



# UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI

Laboratoire d'Etude et de Recherche sur les Territoires  
Sahélo-Sahariens : Aménagement et Développement

Revue scientifique thématique semestrielle  
**Environnement et Dynamique des Sociétés**



N° 014  
Juin  
2026



Presse Universitaire  
Niamey



ISSN



1859 - 5146

**UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI (NIGER)**





Laboratoire d'Etude et de Recherche sur les Territoires  
Sahélo-Sahariens : Aménagement et Développement

**LERTESS - AD**

**Revue scientifique thématique semestrielle**

**E**nvironnement et **D**ynamique des **S**ociétés



FACTEUR D'IMPACT (SJIFactor.com)		INDEXATION EDS	
2024	4,9		
2023	4,866	 <a href="https://sjifactor.com/passport.php?id=23616">https://sjifactor.com/passport.php?id=23616</a>	
2022	4,497	 <a href="https://universiteabdoumoumounideniamey.academia.edu/EnvironnementetDynamiquedesSoci%C3%A9t%C3%A9sEDS">https://universiteabdoumoumounideniamey.academia.edu/EnvironnementetDynamiquedesSoci%C3%A9t%C3%A9sEDS</a>	
2021	4,09	 <small>INTERNATIONAL STANDARD SERIAL NUMBER NIGER</small> <a href="https://portal.issn.org/resource/ISSN/1859-5146">https://portal.issn.org/resource/ISSN/1859-5146</a>	
2020	3,752	 <small>Connecter la recherche et les chercheurs</small> <a href="https://orcid.org/0009-0006-0118-2004">https://orcid.org/0009-0006-0118-2004</a>	

**Photo de couverture** : Vue de la cuvette oasienne d'Issoufory, située dans le département de Goudoumaria, région de Diffa au Niger M. WAZIRI M. Zaneidou, 2026

**MAQUETTE & PAO**: Dr MAMAN WAZIRI MATO Zaneidou, LERTESS/AD, UAM - Niamey

**N° 014**

**ISSN**



**1859-5146**

**JUIN 2026**

## Note aux auteurs

La revue « Environnement et Dynamique des Sociétés » du Laboratoire d'étude et de recherche sur les territoires sahélo-sahariens : aménagement, développement est une revue thématique semestrielle. Elle publie en français ou en anglais des articles originaux ou des ouvrages résultant des recherches effectuées dans l'école doctorale Lettres, Arts, Sciences de l'Homme et de la Société par des chercheurs extérieurs dans les domaines d'intérêt de la revue. Pour faciliter l'édition, les auteurs sont invités à suivre les recommandations suivantes :

- [1]. En principe aucun article ne doit occuper plus de 15 pages dans la revue, tout compris, sachant qu'une page de la revue contient environ 500 mots.
- [2]. Le manuscrit doit être soumis en version numérique. L'article doit répondre à la structure suivante :
  - a) Pour un article qui est une contribution théorique et fondamentale : le titre (il doit être concis mais complet et précis), le nom et prénoms de l'auteur ou les noms et prénoms des auteurs suivis de son titre ou de leurs titres académiques ou professionnels, le nom de l'institution ou les noms des institutions d'appartenance de l'auteur ou des auteurs et son adresse ou leurs adresses (y compris les adresses mail). Le plan du texte doit répondre au schéma suivant : Introduction (justification du thème, problématique, hypothèses/objectifs scientifiques, approche), Développement articulé, Conclusion, Bibliographie.
  - b) Pour un article qui résulte d'une recherche de terrain : le titre (il doit être concis mais complet et précis), le nom et prénoms de l'auteur ou les noms et prénoms des auteurs suivis de son titre ou de leurs titres académiques ou professionnels, le nom de l'institution ou les noms des institutions d'appartenance de l'auteur ou des auteurs et son adresse ou leurs adresses (y compris les adresses mail). Le plan du texte doit répondre au schéma suivant : Introduction, Méthodologie, Résultats et Discussion, Conclusion, Bibliographie.
- [3]. Le texte au format A4, doit être saisi en police Times New Roman, taille 12 pour le corps du texte et 14 pour les titres et avec un interligne de 1,5. Les articulations d'un article, à l'exception de l'introduction et de la conclusion et de la bibliographie doivent être titrées et numérotées par des chiffres (exemples : 1. 1.1. 1.2. ; 2. ; 2.1. ; 2.2.1. ; 2.2.2. ; 3. ; etc.).
- [4]. Les auteurs peuvent envoyer leurs textes qui doivent être traités en Word sur PC par Internet à EDS : [revueeds@gmail.com](mailto:revueeds@gmail.com).
- [5]. Tout article doit être accompagné d'un résumé n'excédant pas 200 mots avec indication des mots clés au maximum 5 en français et d'un Abstract et des Key words en anglais. Ces résumés doivent permettre au lecteur d'apprécier exactement l'intérêt de l'article, les problèmes posés, les méthodes employées et les résultats obtenus. Ils doivent être rédigés avec le plus grand soin, dans une langue claire.
- [6]. Les illustrations qui doivent être pertinentes (photos, croquis, graphiques, cartes et tableaux) se limiteront au minimum nécessaire.
- [7]. Les références bibliographiques : elles doivent être citées dans le texte de la manière suivante : (B. Yamba, 1975, p21). Lorsque la référence comporte plus de trois auteurs, seul le premier auteur sera mentionné suivi de « et al. ». A la fin de l'article, les références constituant la bibliographie doivent être citées par ordre alphabétique croissant et de date pour un même auteur le tout numéroté. Pour chaque référence, inclure les noms complets de tous les auteurs. Une référence en ligne (Internet) est acceptable si elle s'avère fiable et crédible, on prend soin de mentionner le lien (la page web). Exemple : ANTHELME Fabien, BOISSIEU Dimitri, GIAZZI Franck et WAZIRI MATO Maman - (Page consultée le 30 mai 2011) *Dégradation des ressources végétales au contact des activités humaines et perspectives de conservation dans le massif de l'Air (Sahara, Niger)* - Vertigo, La revue électronique en sciences de l'environnement, Vol.7 no2, Adresse URL : <http://www.vertigo.uqam.ca/>.

Exemples :

- ▽ **Pour un article de journal ou revue** : Nom (s) suivi du prénom (s) de l'auteur (s); la date de parution de l'article : le titre de l'article, le titre du périodique en italique et précédé de « in » ; le volume et le numéro de la première et de la dernière page de l'article. Exemple : BOUZOU MOUSSA Ibrahim., 2003 - Les loupes d'érosion, formes majeures de dégradation des terres de glaciaires à sols indurés : Cas de Bogodjotou (Niger). In *Annales de l'Université Abdou Moumouni de Niamey*, Tome VII, pp. 220-228.
  - ▽ **Pour les ouvrages** : le nom de l'auteur précédé du prénom (s) ; la date de l'édition ; le titre complet de l'ouvrage en italique ; le nombre de volumes et le nombre total de page ; le nom de l'éditeur ; le lieu de l'édition. Exemple : KILANI Mondher et WAZIRI MATO Maman, 2000 - *Gomba Hausa : dynamique du changement dans un village sahélien du Niger*, éditions Payot, Lausanne, 175 pages.
  - ▽ **Pour un chapitre dans un ouvrage** : le nom de l'auteur précédé du prénom (s) ; la date de l'édition ; le titre complet du chapitre ; le titre de l'ouvrage en italique, le nom de l'éditeur entre parenthèse ; la maison d'édition ; le lieu de l'édition. Exemple : MOTCHO Henri Kokou, 2007 - Dynamique urbaine et intégration régionale en Afrique de l'Ouest. - In : *Les États-nations face à l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest : le cas du Niger*, (WAZIRI MATO, éd.), Karthala, Paris, pp. 121-137.
  - ▽ **Pour un article d'acte de colloque** : le nom de l'auteur précédé du prénom (s) ; la date de l'édition ; le titre de l'article, titre du colloque précédé de in, le nom de la revue, le lieu d'édition, le volume et le numéro de la première et de la dernière page de l'article. Exemple : BOUZOU MOUSSA Ibrahim, 1998 - Dégradation des terres et pauvreté au Niger : cas du terroir villageois de Windé - Bago (Dallol Bosso Sud). In : *Actes du Colloque du Département de Géographie FLSH/UAM Niamey 4-6 juillet 1996. Urbanisation et pauvreté en Afrique de l'Ouest*. Annales de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, n° Hors-Série, pp.49-61.
  - ▽ **Pour une agence gouvernementale ou internationale considérée comme auteur** : Ministère de l'Aménagement du Territoire et du Développement Communautaire, 2006 - *Guide national d'élaboration d'un plan de développement communal*, Direction Générale du Développement Communautaire, 35 pages.
- [8]. Les notes : elles doivent être en bas de chaque page et mentionnées dans le texte par leur numéro respectif. La police est la même avec le texte mais de taille 10.
  - [9]. Les cartes, les graphiques et les figures : ils doivent être produits à l'échelle définitive avec des dimensions adaptées au format de la revue. Les titres sont placés en haut.
  - [10]. Les photographies : il faut fournir des tirages bien contrastés en couleurs ou en noir et blanc. Les titres sont placés en haut.
  - [11]. Les tableaux : ils sont numérotés en chiffre arabe et le titre doit être placé en bas.

**UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI (NIGER)***Laboratoire d'Etude et de Recherche sur les Territoires Sahélo-Sahariens : Aménagement et Développement***Revue scientifique thématique semestrielle****Environnement et Dynamique des Sociétés****DIRECTEURS DE PUBLICATION****Directeur de publication** : Pr AMADOU Boureima**Directeur Adjoint de publication** : Pr WAZIRI MATO Maman**COMITE SCIENTIFIQUE**

Pr AMADOU Boureima, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr BOUZOU MOUSSA Ibrahim, Université Abdou Moumouni, Niamey; Pr MOTCHO Kokou Henri, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr ISSA DAOUDA Abdoul-Aziz, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr TANDINA OUSAMANE Mahamane, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr TIDJANI ALOU Mahamane, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr YAMBA Boubacar, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr ZOUNGROUNA Pierre Tanga, Université J. K. de Ouagadougou (Burkina Faso) ; Pr WAZIRI MATO Maman, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr BONTIANTI Abdou, Université Abdou Moumouni, Niamey ; Pr MOUNKAÏLA Harouna, Université Abdou Moumouni, Niamey, Pr. BOULAMA Kaoum, Université Abdou Moumouni de Niamey, Pr BOUKPESSI Tchaa, Université de Lomé (Togo), Pr. YABI Ibouaraïma, Université d'Abomey-Calavi (Benin), Pr. KABLAN N'guessan Hassy Joseph, Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan (Côte d'Ivoire), Pr. KADET GAHIE Bertin, Ecole Normale Supérieure d'Abidjan (Côte d'Ivoire), LARE Lallé Yendoukoa, Université de Lomé (Togo), KADOUZA Padabô, Université de Kara (Togo).

**COMITE DE REDACTION****Rédacteur en chef** : Pr WAZIRI MATO Maman**Rédacteur en chef Adjoint** : Pr DAMBO Lawali

**Membres** : Pr BODE Sambo, Dr ABDOU YONLIHINZA Issa (MC), Dr YAYE SAIDOU Hadiara (MC), Dr BAHARI IBRAHIM Mahamadou (MC), Dr MAMAN Issoufou (MC), Dr KONE MAMADOU Mahaman Moustapha (MC)

**Nota Bene** : Les opinions et analyses présentées dans ce numéro n'engagent que leurs auteurs et nullement la rédaction de la revue Environnement et Dynamique des Sociétés (EDS).

**ADRESSE :***Laboratoire d'Etude et de Recherche sur les Territoires Sahélo-Sahariens : Aménagement et Développement***UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI****BP: 418 Niamey - NIGER.****Email:** [revueeds@gmail.com](mailto:revueeds@gmail.com) **Site :** [www.revue-eds.com](http://www.revue-eds.com)

© Copyright : Revue EDS, 2026

**COMITE DE LECTURE**

- ✿ Pr. ABDO LAOUALI SERKI Mounkaïla, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)
- ✿ Pr. AMADOU Boureïma, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)
- ✿ Pr. AMADOU Oumarou, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)
- ✿ Pr. BODE Sambo, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)
- ✿ Pr. BOULAMA Kaoum, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)
- ✿ Pr. DAMBO Lawali, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)
- ✿ Pr. ELHADJI OUMAROU Chaïbou, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)
- ✿ Pr. FANGNON Bernard, Université d'Abomey Calavi (Benin)
- ✿ Pr. KOUADIO Guessan, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- ✿ Pr. SOULEY Kabirou, Université André Salifou de Zinder (Niger)
- ✿ Pr. SOUMANA KINDO Aïssata, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)
- ✿ Pr. WAZIRI MATO Maman, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)
- ✿ Pr. YABI Ibouaïma, Université d'Abomey-Calavi (Benin)
- ✿ MC. ABDOU YONLIHINZA Issa, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger)
- ✿ MC. ADO SALIFOU Arifa Moussa, Université André Salifou de Zinder (Niger)
- ✿ MC. DJANGRANG Man-Na, Université de Moundou (Tchad)
- ✿ MC. KASSI-DJODJO Irène, Université Félix-Houphouët-Boigny d'Abidjan (Côte d'Ivoire)
- ✿ MC. KIARI FOUGOU Hadiza, Université de Diffa (Niger)
- ✿ MC. KOFFI-DIDIA Adjoba Marthe, Université Félix-Houphouët-Boigny d'Abidjan (Côte d'Ivoire)
- ✿ MC. MALAM ABDOU Moussa, Université André Salifou de Zinder (Niger)
- ✿ MC. OUATTARA Seydou, Université Félix-Houphouët-Boigny d'Abidjan (Côte d'Ivoire)
- ✿ MC. TANKARI Moussa, Université André Salifou de Zinder (Niger)
- ✿ MC. TRAORÉ Porna Idriss, Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan (Côte d'Ivoire)

## SOMMAIRE

<b>L'IMPACT DU RETRAIT DES PAYS DE L'AES (BURKINA FASO, MALI, NIGER) DE LA CEDEAO SUR LEURS INVESTISSEMENTS DIRECTS ETRANGERS .....</b>	<b>9</b>
<b>Lassana TOURE<sup>1*</sup>, Abdoul Karim DIAMOUTENE<sup>1</sup>, Mahamadou Bassirou TANGARA<sup>1</sup> et Mickaël CLEVENOT<sup>2</sup></b>	
<b>PROMOUVOIR LA RESILIENCE DES COMMUNAUTES LOCALES PAR LES ACTIONS CLIMATIQUES DANS LES ZONES D'INTERVENTION DU PROGRAMME JASS DANS LES REGIONS DE TAHOUA ET MARADI AU NIGER .....</b>	<b>26</b>
<b>MAMAN Issoufou<sup>1*</sup>, IBRAHIM Habibou<sup>1</sup>, AFANE Abdoukader<sup>1</sup>, MAMADOU KONE Mahaman Moustapha<sup>1</sup>, YAMBA Boubacar<sup>2</sup> et ISSOUFOU DJIGO Ibrahim<sup>3</sup></b>	
<b>L'EGYPTE PHARAONIQUE : LE DON DU NIL.....</b>	<b>43</b>
<b>OLAME HOUMINA Patrice<sup>1</sup></b>	
<b>IDENTIFICATION, SOURCES ET DYNAMIQUES DES INNOVATIONS AGROÉCOLOGIQUES DANS LA FILIÈRE MARAÎCHÈRE AU SUD BÉNIN .....</b>	<b>61</b>
<b>ADJE E Funmilayo<sup>1*</sup>, MAGNON Y. Z. Zountchégbé<sup>2</sup>, EFIO Sylvain<sup>3</sup> et TOSSOU C. Rigobert<sup>4</sup></b>	
<b>RESILIENCE COMMUNAUTAIRE FACE A LA MALNUTRITION DANS LA COMMUNE DE TORI-BOSSITO AU BENIN : RECITS DE MENAGES AYANT RENVERSE LA SITUATION CHEZ LEURS ENFANTS.....</b>	<b>75</b>
<b>HOUNSI Augustin<sup>1*</sup>, HINNOU Patrick<sup>2</sup>, NASSI Karl Martial<sup>3</sup>, Roch L. MONGBO<sup>4</sup> et ADJILE O. Alida<sup>4</sup></b>	
<b>INNOVATIONS LOCALES ET COHESION SOCIALE : STRATEGIES COMMUNAUTAIRES DE PREVENTION DES CONFLITS ET DE RENFORCEMENT DE LA RESILIENCE A BARIENOU (NORD-BENIN) .....</b>	<b>90</b>
<b>HOUNDEOKOU Sèkannou Gérard<sup>1*</sup>, VODOUNNON TOTIN K. Marius<sup>2</sup> et MELIHO Pierre Codjo<sup>3</sup></b>	
<b>ARBRE SACRE « JAG SIR », PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT EN PAYS TOUPOURI DANS LE MONT-ILLI AU SUD-OUEST DU TCHAD .....</b>	<b>106</b>
<b>BAYANG Sirbélé<sup>1</sup></b>	
<b>DU RENOUEAU EXISTENTIALISTE A L'HERITAGE SARTRIEN DE LA PSYCHANALYSE EXISTENTIELLE.....</b>	<b>118</b>
<b>SALIFOU HAMANI Abdoul-Aziz<sup>1*</sup> et SOULEYMAN Mahaman<sup>2</sup></b>	
<b>ENJEUX ET PERSPECTIVES DE LA VALORISATION DU PATRIMOINE NATUREL DES COMMUNES DU SUD BÉNIN-TOGO .....</b>	<b>138</b>
<b>Cokou Romain AHLINVI<sup>1*</sup>, Expedit Wilfrid VISSIN<sup>2</sup>, Jean-François FAÛ<sup>3</sup> et Jacques AGUIADAHO<sup>4</sup></b>	
<b>GESTION DES POINTS D'EAU DANS LE QUARTIER KALLEY PLATEAU DE NIAMEY, NIGER.....</b>	<b>154</b>
<b>SOULEY BOUBACAR Adamou<sup>1</sup>, BOUBACAR AKALI Haoua<sup>2*</sup> et MOTCHO Kokou Henri<sup>3</sup></b>	

**STRATEGIES D'ADAPTATION DES EXPLOITANTS MARAICHERS DE LA COMMUNE DE SEYNA DANS LA REGION DE GAO FACE AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE .170**  
**Mahamadou CISSE<sup>1\*</sup>, Bakary DAGNO<sup>1</sup> et Vembé Blaise KONE<sup>2</sup>**

---

**VARIABILITE TEMPORELLE DES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EFFLUENTS DE RAFFINERIE PETROLIERE : IMPLICATIONS POUR UN TRAITEMENT EN AVAL .....188**  
**Ismaël Ousseini Nafiou<sup>1\*</sup> et Mahamadou Mounir Zakari<sup>1</sup>**

---

**ACCES DES REFUGIES AUX TERRES AGRICOLES DANS UN CONTEXTE DE CRISE FONCIERE : CAS DU DEPARTEMENT DE GUIDAN ROUMDJI DANS LA REGION DE MARADI .....199**  
**MAHAMAN SALIFOU Moussa<sup>1\*</sup> et HAROUNA Mounkaila<sup>2</sup>**

---

**IMPACTS SOCIOECONOMIQUES DE L'ETAT D'URGENCE A TORODI, DANS LA ZONE DES TROIS FRONTIERES .....216**  
**SOUMAILA Hama<sup>1</sup>, ALZOUMA POUTCHA Issoufou<sup>2</sup> et DAOUDA BANA Askandara<sup>3\*</sup>**

---

**STRATEGIES ENDOGENES DE PROTECTION DU FONCIER MARAICHER DANS L'ARRONDISSEMENT COMMUNAL NIAMEY 5 (NIGER) .....227**  
**IDRISSA BONDABA Tayabou<sup>1\*</sup>, MOUMOUNI MAHAMANE SANI Moumouni<sup>1</sup> et MAMAN WAZIRI MATO Zaneidou<sup>2</sup>**

---

**ANALYSE DES CONFLITS LIES A LA LIBERATION DES CHAMPS DES CULTURES PLUVIALES AU NIVEAU DU DEPARTEMENT DE BELBEDJI, REGION DE ZINDER (NIGER) .....241**  
**HAROU ABOU Idrissa<sup>1\*</sup>, ALI Salé<sup>2</sup> et MAMAN SANI Amadou<sup>3</sup>**

---

**DYNAMIQUES DEMOGRAPHIQUES ET EVOLUTION VILLAGEOISE DANS LE CERCLE DE GOUNDAM : CROISSANCE NUMERIQUE ET MUTATIONS DE LA TAILLE DES VILLAGES DEPUIS L'INDEPENDANCE .....255**  
**Mahamadou ABOCAR<sup>1\*</sup>, Mahamadou Faradji MAIGA<sup>2</sup>, Mahamane ALBOUKADER<sup>3</sup> et Boubacar Ousmane TOURE<sup>4</sup>**

---

**DYNAMIQUE D'OCCUPATION ET ENJEUX DE SECURISATION FONCIERE EN ZONE PASTORALE AU NIVEAU DU DEPARTEMENT DE BELBEDJI, REGION DE ZINDER (NIGER) .....269**  
**HAROU ABOU Idrissa<sup>1\*</sup>, ALI Salé<sup>2</sup>, ABDOU SANI Mountaka<sup>3</sup> et MAMAN SANI Amadou<sup>4</sup>**

---

**DIRE LA GUERRE : L'APPREHENSION DU CONCEPT IDENTITÉ RECONSTRUCTIVE CHEZ LES ÉCRIVAINS TCHADIENS .....281**  
**Parfait NADJIBEYE<sup>1</sup>**

---

**CONTRIBUTION DES CULTURES IRRIGUEES DANS LA VIE ECONOMIQUE ET SOCIALE DES MENAGES AGRICOLES DE L'ARRONDISSEMENT COMMUNAL NIAMEY V .....293**  
**OUSSEINI ISSA Abdou<sup>1\*</sup>, ADO MIKO Mahamadou Makana<sup>2</sup> et WAZIRI MATO Maman<sup>3</sup>**

---

**GOVERNANCE URBAINE ET HUMANITES DANS L'AMENAGEMENT D'UNE VILLE MOYENNE IVOIRIENNE : LE CAS DE TIEBISSOU AU CENTRE DE LA COTE D'IVOIRE .....306**  
**N'Dri Ernest KOUADIO<sup>1\*</sup>, Sientienwin SEKONGO<sup>2</sup> et Teré GOGBE<sup>3</sup>**

---

<b>EVOLUTION DU LAC TCHAD DE 2015 A 2025 : QUELLE IMPACT SUR LA PECHE DANS LA PARTIE NIGERIENNE .....</b>	<b>323</b>
<b>ELH KAKA ADAM Eih Ligari<sup>1</sup> et KIARI FOUYOU Hadiza<sup>2*</sup></b>	
<b>PERCEPTION DES AGROPASTEURS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE SAHEL : LE RECOURS AUX SAVOIRS ENDOGENES POUR UNE RESILIENCE ACCRUE DES COMMUNAUTES DANS LA ZONE DE KONNI AU NIGER .....</b>	<b>338</b>
<b>ABDOULAYE NOUHOU Mahamadou<sup>1*</sup>, MOUSSA Mahamadou Sani<sup>2</sup> et WAZIRI MATO Maman<sup>1</sup></b>	
<b>AGE AU MARIAGE ET PROLONGEMENT DU CELIBAT CHEZ LES ETUDIANT.E.S DE L'UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI.....</b>	<b>353</b>
<b>ABDOURAHAMANE NAJOUH Alhassane<sup>1</sup></b>	
<b>VIE ET ONTOLOGIE DU VIVANT : LE DEBAT ENTRE E. KANT ET H. JONAS .....</b>	<b>367</b>
<b>Romuald T. AMOUSSOUGA<sup>1*</sup> et Alain Corneille TOWOU<sup>2</sup></b>	
<b>CONSOMMATION DE LA VIANDE DE BROUSSE PAR LES POPULATIONS DES MONTS ALEDJO AU NORD-TOGO.....</b>	<b>385</b>
<b>DJERI Idrissou<sup>1*</sup> et NOBIME Georges<sup>2</sup></b>	
<b>VULNÉRABILITÉ ET ADAPTATION DES PRODUCTIONS AGRICOLES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE 2ÈME PÔLE DE DÉVELOPPEMENT AGRICOLE (PDA2) AU NORD DU BÉNIN.....</b>	<b>397</b>
<b>Guy Cossi WOKOU<sup>1</sup></b>	
<b>IMPACTS DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE SUR LES PRINCIPALES CULTURES VIVRIERES DU DEPARTEMENT DE GOURE (REGION DE ZINDER, NIGER).....</b>	<b>412</b>
<b>IBRAHIM SOULEY Malam Zanaidou<sup>1*</sup>, WAZIRI MATO Maman<sup>2</sup>, HASSANE YAOU Tahirou<sup>3</sup>, HAMADOU YOUNOUSSA Bachirou<sup>3</sup> et GARBA Zibo<sup>3</sup></b>	
<b>APHRIKÊ OU AFAGHÊ ? POUR UNE HYPOTHÈSE DE RELECTURE ÉTYMOLOGIQUE DES NOMS DE L'AFRIQUE À PARTIR DE LA LANGUE HO .....</b>	<b>433</b>
<b>Wanilo Guillaume GANHIDE<sup>1</sup></b>	
<b>VULNERABILITE DES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRIQUES DES PLAINES DE KORIOME, HAMADIA ET DAYE FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES DANS LA COMMUNE URBAINE DE TOMBOUCTOU (MALI).....</b>	<b>454</b>
<b>Mahamane ALBOUKADER<sup>1*</sup>, Seydou MARIKO<sup>2</sup> et Mahamadou ABOCAR<sup>3</sup></b>	
<b>LUTTE CONTRE LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE AU BENIN : CAS DU FINANCEMENT DE L'ADAPTATION ET DE L'ATTENUATION .....</b>	<b>468</b>
<b>Alfred Bothé Kpadé DOSSA<sup>1</sup></b>	

# VARIABILITE TEMPORELLE DES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EFFLUENTS DE RAFFINERIE PETROLIERE : IMPLICATIONS POUR UN TRAITEMENT EN AVAL

Ismaël Ousseini Nafiou<sup>1\*</sup> et Mahamadou Mounir Zakari<sup>1</sup>

*1 Laboratoire Ecologie et Gestion de la Biodiversité Sahélo-Saharienne, Ecole Doctorale Sciences, Sociétés, Développement (SSD), Université André Salifou de Zinder (Niger)*

*\*Correspondant courriel : nafiouismaelousseini@gmail.com*

## Résumé

La variabilité des caractéristiques physico-chimiques des effluents industriels constitue un facteur déterminant pour la conception et l'optimisation des systèmes de traitement des eaux usées. Cette étude vise à analyser la stabilité temporelle des effluents industriels issus de la Société de Raffinage de Zinder (SORAZ) afin d'évaluer leur aptitude à alimenter un procédé de traitement en aval. Un programme de suivi hebdomadaire a été réalisé sur une période d'un an. Les principaux paramètres physico-chimiques (pH, MES, turbidité, DCO, DBO<sub>5</sub>, huiles et graisses, phénols volatils, sulfures, azote ammoniacal et phosphore total) ont été analysés selon les méthodes HACH. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R 4.4.1. Les concentrations observées restent globalement compatibles avec les plages typiques des effluents de raffineries décrites dans la littérature scientifique. Les résultats montrent une variabilité temporelle modérée des paramètres étudiés, avec des coefficients de variation relativement faibles pour la plupart des indicateurs. Ces résultats suggèrent que les effluents étudiés présentent des caractéristiques suffisamment stables pour servir de charge d'alimentation d'un système de traitement biologique ou physico-chimique en aval. Cette étude apporte des éléments essentiels pour la conception future d'unités de traitement adaptées aux effluents pétroliers en contexte sahélien.

Mots clés : effluents industriels, paramètres physico-chimiques, variabilité, traitement, SORAZ.

## TEMPORAL VARIABILITY OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF PETROLEUM REFINERY EFFLUENTS: IMPLICATIONS FOR DOWNSTREAM TREATMENT

## Abstract

The variability of physicochemical characteristics of industrial effluents is a key factor in the design and optimization of wastewater treatment process. This study aims to

analyze the temporal stability of industrial effluents from the Zinder Refining Company (SORAZ) in order to assess their suitability as influent for downstream treatment processes. A weekly monitoring program was conducted over a one-year period. The main physicochemical parameters (pH, TSS, turbidity, COD, BOD<sub>5</sub>, oils and grease, volatile phenols, sulfides, ammoniacal nitrogen, and total phosphorus) were analyzed using HACH methods. Statistical analyses were performed using R software version 4.4.1. The observed concentrations are generally consistent with the typical ranges of refinery effluents reported in the scientific literature. The results indicate a moderate temporal variability of the studied parameters, with relatively low coefficients of variation for most indicators. These findings suggest that the effluents exhibit sufficiently stable characteristics to be used as influent for biological or physicochemical treatment systems downstream. This study provides essential insights for the future design of treatment units adapted to petroleum effluents in Sahelian contexts.

Keywords: industrial effluents, physicochemical parameters, variability, treatment, SORAZ.

## INTRODUCTION

Les raffineries de pétrole constituent une source importante d'effluents industriels caractérisés par une composition complexe comprenant des hydrocarbures, des composés phénoliques, des sulfures, ainsi qu'une charge organique et particulaire variable (García-Delgado *et al.*, 2007; Nafiou *et al.*, 2026; Oyugi *et al.*, 2024; Salcedo *et al.*, 2019). La gestion de ces effluents représente un défi majeur pour l'ingénierie environnementale en raison de leur potentiel toxique et de leur impact sur les écosystèmes aquatiques (Diya'uddeen *et al.*, 2011; Wake, 2005). Dans le domaine de l'ingénierie du traitement des eaux usées industrielles, la stabilité de la charge polluante en amont constitue un critère fondamental pour la conception et l'exploitation des systèmes de traitement en aval. Les fluctuations importantes peuvent entraîner des chocs de charge et compromettre la performance des procédés biologiques ou physico-chimiques (Metcalf & Eddy, 2014). L'analyse de la stabilité des paramètres physico-chimiques constitue donc une étape essentielle pour dimensionner correctement les unités de traitement. Ainsi, plusieurs études ont montré que la caractérisation détaillée et le suivi temporel des effluents permettent d'optimiser la sélection des technologies de traitement. Malgré l'importance croissante de l'industrie pétrolière en Afrique sahélienne, les données scientifiques relatives à la variabilité des effluents de raffinerie dans cette région restent limitées (Nafiou *et al.*, 2024). L'étude des effluents de la Société de Raffinage de Zinder (SORAZ) constitue ainsi une contribution importante à la compréhension des caractéristiques de ces rejets industriels dans un contexte environnemental spécifique.

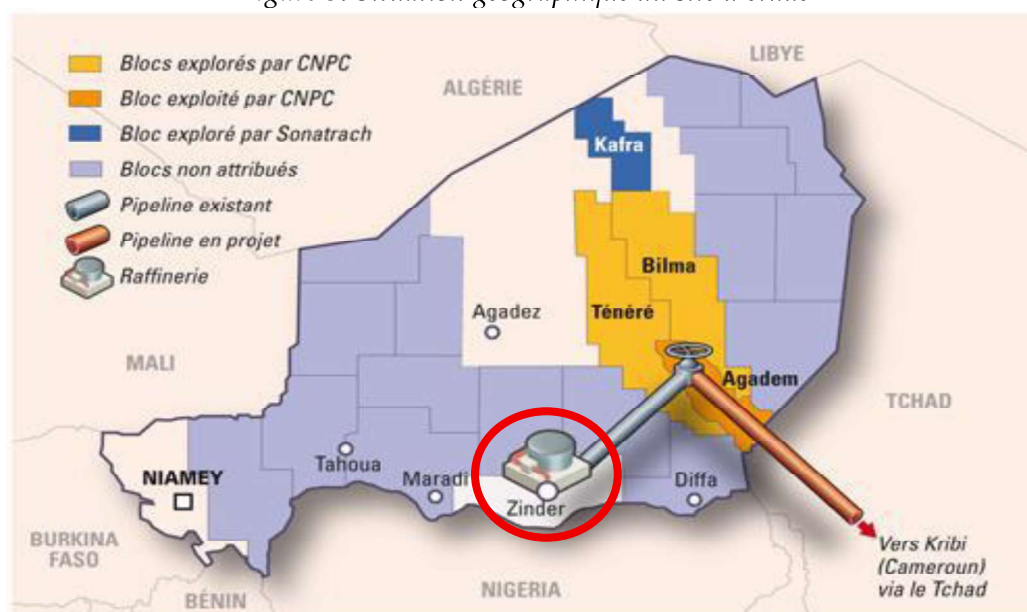
L'objectif de cette étude est d'analyser la stabilité temporelle des caractéristiques physico-chimiques des effluents de la SORAZ afin d'évaluer leur aptitude à alimenter un procédé de traitement en aval.

## 1. MATERIELS ET METHODES

### 1.1. Site d'étude

L'étude a été réalisée à la société de raffinage de Zinder (SORAZ), une coentreprise entre la China National Petroleum Corporation (CNPC) et l'Etat nigérien. La SORAZ est implantée dans la commune rurale d'Oualalewa à environ 1000 kilomètres (km) à l'Est de Niamey, la capitale du Niger. Les activités de la SORAZ s'exercent dans l'usine d'une superficie de 600 hectares. Opérationnelle depuis 2011, elle traite le pétrole brut du bloc d'Agadem pour fournir du carburant (gasoil, essence) au marché local et de celui de la sous-région. La figure ci-dessous présente la position géographique du site de cette étude.

Figure 3: Situation géographique du site d'étude



### 1.2. Echantillonnage et analyse

L'échantillonnage a été réalisé de manière continue sur une période d'un an allant du mois d'octobre 2024 au mois de septembre 2025 à la sortie de la station du traitement des eaux usées industrielles. Cette approche continue et sur le long terme permet d'évaluer avec précision la variabilité temporelle des paramètres physico-chimiques. La collecte a été réalisée de façon hebdomadaire pour capturer les fluctuations de charge polluante. Cette démarche garantit une représentativité optimale des caractéristiques mensuelles et opérationnelles des effluents. Le prélèvement a été effectué à l'aide de flacons en polyéthylène d'une capacité d'un litre. Avant chaque

prélèvement, chaque flacon a été préalablement nettoyé à l'eau distillée, puis rincé à deux reprises avec l'effluent à prélever. Lors de la collecte, les bouteilles ont été remplies jusqu'au bord, puis scellées hermétiquement. Cette procédure rigoureuse permet d'éliminer tout espace de tête, limitant ainsi les échanges gazeux avec l'air ambiant et prévenant l'oxydation des échantillons avant leur analyse.

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées conformément aux méthodes standard décrites dans les travaux rapportés par Nafiou *et al.*, (2026). Pour évaluer la stabilité temporelle des paramètres étudiés, des analyses de tendance ont été effectuées à l'aide de régressions linéaires dans l'environnement statistique R 4.4.1.

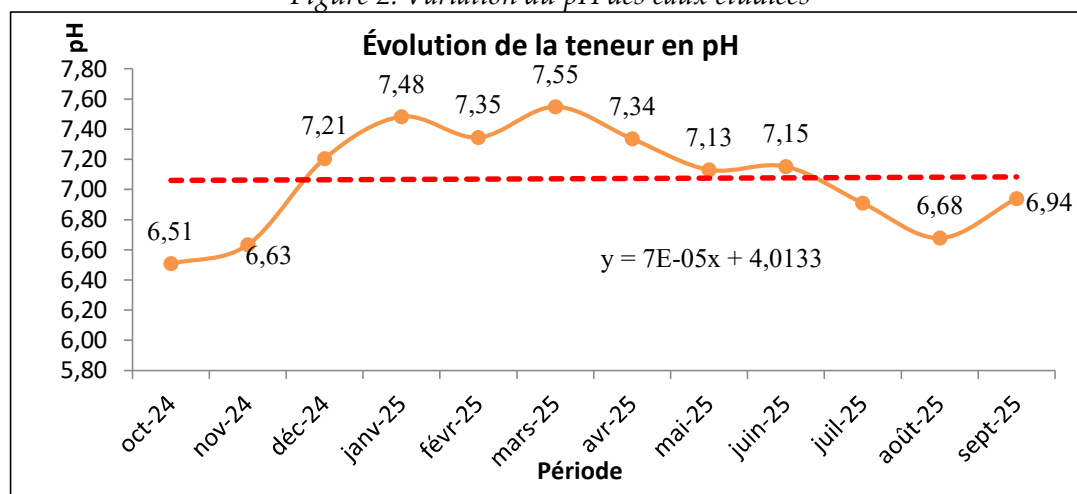
## 2.RESULTATS

Les obtenus dans la présente étude sont présentés dans les points qui suivent. Globalement, les paramètres étudiés sont conformes aux normes de rejets autorisées par le ministère nigérien de la sante et celles de la SORAZ comme rapporté dans une précédente étude (Nafiou *et al.*, 2026).

### 2.1. Évolution temporelle du pH des effluents

L'évolution mensuelle du pH des eaux usées industrielles de la SORAZ sur la période considérée est présentée à la Figure 2. Les valeurs du pH varient entre 6,51 et 7,55 traduisant une variabilité modérée au cours du suivi annuel. L'équation de régression linéaire ( $y = 7 \times 10^{-5}x + 4,0133$ ) met en évidence une pente très faible, indiquant l'absence de dérive significative sur l'année étudiée. Le coefficient directeur proche de zéro confirme que le système ne présente ni tendance progressive à l'acidification ni à l'alcalinisation. Dans les systèmes de traitement des eaux de raffinerie, des variations brutales du pH peuvent compromettre la performance du traitement en aval et accroître les risques environnementaux. L'absence de telles dérives constitue donc un indicateur positif de stabilité procédurale.

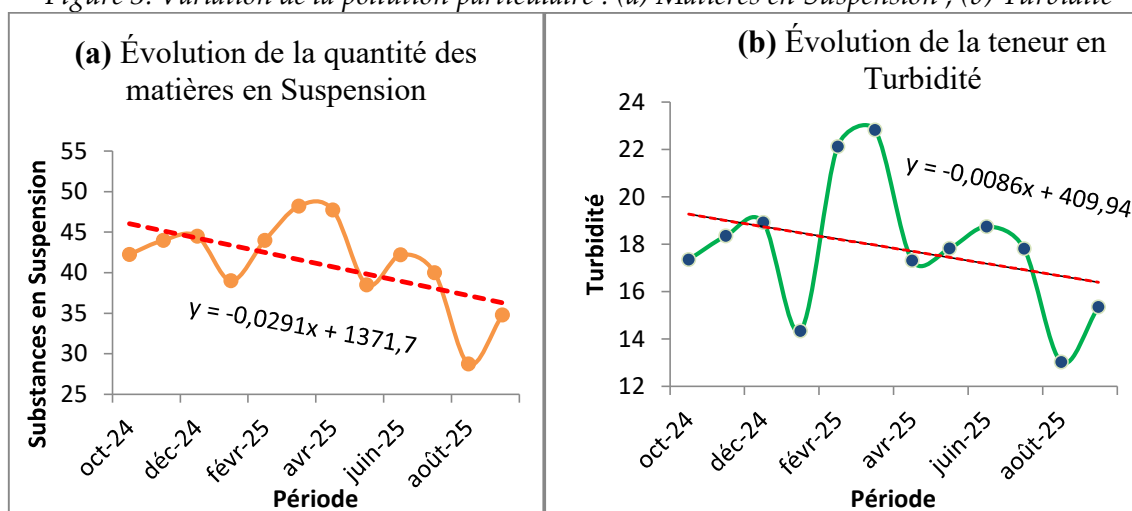
Figure 2: Variation du pH des eaux étudiées



## 2.2. Dynamique de la pollution particulaire

Le suivi annuel des effluents de la SORAZ met en évidence une évolution différenciée des fractions particulaire de la pollution. Les courbes relatives aux matières en suspension (MES) et à la turbidité présentent des évolutions parallèles, avec un pic marqué en mars 2025 (MES = 48,2 mg/L ; turbidité = 22,82 NTU), suivi d'une tendance décroissante. Le pic observé suggère un épisode transitoire de déséquilibre hydraulique ou de remise en suspension des solides. Aussi, le mois de Mars est caractérisé par des brouillards dans cette région, ce qui pourrait contribuer à l'augmentation des particules en suspension. En dehors de cet épisode isolé, les concentrations restent relativement constantes. L'évolution cohérente de ces paramètres indique que le système de séparation solide-liquide fonctionne globalement de manière satisfaisante, malgré un épisode transitoire d'instabilité. La figure 3 présente la variation des matières en suspension et la turbidité tout au long de l'étude.

Figure 3: Variation de la pollution particulaire : (a) Matières en Suspension ; (b) Turbidité



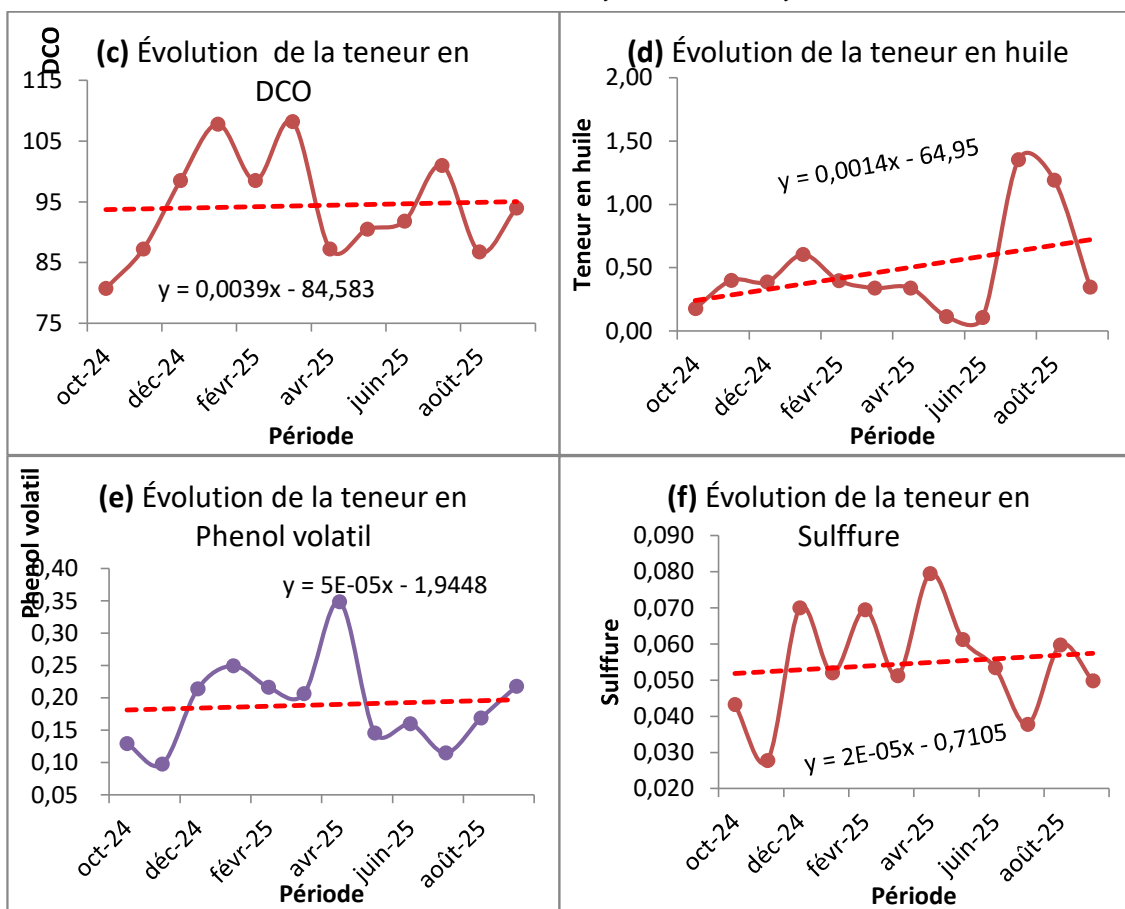
## 2.3. Dynamique de la pollution organique et composés spécifiques

La figure ci-dessous présente la variation de la DCO, du phénol volatil, des huiles et des sulfures. La droite de tendance relative à la DCO ( $y = 0,0039x - 84,583$ ) montre une légère tendance croissante, mais la pente reste faible, traduisant une stabilité globale. La DCO stable, comparée à l'augmentation progressive des huiles **(d)**, suggère une modification qualitative plutôt que quantitative de la matière organique. Même si les concentrations restent relativement faibles, la tendance ascendante constitue un signal de vigilance. Dans les effluents de raffinage, les phénols sont des indicateurs de procédés de distillation et de craquage catalytique. Leur présence persistante, même à faible concentration, constitue un risque écotoxique potentiel. La pente de la tendance est quasi nulle **(e)**, indiquant une stabilité annuelle. Les sulfures

varient entre 0,028 et 0,08 mg/L, avec plusieurs pics notamment en décembre 2024 (~0,07 mg/L) et avril 2025 (~0,08 mg/L). Malgré ces pics, la tendance est pratiquement horizontale (2E-05), indiquant une grande stabilité.

Les figures (c) à (f) démontrent que les effluents de la SORAZ présentent une charge organique maîtrisée et une stabilité des composés spécifiques, malgré une légère augmentation de la fraction lipidique. L'ensemble des tendances observées reflète un système globalement résilient.

Figure 4: Variation de la pollution organique et composés spécifiques : (c) DCO ; (d) teneur en huile ; (e) Phénol volatil ; (f) teneur en sulfure

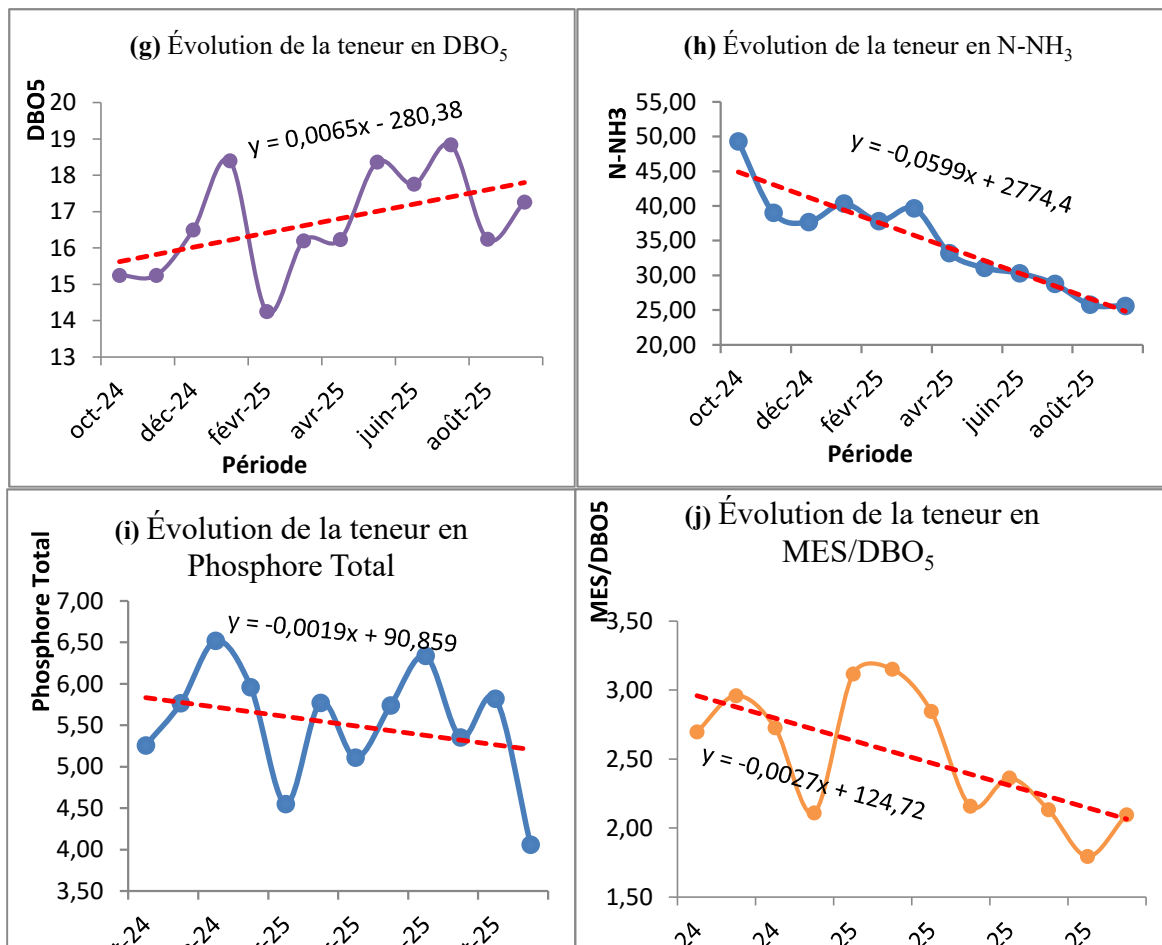


### 2.4. Stabilité de la charge biodégradable et de des nutriments

L'évolution de l'azote ammoniacal (N-NH<sub>3</sub>) et du phosphore total montre également une variabilité limitée. La relative constance de ces nutriments est un facteur favorable pour l'implantation d'un traitement biologique, puisque les microorganismes nécessitent un rapport équilibré entre carbone, azote et phosphore pour assurer une dégradation efficace de la matière organique. La DBO<sub>5</sub>, indicateur de la fraction biodégradable de la matière organique, présente

également des variations modérées. Cette stabilité relative suggère que le rapport entre matière organique biodégradable et réfractaire reste globalement constant. De plus, le ratio MES/DBO<sub>5</sub> montre une variation limitée, indiquant que la relation entre la fraction particulaire et la fraction organique biodégradable demeure stable dans le temps. La figure 5 présente la variabilité de la charge biodégradable et de des nutriments.

Figure 5: Variation de la DBO<sub>5</sub> (g), de l'azote ammoniacal (h), du phosphore total (i) et du ratio MES/DBO<sub>5</sub> (j) dans les effluents de la SORAZ.



### 3.DISCUSSION

Les résultats obtenus dans cette étude mettent en évidence une variabilité temporelle relativement modérée des paramètres physico-chimiques des effluents de la SORAZ, ce qui constitue un facteur déterminant pour la conception et l'exploitation d'un système de traitement en aval.

Les valeurs de pH observées dans les effluents de la SORAZ varient entre 6,51 et 7,55, indiquant un milieu globalement neutre et stable. Cette plage est cohérente avec les valeurs généralement rapportées pour les effluents de raffineries pétrolières,

notamment celle observée au champ pétrolier de HBK (MH *et al.*, 2016) en Algérie (pH 6,26) et dans le désert occidental égyptien (Mansour *et al.*, 2020) (pH 6,6). Ce phénomène de stabilité du pH pourrait s'expliquer par le fait que dans une raffinerie, l'équilibre entre les eaux de purge des tours de refroidissement et les condensats stabilise l'alcalinité. Cette plage de pH permettra de minimiser les coûts opérationnels en éliminant le besoin d'une unité de neutralisation chimique intensive avant un traitement ultérieur, notamment l'électrocoagulation (Mollah *et al.*, 2001; Ni'am & Othman, 2014; Zongo *et al.*, 2012).

Les valeurs de turbidité observées dans cette étude sont comparables à celles rapportées dans certaines raffineries internationales. Par exemple, la turbidité observée est très proche de celle rapportée par Mijaylova Nacheva *et al.*, (2008) au Mexique. En revanche, les valeurs observées à la SORAZ restent nettement inférieures à celles mesurées dans certains effluents pétroliers fortement chargés. Dans des effluents bruts de raffinerie en Égypte, la turbidité est de 238 NTU (Mansour *et al.*, 2020), tandis qu'en Algérie des valeurs pouvant atteindre 271 NTU ont été observées dans les effluents d'un champ pétrolier (MH *et al.*, 2016). Ces différences peuvent s'expliquer par la nature des procédés industriels utilisés (Coelho *et al.*, 2006; Singh & Shikha, 2018), la composition du pétrole brut traité (Singh & Shikha, 2018) et l'efficacité des systèmes de séparation primaire tels que les séparateurs huile-eau ou les unités de flottation. La faible variabilité observée dans cette étude suggère que les systèmes de prétraitement de la raffinerie fonctionnent de manière relativement stable.

La demande chimique en oxygène (DCO) constitue l'un des indicateurs les plus utilisés pour évaluer la charge organique des effluents industriels. La DCO de la SORAZ montre une tendance à la stabilité malgré une légère croissance annuelle. Les valeurs obtenues dans cette étude sont inférieures à celles des rejets de HBK en Algérie affichant une DCO de 430 mg/L (O<sub>2</sub>) et une DBO<sub>5</sub> de 180 mg/L (O<sub>2</sub>) (MH *et al.*, 2016). Aussi, les effluents de la raffinerie d'Arak, en Iran présentent une DCO initiale de 210-280 mg/L (O<sub>2</sub>) et un DBO<sub>5</sub> qui varie 70-95 mg/L (O<sub>2</sub>) (Pourehie & Saien, 2021) toujours supérieures à celles obtenues dans la présente étude. Diya'uddeen *et al.*, (2011) rapportent des valeurs de DBO<sub>5</sub> variant entre 10-70 mg/L(O<sub>2</sub>), valeurs similaires à celles obtenues dans cette étude. Ainsi, les résultats obtenus dans cette étude s'inscrivent donc dans les plages généralement observées dans les effluents pétroliers internationaux.

L'évolution relativement stable de l'azote ammoniacal et du phosphore total observée dans cette étude est cohérente avec les caractéristiques typiques des effluents de raffinerie. En effet, dans plusieurs raffineries, les concentrations d'azote ammoniacal varient généralement entre quelques mg/L et plusieurs dizaines de mg/L selon la composition du pétrole brut et les procédés de traitement utilisés. L'azote

ammoniacal se rapproche des valeurs obtenues au Brésil (Dias *et al.*, 2012). Pour les composés spécifiques, les valeurs obtenues à la SORAZ constituent un avantage stratégique par rapport à d'autres complexes industriels. Par exemple, à Haïfa (Israël), des décharges soudaines de phénols concentrés (jusqu'à 15 000 mg/L) ont été relevées (Galil & Levinsky, 2002). La présence constante d'azote ammoniacal et de phosphore total à la SORAZ évite l'ajout coûteux de nutriments exogènes (urée ou acide phosphorique), facilitant ainsi l'autonomie du système en contexte sahélien.

La SORAZ, avec ses faibles niveaux de phénols volatils et de sulfures, offre une charge d'entrée idéale qui réduit les risques de choc de charge et facilite le dimensionnement d'unités tertiaires.

Dans l'ensemble, les résultats obtenus montrent que les effluents de la SORAZ présentent une variabilité temporelle plus faible que celle observée dans plusieurs raffineries de par le monde. Cette stabilité constitue un avantage important pour la conception d'un système de traitement en aval, car les fluctuations importantes de charge peuvent entraîner des perturbations dans les procédés en aval.

Les caractéristiques observées suggèrent que ces effluents pourraient être efficacement traités par un procédé électrochimique pour l'élimination des composés réfractaires tel que l'ont suggérées Nafiou *et al.*, (2026) dans une étude précédente.

Ainsi, les effluents de la SORAZ présentent des caractéristiques physico-chimiques relativement stables qui constituent une base favorable pour le dimensionnement d'unités de traitement adaptées aux conditions environnementales du contexte sahélien.

## CONCLUSION

La présente étude a permis de caractériser la variabilité temporelle des effluents de la Société de Raffinage de Zinder (SORAZ) sur un cycle annuel, étape préalable indispensable au dimensionnement de toute unité de traitement tertiaire. Les résultats mettent en évidence une stabilité remarquable des principaux indicateurs physico-chimiques. Les coefficients de variation sont modérés et démontrent l'absence de dérives significatives de pH ou de charge organique. Contrairement aux observations rapportées dans d'autres complexes pétroliers à l'international, sujets à des fluctuations brutales de charge à Haïfa en Israël, une acidité persistante en Algérie ou une hypersalinité en Égypte, la SORAZ présente des caractéristiques physico-chimiques suffisamment constantes.

Cette homogénéité temporelle garantit une efficacité constante pour les traitements électrochimiques en aval. En effet, la relative invariabilité des effluents étudiés valide leur aptitude à alimenter un système de traitement tertiaire optimisé, tel que l'électrocoagulation, pour l'élimination des composés organiques réfractaires. Cette étude pose ainsi les bases scientifiques pour le développement de solutions circulaires

de gestion de l'eau, essentielles pour la durabilité de l'industrie pétrolière dans le contexte environnemental spécifique du Sahel.

## Remerciements

Les auteurs remercient la Société de Raffinage de Zinder (SORAZ) pour son soutien technique dans la réalisation de cette étude.

## Conflits d'intérêt

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt.

## REFERENCES

- Coelho, A., Castro, A. V., Dezotti, M., & Sant'Anna, G. L. (2006). Treatment of petroleum refinery sourwater by advanced oxidation processes. *Journal of Hazardous Materials*, 137(1), 178-184. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.01.051>
- Dias, I. N., Cerqueira, A. C., Sant'Anna, G. L., & Dezotti, M. (2012). Oil refinery wastewater treatment in biofilm reactor followed by sand filtration aiming water reuse. *Journal of Water Reuse and Desalination*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.2166/wrd.2012.022>
- Diya'uddeen, B. H., Daud, W. M. A. W., & Aziz, A. A. (2011). Treatment technologies for petroleum refinery effluents: A review. *Process safety and environmental protection*, 89(2), 95-105.
- Galil, N. I., & Levinsky, Y. (2002). Reuse of Industrial Wastewater Effluent in the Petrochemical Industry. *Water Resources Quality*, (Query date: 2024-03-08 09:54:35), 331-345. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-56013-2\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-642-56013-2_19)
- García-Delgado, M., Rodríguez-Cruz, M. S., Lorenzo, L. F., Arienzo, M., & Sánchez-Martín, M. J. (2007). Seasonal and time variability of heavy metal content and of its chemical forms in sewage sludges from different wastewater treatment plants. *Science of The Total Environment*, 382(1), 82-92. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.04.009>
- Metcalf & Eddy, A. (2014). *Wastewater engineering treatment and resource recovery*. McGraw-Hill Education.
- Mijaylova Nacheva, P., Ramírez Camperos, E., & Sandoval Yoval, L. (2008). Treatment of petroleum production wastewater for reuse in secondary oil recovery. *Water Science and Technology*, 57(6), Article 6. <https://doi.org/10.2166/wst.2008.202>
- Mollah, M. Y. A., Schennach, R., Parga, J. R., & Cocke, D. L. (2001). Electrocoagulation (EC)—Science and applications. *Journal of Hazardous Materials*, 84(1), 29-41. [https://doi.org/10.1016/S0304-3894\(01\)00176-5](https://doi.org/10.1016/S0304-3894(01)00176-5)
- Nafiou, I. O., & Zakari, M. M. (2026). Study of the Possibility of Recovering Refinery Wastewater in Sahel: Case. *Sustainable Development of Water and Environment: Proceedings of ICSDWE 2025*, 69.
- Nafiou, O., Zakari, M., & Kané, R. (2024). Current Approaches to Petroleum Wastewater Treatment for Reuse: A Systematic Review. *J. Mater. Environ. Sci.*, 15 (12), 1814-1824.

- Ni'am, M. F., & Othman, F. (2014). Experimental Design of Electrocoagulation and Magnetic Technology for Enhancing Suspended Solids Removal from Synthetic Wastewater. *International Journal of Science and Engineering*, 7(2), 178-192. <https://doi.org/10.12777/ijse.7.2.178-192>
- Oyugi, A. C., Ohowa, B., & Shee, A. (2024). Heavy Metals in Refinery Wastewater : Assessment and Treatment Using Diatomaceous Earth. *AFRICAN JOURNAL OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND ENGINEERING (AJSTE)*, 4(2), 8-16.
- Pourehie, O., & Saien, J. (2021). Solar driven homogeneous sodium hypochlorite/iron process in treatment of petroleum refinery wastewater for reusing. *Separation and Purification Technology*, (Query date: 2024-05-20 16:17:25). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586621007516>
- Salcedo, G., Kupski, L., Degang, L., Marube, L., & ... (2019). Determination of fifteen phenols in wastewater from petroleum refinery samples using a dispersive liquid—Liquid microextraction and liquid chromatography with a .... *Microchemical ...*, (Query date: 2024-05-20 16:17:25). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026265X19300578>
- Singh, S. & Shikha. (2018). Treatment and Recycling of Wastewater from Oil Refinery/Petroleum Industry. *Applied Environmental Science and Engineering for a Sustainable Future*, (Query date: 2024-05-21 16:39:20), 303-332. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-1468-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-981-13-1468-1_10)
- Wake, H. (2005). Oil refineries : A review of their ecological impacts on the aquatic environment. *Estuarine, coastal and shelf science*, 62(1-2), 131-140.
- Zongo, I., Merzouk, B., Palm, K., Wethe, J., Maiga, H., Leclerc, J.-P., & Lapticque, F. (2012). *Study of an electrocoagulation (EC) unit for the treatment of industrial effluent of Ouagadougou, Burkina Faso.*