRASTIC et GOD à l'étude de la pollution par les nitrates dans la région de Bonoua (Sud-Est de la Côte d'Ivoire) », European Journal of Scientific Research, Vol.31 N°1, p. 157-171.

ALLECHY Fabrice Blanchard, LASM Théophile, YOUAN Ta Marc, YAO Kouadio Assémien François, KOUAKOU Ourapa Suzane, OKA Koua Armel Raphaël, BAKA Derving et DE LASME Omer Zephir, 2016, « Cartographie de la vulnérabilité à la pollution des aquifères du socle précambrien: cas de la région d'Oumé (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) », European Scientific Journal, Vol.12, N° 20, p. 374 – 394.

AMHARREF Mina et BERNOUSSI Samed Abdes, 2007, « Vulnérabilité et risque de pollution des eaux souterraines », Actes des JSIRAUF, Hanoi, 10 p.

BAHROUN Sofia et KHERICI BOUSNOUBRA Houria, 2011, « Evaluation de l'indice de pollution organique dans les eaux naturelles cas de la région d'El Tarf (Nord-Est Algérien) », Larhyss Journal, N° 09, p. 171-178.

BELKHIRI Lazhar, 2011, *Étude de la pollution des eaux souterraines : cas de la plaine d'Ain Azel - Est Algérien*. Thèse de Doctorat, Université Hadj Lakhdar BATNA, Algérie, 121p.

BEN-DAOUD Mohamed, MOUHADDACH Oumar, ESSAHLAOUI Ali., VANCLOOSTER Marnik, KESTEMONT Marie Paule et JAAFARI El Samir, 2012, « Evaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution à l'aide des systèmes d'information géographique », Journal of Hydrocarbons Mines and Environmental Research, Vol 3, N° 2, p. 7-13.

BLE Louan Odile, DEGNY Gnamba Serge et DOUAMPO Akossi, 2020, « Évaluation de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines du District d'Abidjan. Rev. Ivoir. Sci. Technol », N°36, p. 91 – 103.

BOUSNOUBRA Houria, 2002, *Ressources en eaux des régions de Skikda- Annaba- Tarf- Guelma- Souk Ahras (Nord Est Algérien). Evaluation, Gestion et perspective. Vulnérabilité et protection*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Annaba, Algérie, 159 p.

CASTANY Gilbert, 1982, *Principes et méthodes de l'hydrogéologie*, Ed. Bordas, Paris, 236 p.

CHAOUI Widad, 2007, *Impact de la pollution organique et chimique des eaux de l'Oued Seybouse et de l'Oued Mellah sur les eaux souterraines de la nappe alluviale de Bouchegouf (GUELMA)*. Mémoire de Magister de l'Université Badji Mokhtar-Annaba, Algérie, 104 p.

CHAOUI Widad, BOUSNOUBRA Houria et CHAOUI Kamel, 2013, « Étude de la vulnérabilité à la pollution des eaux superficielles et souterraines de la région de Bouchegouf (Nord-Est Algérien) », Revue « Nature & Technologie ». C-Sciences de l'Environnement, N° 08, p. 33-40.

DEH Kouakou Serge, KOUAME Kan Jean, SALEY Mahaman Bachir, TANOHI Koua Jean Jacques, ANANI Epse KOUAKOU Abenan, SIGNO Kouassi Hurbert, JOURDA Jean Patrice et BIÉMI Jean, 2012, « Evaluation de la vulnérabilité spécifique aux nitrates (NO₃) des eaux souterraines du District d'Abidjan (Sud de la Côte d'Ivoire) », Int. J. Biol. Chem. Sci. Vol 6, N° 3, p. 1390-1408.

DIBI Brou, KOUASSI Kouakou Lazare, KOUAME Kouassi Innocent, KONAN Kouakou Séraphin, SOUMAHORO Moussa, KONAN-WAIDHET Arthur Brice, et GNAKRI Dago, 2013, « Evaluation de la vulnérabilité à la pollution des aquifères des formations altérites à partir des méthodes DRASTIC et SYNTACS : Cas de la ville de M'bahiakro, Centre de la Côte d'Ivoire », *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 2, No. 4, p. 464-476.

EHOUSSOU Kouamé Marcousse, KOUASSI Amani Michel et KAMAGATÉ Bamory, 2019, « Caractérisation hydrogéochimique des aquifères fissurés de la région du Bélier, centre de la Côte d'Ivoire », *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, N°33, p. 137 – 160.

INSTITUT NATIONAL DE LE STATISTIQUE, 2014, *Recensement générale de la population et de l'habitat de la Côte d'Ivoire*, Côte d'Ivoire, 22 p.

JOURDA Jean Patrice, KOUAME Kan Jean, ADJA Miessan Germain, DEH Kouakou Serge, ANANI Abenan Tawa, EFFINI Thérèse Adiw et BIEMI Jean, 2007, Evaluation du degré de protection des eaux souterraines : vulnérabilité à la pollution de la nappe de Bonoua (Sud-Est de la Côte d'Ivoire) par la méthode DRASTIC. Conférence francophone ESRI, Versailles (France). http://www.esrifrance.fr/sig2007/cocody_jourda.htm (Page consultée le 09 janvier 2018).

KAMENAN Yiwa Monique, 2021, *Elaboration d'un modèle de protection des eaux souterraines en zone de socle : cas des aquifères fissurés du bassin versant de la Lobo à Nibéhibé (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire)*. Thèse Unique de Docteur, Université Jean LOROUGNON GUEDE, Côte d'Ivoire, 171 p.

KHERICI Nacer, 1993, *Vulnérabilité à la pollution chimique des eaux souterraines d'un système de nappes superposées en milieu industriel et agricole (Annaba- La Mafragh Nord-Est algérien)*, Thèse de doctorat d'Etat, Université d'Annaba, Algérie, 170 p.

KOFFI Yao Blaise, AHOUSSEI Kouassi Ernest, KOUADIO Konan Emmanuel, KOUASSI Amani Michel, KOUASSI Ouattara, KPANGUI Loukou Cristophe et BIEMI Jean, 2013, « Etude de la vulnérabilité d'un aquifère fracturé dans un contexte d'implantation d'un Centre d'Enfouissement Technique (CET) : Application de la télédétection et de la géotechnique sur le site de Kossihouen en Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest) », *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 2 No. 4, p. 556-573.

LALBAT Frédéric, 2006, *Fonctionnement hydrodynamique de l'aquifère du Miocène du bassin de Carpentras (Vaucluse, France)*. Thèse de docteur de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, France, 229 p.

MBA Franck Fabrice, TEMGOUA Emile, KENGNE Philippe Dupont et KAMHOUA NATHEU Serge, 2019, « Vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution dans la ville de Dschang, Ouest-Cameroun », Int. J. Biol. Chem. Sci. Vol. 13, No. 5, p. 39-56.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE & AGENCES DE L'EAU, 2003, *Système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines SEQ - Eaux Souterraines. Rapport de présentation*, France, (version 1), 50 p.

MINISTERE DELEGUE CHARGE DE L'EAU DU ROYAUME DU MAROC, 2016, *Conférence internationale sur l'eau et le climat : sécurité hydrique pour une justice climatique*. Rabat, Royaume du Maroc, 22 p.

MOUHCINE Batchi, AL KARKOURI Jamal, IMAD Fenjiro et EL MEKKI El Ghalmi, 2017, « Étude comparative de deux modèles (DRASTIC et SI) pour l'évaluation de la sensibilité de la nappe phréatique de Mnasra (Maroc nord-occidental) à la pollution d'origine agricole », Physio-Géo, Volume 11, N° 1, p. 43-64.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (2011). *Guidelines for Drinkingwater Quality*, 4th éd., 518 p.

OROU Kotchi Rodrigue, 2008, *Influence de l'utilisation des engrais NPK sur la qualité des eaux souterraines dans les zones agricoles en milieu Soudano-Guinéen : Cas du département d'Agboville (Sud-Est de la Côte d'Ivoire)*, Mémoire DEA, Université Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 68 p.

OROU Kotchi Rodrigue, COULIBALY Kalpy Julien, TANOAH Adjoua Germaine AHOUSSEI Kouassi Ernest, KISSIEDOU K. E. P., SORO Tanina Drissa et SORO Nagnin, 2016, « Qualité et vulnérabilité des eaux d'aquifère d'altérites dans les sous-préfectures de Grand-Morié et d'Azaguié dans le département d'Agboville au Sud-Est de la Côte d'Ivoire », Revue Ivoirien des Sciences et Technologie, N°28, p. 243 - 272.

OROU Kotchi Rodrigue, 2017, *Influence de l'utilisation des engrais et pesticides sur la qualité des ressources en eaux (eaux souterraines et eaux de surface) et leurs risques sanitaires dans les zones agricoles en milieu soudano-guinéen : cas du département d'Agboville (Sud-Est de la Côte d'Ivoire)*. Côte d'Ivoire, Thèse de Doctorat Unique, Université de Cocody, Côte d'Ivoire, 221 p.

POROMNA Hèzouwè, GADO Asibi Rosalie, KANGNI-DOSSOU Messanh, GNANDI Kissao et AMEYAPOH Yaovi, 2022, « Evaluation de la Vulnérabilité des Nappes Phréatiques à la Pollution engendrée par la Mauvaise Gestion des boues de Vidange dans la Ville d'Aného au Togo », European Scientific Journal, ESJ, 18 (21), p. 208 – 244.

QUEVAUVILLER Philipe, 2010, *Protection des eaux souterraines : Législation européenne et avancées scientifiques*. Editions TEC & DOC, Lavoisier, 432 p.

RODIER Jean, LEGUBE Bernard et MERLET Nicole, 2009, *L'Analyse de l'eau*. 9^e édition. Dunod : Paris, 1579 p.

SEGHIR Karima, 2014, « La vulnérabilité a la pollution des eaux souterraines de la région Tébessa-Hammamet (Est Algérien) », Larhyss Journal, N°18, p. 53-61.

SORO Tanina Drisa, 2014, *Evolution des ressources en eau du bassin versant du Haut Bandama à Tortiya (Nord de la Côte d'Ivoire) dans un contexte de variabilité et de changement climatiques : impacts hydrologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques*. Thèse de Doctorat Unique, UFR STRM, Université Abidjan, Côte d'Ivoire, 250 p.