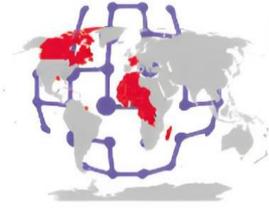


Revue **Francophone**



**EXPOSITIONS CLIMATIQUES DES AMENAGEMENTS D'IRRIGATION  
DU SOUS BASSIN VERSANT DE NARIARLE À KOUBRI, BASSIN DU NAKANBÉ AU  
BURKINA FASO**

**CLIMATIC EXPOSURES OF IRRIGATION FACILITIES  
IN THE NARIARLE SUB-WATERSHED IN KOUBRI, NAKANBÉ BASIN IN  
BURKINA FASO**

Abdoul-Azize SAMPEBGO<sup>a</sup> ,  
Amadou ZAN<sup>b</sup> ,  
Joachim BONKOUNGOU<sup>c</sup> ,

<sup>a</sup> Doctorant, Université Norbert Zongo, Département de géographie, Laboratoire de recherche en science humaine, UFR/SH, BP :376, Koudougou, Burkina Faso.

<sup>b</sup> Doctorant, Université Norbert Zongo, Département de géographie, Laboratoire de recherche en, science humaine, UFR/SH, BP :376, Koudougou, Burkina Faso.

<sup>c</sup> Chercheure, Maître de recherche, INERA/CNRST Centre National de la recherche Scientifique et Technologique/Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles.

Les auteurs acceptent que cet article reste en libre accès en permanence selon les termes de la  
licence internationale Creative Commons Attribution 4.0



## Résumé

Les aménagements d'irrigation du sous bassin versant de Nariarlé à Koubri, bassin du Nakanbé au Burkina Faso sont exposés aux changements climatiques. Ces variations climatiques exceptionnelles influent les paramètres socio-économique, technologiques et institutionnels des aménagements. Les changements climatiques sont des phénomènes universels, avec conséquences multiples et touchent à tous les domaines de la vie de l'homme (CEDRA & Wiggins, 2009; Ouoba, 2013). L'objectif de cette étude est d'évaluer les expositions climatiques des aménagements d'irrigation selon le rapport cinq de la GIEC (2014). La recherche documentaire et l'agrégation arithmétique pondérée à la structure d'une chaîne d'impact développée par le GIZ (2021), ont servi de méthodologie. Ces résultats sont appuyés par les données terrain, d'un échantillonnage de 160 producteurs. L'analyse des expositions climatiques constitue un premier pas vers l'identification et l'analyse des pratiques et stratégies complémentaires à risques des aménagements aux aléas climatiques. Ils sont des unités complémentaires d'évaluation des opportunités ou des menaces qu'elles peuvent présenter pour les stratégies d'adaptation.

**Mots clés :** expositions climatiques ; Nariarlé ; Ouagadougou ; Burkina Faso.

## Abstract

Irrigation facilities in the Nariarlé sub-watershed in Koubri, Nakanbé basin in Burkina Faso are exposed to climate change. These exceptional climatic variations influence the socio-economic, technological and institutional parameters of irrigation schemes. Climate change is a universal phenomenon, with multiple consequences and affects all areas of human life (CEDRA & Wiggins, 2009; Ouoba, 2013; Sampebgo et al., 2024). The objective of this study is to assess the climate exposures of irrigation facilities according to IPCC report five (2014). Documentary research and arithmetic aggregation weighted to the structure of an impact chain developed by GIZ (2021), were used as a methodology. These results are supported by field data from a sample of 160 producers. The analysis of climate exposures is a first step towards the identification and analysis of complementary practices and strategies at risk of development and climatic hazards. They are complementary units for assessing the opportunities or threats they may present for adaptation strategies.

**Keywords:** climate exhibitions; Nariarlé; Ouagadougou; Burkina Faso.

## **Introduction**

Les aménagements d'irrigation sont des techniques et des méthodes organisées mises en place pour améliorer ou transformer l'espace agricole. Elles visent à apporter de l'eau artificiellement aux cultures agricoles par l'aide de canaux, de conduites souterraines, de systèmes d'aspersion ou de goutte-à-goutte (ARID, 2004; Dradaï, s. d.; GIZ, 2015; PNAPAP, 2019). L'objectif principal de l'irrigation est d'assurer un apport en eau régulier et suffisant pour favoriser la croissance des plantes et maximiser les rendements agricoles (Albergel & Lamachere, 1993; Coulibaly, 2024; Dubreuil, 2005; Dupré, 2019; Durand, 2020; Martin, 2018; Renoux, 2011). Cependant, les aménagements d'irrigation sont confrontés aux aléas climatique (Gaye & Mansaly, 2023; Mav et al., 2023) qui compromettent la production agricole essentiellement pluviale et le développement de l'irrigation en générale (Diop, 2023; Fatahala & Mariko, 2023; Fouillet, 2019; Gaye & Mansaly, 2023; Kambou, 2019; Ndiaye et al., 2024; UNESCO, 2020). En plus, La production agricole bénéficie de peu de technique et stratégies efficaces d'adaptation aux changements climatique. Au regard de tous ces défis nous pouvons alors se poser la question suivante : quels sont les expositions climatiques des aménagements d'irrigation aux changements climatique ?

L'exposition climatique dans le cadre de notre recherche renvoie à la notion d'intensité, de degré ou de variabilité climatique des aménagements d'irrigation liés aux effets des aléas climatiques. Cette définition des expositions climatiques est en droite ligne avec celle du rapport cinq (AR5) du GIEC (GIEC, 2014). Au Burkina Faso, le projet de développement de l'irrigation remonte à la période de 1930 à 1960 avec à la construction et la mise en valeur d'une centaine de barrages (Loumana dans l'Ouest, Boulbi au Centre, Yalgo dans la province du Namentenga, etc.). Un développement qui est directement affecté par le phénomène des changements climatiques de la période de 1970 à 1980 avec la grande sécheresse des années 1973 (AIR/AO, 2007; Djima, 1995). Exploitants, partenaires techniques et financiers s'accordent sur l'évolution extrême des paramètres climatiques et leurs vulnérabilités élevées sur les systèmes des aménagements d'irrigation des bassins versants. La méthodologie adoptée est l'agrégation arithmétique pondérée des sous indices des expositions.

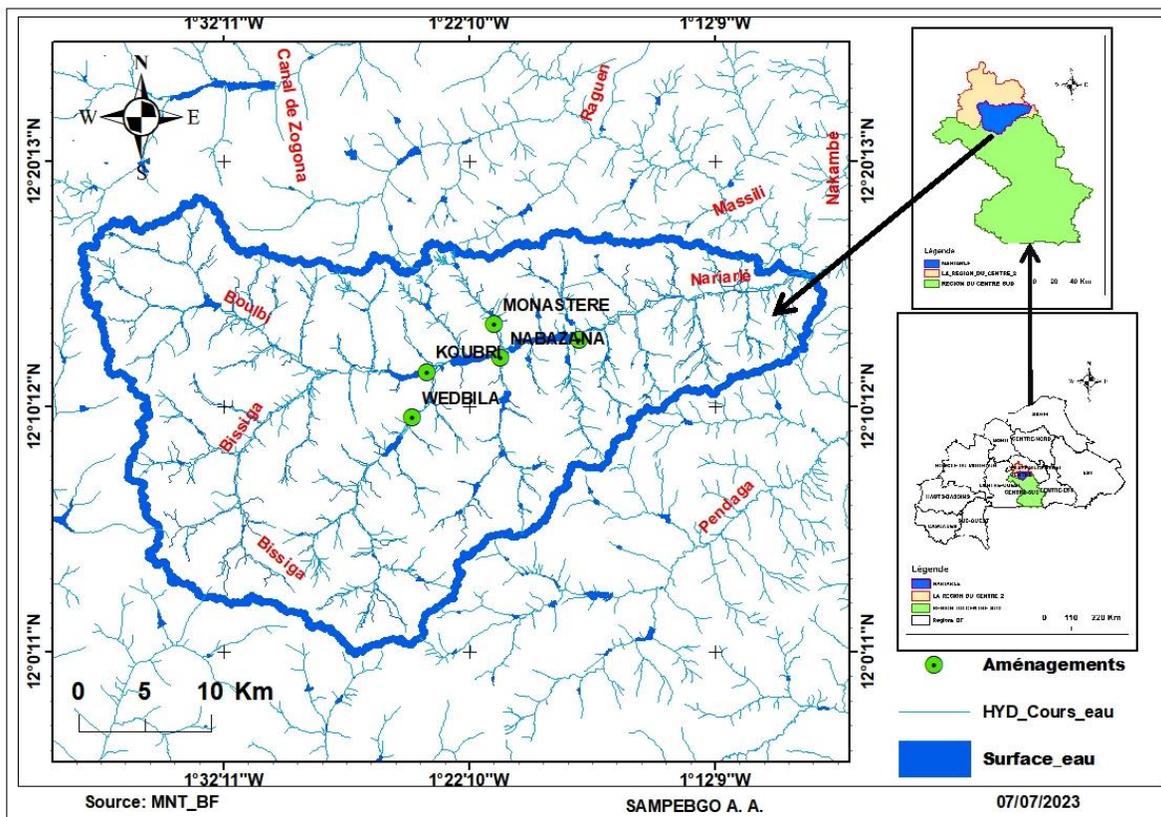
Le contenu de l'article que nous proposons va s'articuler en trois points : démarche méthodologique d'analyse des expositions climatique, les résultats obtenus et la discussion.

## 1. Matériel et méthodes

### 1.1. Présentation de la zone d'étude

Le bassin versant de Nariarlé se localise entre la latitude  $12^{\circ}12'54.03''$  nord et  $1^{\circ}19'46.57''$  ouest (Carte 1). Le bassin versant de Nariarlé est un sous bassin du Nakanbé (l'un des bassins nationaux du Burkina Faso). Il couvre sept (07) communes (PCD/ Koubri, 2021, p. 18): quatre de la région du centre (Koubri, de Saaba, Komsilga et Ouagadougou) et trois de la région du centre-sud, province du Bazèga (Saponi, Kombissiri et Boulgou).

**Carte 1: localisation du sous bassin versant de Nariarlé**



Les périmètres irrigués s'organisent autour de cinq sous bassins (Carte 2) : Wédbila, de Koubri, du Monastère, du Boussouma et du Nabazana (ONBAH, 1986, p. 03).

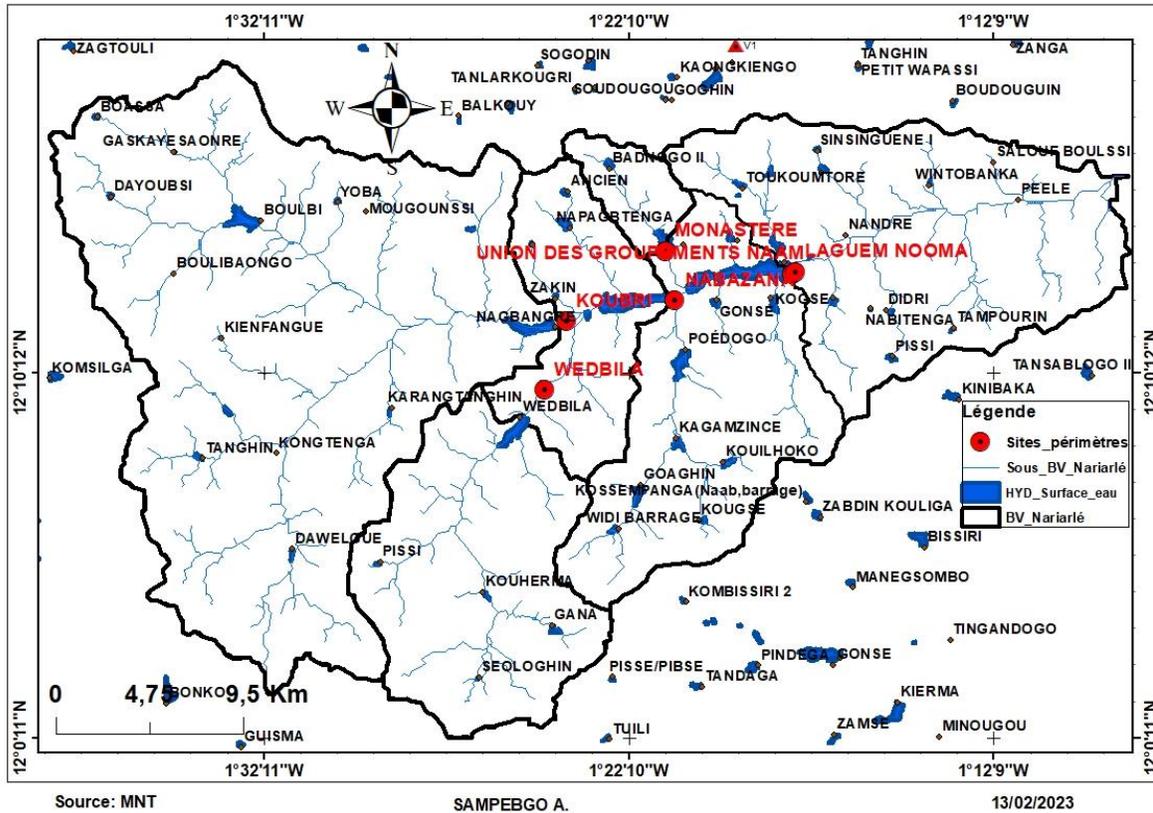
**Tableau 1: les caractéristiques les aménagements d'irrigation de Nariarlé**

Nom_du_site	Type	Latitude (hddd)	Longitude (hddd)	Date réalisation	Superficie aménageable (ha)	Nombre total	Type	Capacite ou debit (m3)	Disponibilité eau	Prise d'eau au niveau d'ouvrage	Etat d'ouvrage
Nabazana	Gravitaire	12,20314	-1,34797	1974	20,0	35	Barrage	380000	Pérenne	Pompe	Mauvais
Koubri	Gravitaire	12,19363	-1,39769	1976	17,5	74	Barrage	2300000	Avril-mai	Vanne	Mauvais
Wédbila	Gravitaire	12,16230	-1,40761	1982	44,0	235	Barrage	2480000	Avril / souvent pérenne	Vanne	Acceptable
Monastère	Gravitaire	12,22588	-1,35247	1989	15,0	44			Avril		Mauvais
Union des	Gravitaire	12,21540	-1,29457	1990	11,0	98	Barrage	10208000	Pérenne	Pompe	Acceptable

Source : DRAHDI/ MAAH, 2020

SAMPEBGO A.A.

Carte 2: les aménagements d'irrigations du bassin versant du Nariarlé



## 1.2. Méthodologie

L'analyse du niveau des expositions s'appuie sur un système d'indice intégrant : les indicateurs sociaux, technologiques, l'efficacité économique et les indicateurs institutionnels. Cette dernière partie ne sera analyser par manque de données et de méthodes d'évaluation.

Les indicateurs sociaux. L'objectif est d'évaluer les facteurs anthropiques à risques des aménagements d'irrigation.

Les indicateurs technologiques. Les expositions technologiques ont pour objectif d'évaluer le taux d'émission du CO<sub>2</sub> des aménagements d'irrigation du bassin versant de Nariarlé. La méthode utilisée est : l'agrégation pondérée du taux du CO<sub>2</sub> au sol et le niveau technologique des aménagements d'irrigation. Le niveau technologique est évalué selon le nombre et des types d'outils agricoles utilisés sur dix (10) périmètres aménagés visités. Le CO<sub>2</sub> aux sols est obtenu par

la méthode d'interpolation spatiale du logiciel QGIS des résultats d'analyses des échantillons sols du BUNASOL.

L'efficacité économique. L'efficacité économique dans le cadre de notre analyse est définie comme la prise en compte des questions économiques en s'assurant que le niveau économique de l'aménagement permet de s'adapter efficacement aux changements climatiques et d'atteindre à la sécurité alimentaire. Il est déterminé à partir du coût de productivité économique des aménagements d'irrigations en million de FCFA (CP) de la campagne agricole de saison sèche 2021-2022 de quatre types de productions (tangelo, maïs, riz et tomate).

$$CP = \sum_n^1 Q_i \times P_i \text{ (Eq. 1)}$$

Q\_(i =) La quantité des produits

P\_i = Prix unitaire par production

## **2. Résultat**

Les facteurs anthropiques comme la pression démographique et certains comportements tels que le tuyautage ou le ramassage des agrégats (sable, gravier) sur les digues et du nid des barrages (Image 1) sont autant de facteurs explicatifs des risques sociaux qui menacent les aménagements d'irrigations du bassin versant de Nariarlé.

**Image 1: les facteurs anthropiques à risques****Monastère 02-06-2022****PK25 06-04-2023**

L'exposition sociale des aménagements est analysée par l'indice des nombres d'exploitants (nE.).

Les résultats sont répertoriés dans le tableau ci-dessous (Tableau 2).

**Tableau 2: valeurs normalisées des expositions sociales**

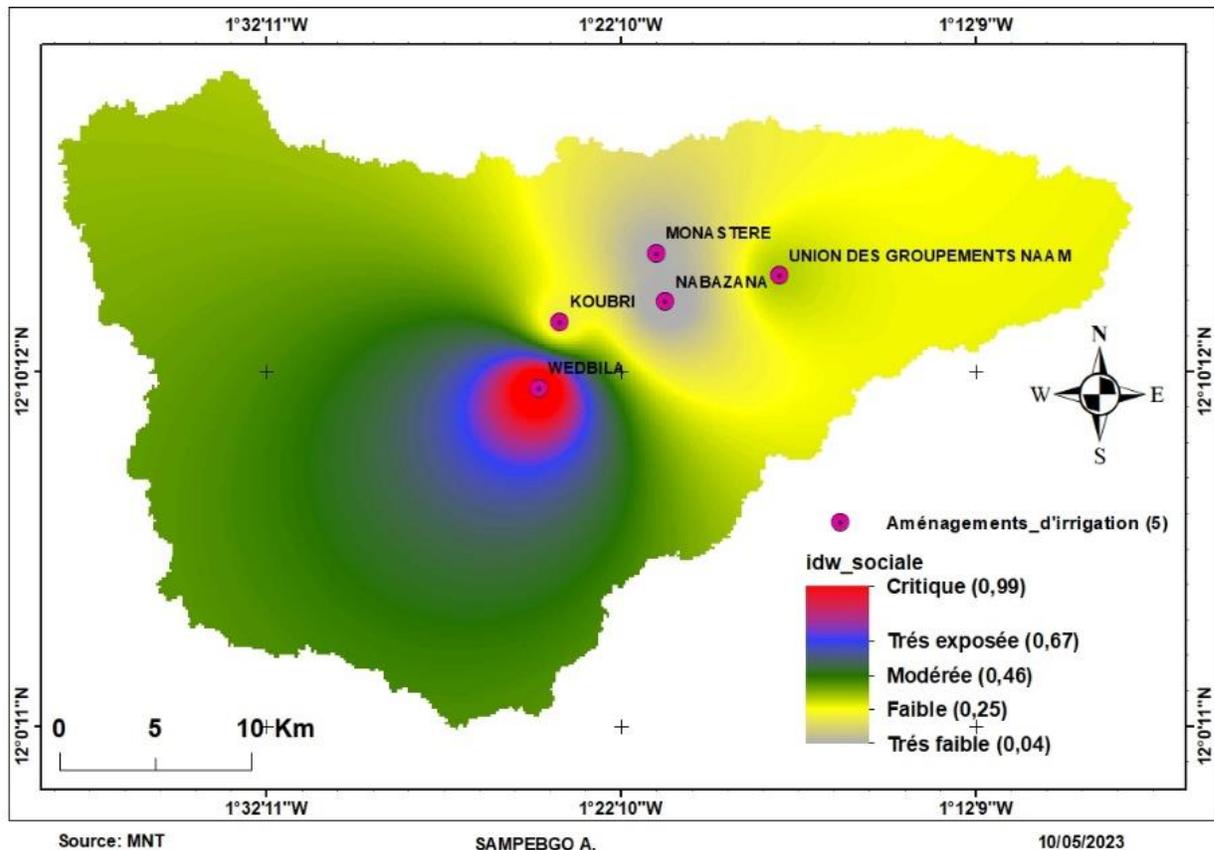
Nom des sites	X	Y	Nombre d'exploitants	X-Xmax	Valeurs normalisées
KOUBRI	12,19363	1,39769	74	0,2	0,8
WEDBILA	12,16230	1,40761	235	1	0
NABAZANA	12,20314	1,34797	35	0	1
MONASTERE	12,22588	1,35247	44	0,045	0,95
UNION DES GROUPEMENTS NAAM	12,21540	1,29457	98	0,315	0,685

**Source : DRARH /ASA, 2020-2022**

**SAMPEBGO A. A.**

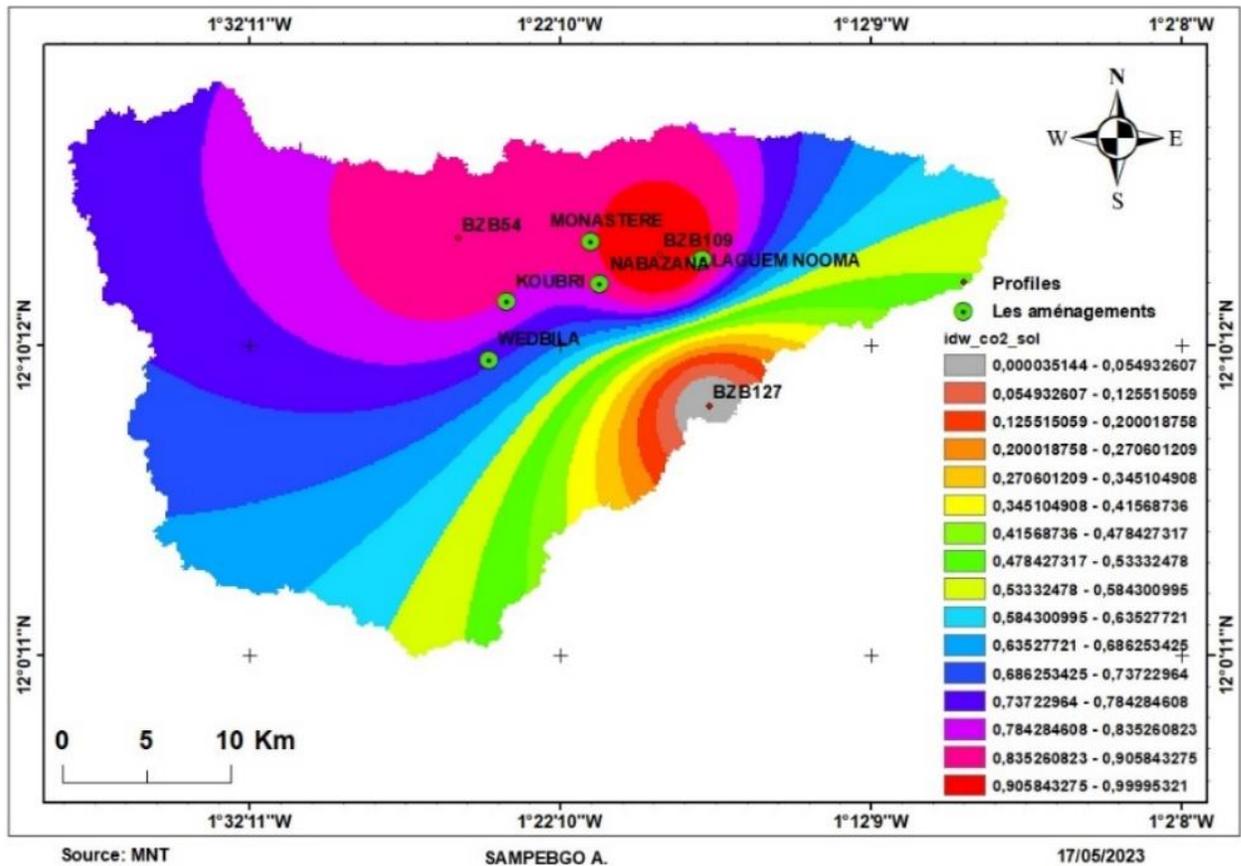
La classification des expositions sociales des aménagements de Nariarlé indique que le bassin versant de Wédbila connaît une exposition critique aux facteurs anthropiques avec environ 300 exploitants, suivi du Boussouma et de Kouabri avec une exposition faible. Les aménagements du Monastère et de Nabazana restent très faiblement exposés (Carte 3).

**Carte 3: expositions sociales**



Le taux du CO<sub>2</sub> au sol est obtenu par l'analyse spatiale du teneur de CO<sub>2</sub> du bassin versant de Nariarlé selon les profils BZB 54, BZB 109 et BZB 127 (Carte 4).

**Carte 4: taux d'émission du CO<sub>2</sub> des aménagements d'irrigation**



Le tableau ci-dessous (Tableau 3) révèle le niveau de teneur de CO<sub>2</sub> au sol des aménagements d'irrigations du bassin versant de Nariarlé :

**Tableau 3: teneur du CO<sub>2</sub> au sol**

<i>Les aménagements d'irrigation</i>	<i>Teneur du CO<sub>2</sub> au sol</i>	<i>Niveau de CO<sub>2</sub></i>
<i>Boussouma I</i>	<i>0,93</i>	<i>Très élevé</i>
<i>Monastère</i>	<i>0,88</i>	<i>Elevé</i>
<i>Nabazana</i>	<i>0,84</i>	<i>Moyenne</i>
<i>Koubri</i>	<i>0,82</i>	<i>Faible</i>
<i>Wedbila</i>	<i>0,74</i>	<i>Très faible</i>

Source : BUNASOL, 2022

SAMPEBGO A. A., 2023

Le teneur du CO<sub>2</sub> au sol reste dans l'ensemble élevé dans les aménagements. Cependant le niveau reste très faible dans les aménagements de Wédbila comparativement aux autres périmètres irrigués de Nariarlé.

- Le niveau technologique de chaque aménagement est évalué selon le nombre et des types d'outils agricoles utilisés sur dix (10) périmètres aménagés visités (Tableau 4). Les indicateurs sont normalisés en utilisant la méthode min-max. Le coefficient '1' est accordé à la moto pompe à butane, 2 pour l'essence et 3 pour les autres machines.

$$Tp = \frac{(I_1 \times W_1 + I_2 \times W_2 + I_3 \times W_3)}{\sum_1^n W} \quad (Eq. 1)$$

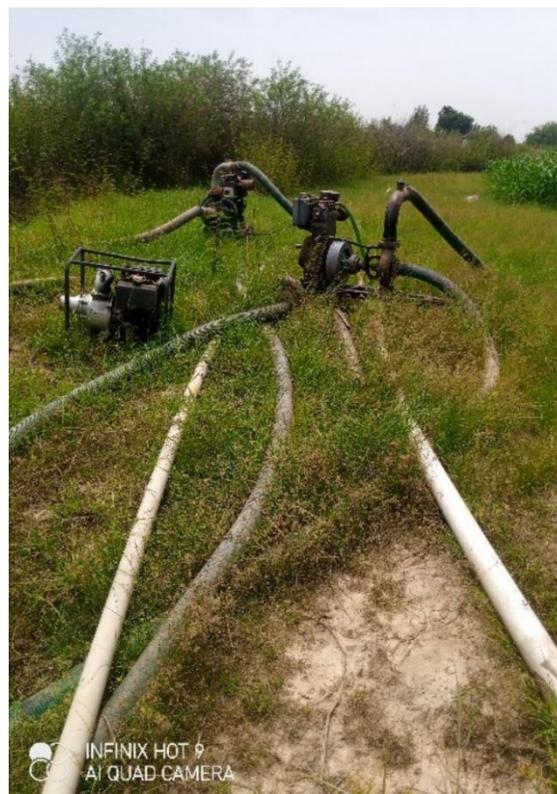
$$Tn_{i,0/1} = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (Eq. 2)$$

**Tableau 4: niveau technologique**

Aménagements	Outils agricoles			Niveau technologique pondéré (Tp)	Niveau technologique normalisés (Tn)
	Motopompe à butane	Motopompe à essence	Autres machines		
KOUBRI	6	3	0	2	0,04
WEDBILA	8	2	01	2,66	0,21
NABAZAN	6	4	02	3,33	0,39
MONASTÈRE	12	2	6	5,66	1
Boussouma	9	1	0	1,83	0

**SAMPEBGO A. A.,2023**

Les équipements agricoles sont constitués majoritairement d'outils traditionnels comme la daba, la houe, les pioches, la charrette, etc. (données terrain, 2022). Nous notons également une faible présence des machines modernes tels des motopompes, des tracteurs, et bien d'autres machines (Image 2).

**Image 2: outils agricoles****SAMPEBGO A.****02 /06/2022****Monastère**

Le gaz butane est utilisée majoritairement pour le fonctionnement des motopompes. Comparativement au fioul et aux autres produits issus du pétrole, le gaz butane propane et le butane contenus dans les bouteilles de gaz sont considérés comme des énergies relativement « propre », et sont de 272 g CO<sub>2</sub>/kWh. La carte du niveau de CO<sub>2</sub> des aménagements d'irrigation est obtenue en superposant la carte du CO<sub>2</sub> au sol et le niveau technologique des aménagements par la méthode d'agrégation (Tableau 5).

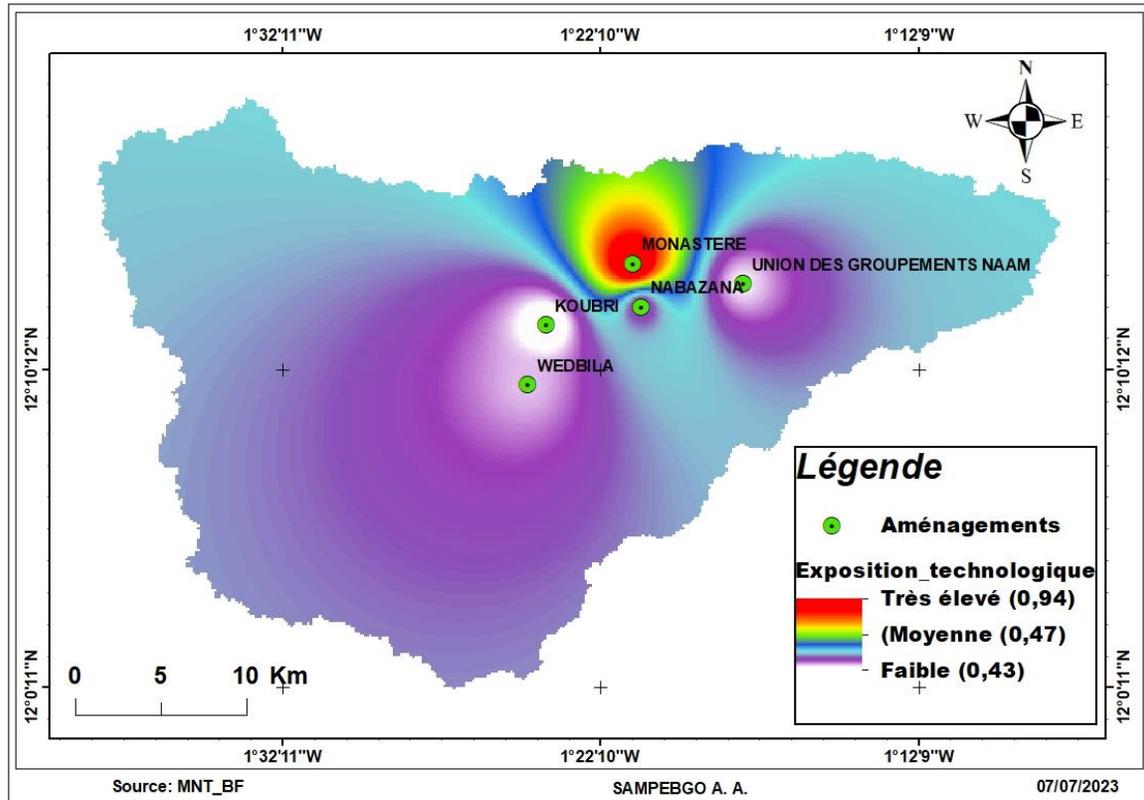
**Tableau 5: agrégation des expositions technologiques**

Les aménagements d'irrigation	Teneur du CO <sub>2</sub> au sol	Niveau technologique pondéré (Tn)	Expositions technologiques	Niveau d'exposition technologique
Monastère	0,88	1	0,94	Très élevé
Nabazana	0,84	0,39	0,50	Elevé
Wèdbila	0,74	0,21	0,47	Moyenne
Boussouma I	0,93	0	0,46	Faible
Koubri	0,82	0,04	0,43	Très faible

**SAMPEBGO A.****28/05/2023**

Les aménagements les plus exposés au CO<sub>2</sub> sont respectivement les aménagements du Monastère, du Nabazana. Wédbila reste moyennement exposé, celui du Boussouma faiblement et l'aménagement de Kouabri très faiblement exposé (carte 5).

**Carte 5: les expositions technologiques**



L'efficacité économiques. Le coût de productivité économique des aménagements d'irrigations en million de FCFA (CP) de la campagne agricole de saison sèche 2021-2022 des quatre types de productions (tangelo, maïs, riz et tomate) donne les résultats suivants :

**Tableau 6: prix unitaire par produit**

Année 2022	$Q_i$ (Kg)			
	Tangelo	Maïs	Riz	Tomates
$P_i$ (Fcfa)	350	250	200	800

Source : DCRAAHM,2022

SAMPEBGO A. A.,2023, mois de mars

Le tableau des prix unitaires révèle que des trois produits en kilogramme les tomates restent le plus rentable suivi ensuite de la production des tangelos, puis du maïs et en fin celui du riz (Tableau 6).

**Tableau 7: l'efficacité économique**

Village	Site	Données de production agricole campagne sèche 2021-2022 (Kg)											EC	
		Tangelo			Maïs			Riz			Tomates			
		S(ha)	R <sub>i</sub> (t/ha)	Pd	S (ha)	R <sub>i</sub> (t/ha)	Pd	S (ha)	R <sub>i</sub> (t/ha)	Pd	S (ha)	R <sub>i</sub> (t/ha)		Pd
Nabazana	Nabazana	20	30	210000000	10	3	7 500 000	10	5	10 000 000	5	40	160 000 000	387 500 000
Wédbila	Wédbila	20	30	210000000	20	3,5	17 500 000	15	5	15 000 000	8	40	256 000 000	498 500 000
Koubri	PK 25	10	-	3500000	10	3,5	8 750 000	8	4	6 400 000	3	25	60 000 000	78 650 000
Nakamtinga	Monastère	10	55	192 500 000	5	3	3 750 000	7	4	5 600 000	3	50	120 000 000	321 850 000
Boussouma	Sougri Nooma	20	35	245 000 000	25	3,5	21 875 000	7,5	4	6 000 000	5	25	100 000 000	372 875 000

**Source : DGRAAHM,2022****SAMPEBGO A. A.,2023**

Pd : production en million de FCFA (mll)

EC : Efficacité économique (million FCFA)

S : Superficies réalisées (ha)

R<sub>i</sub> : Rendements moyens obtenus (en T/ha)

Au cours de la campagne agricole 2021- 2022 les aménagements d'irrigation de Nariarlé ont enregistré une efficacité économique de plus d'un milliard de franc CFA (1 659 375 000FCFA) (Tableau 7).

**Tableau 8: les expositions économiques**

Les aménagements d'irrigation	Efficacité économique (million FCFA)	Expositions économiques normalisé	Expositions économiques normalisé inverse	Niveau des expositions économiques
Boussouma 1	372,87	0,7	0,3	Moyenne
Monastère	321,85	0,58	0,42	Elevé
Nabazana	387,5	0,73	0,27	Faible
Koubri	78,65	0	1	Très élevé
Wèdbila	498,5	1	0	Très faible

**SAMPEBGO A. A.,2023**

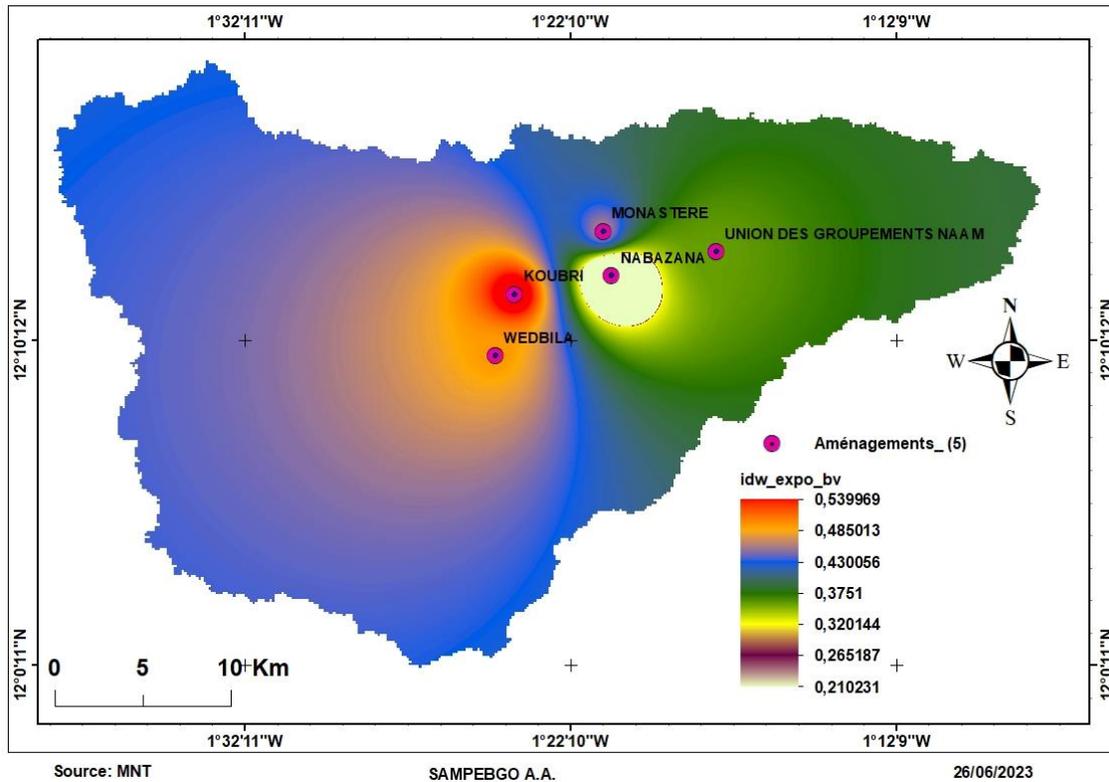
Les aménagements de Koubri à un niveau de risque économique très élevé avec une efficacité économique les plus faibles comprise entre soixante et quatre-vingt milliards de FCFA. Les aménagements de Wèdbila restent très faiblement exposés aux risques économiques avec une efficacité économique de plus de quatre-cent milliards de FCFA (Tableau 8). La carte des expositions des aménagements d'irrigation du bassin versant de Nariarlé (Carte 6) est acquise par la méthode d'agrégation arithmétique des expositions sociale, technologique et économique (Tableau 9).

**Tableau 9: niveau d'exposition**

Les aménagements d'irrigation	Expositions sociale	Expositions technologiques	Expositions économiques inverse	Agrégations des expositions	Niveau d'expositions
Monastère	0,04	0,94	0,42	0,46	Moyenne
Nabazana	0	0,50	0,27	0,25	Très faible
Wèdbila	1	0,47	0	0,49	Elevé
Boussouma	0,31	0,46	0,3	0,36	Faible
Koubri	0,2	0,43	1	0,54	Très élevé

**SAMPEBGO A. A.,2023**

La cartographie des expositions révèle que les aménagements de Koubri ont une exposition très élevée et ceux de Nabazana sont très faiblement exposés. Les aménagements du Monastère restent moyennement exposés.

**Carte 6: les expositions des aménagements d'irrigation aux aléas climatique****3. Discussion**

Nos résultats ont été corroborés par ceux de BAD (2014, p. 23), de la GIEC (2014, p. 36; AR6, 2021, p. 08). Selon l'Observatoire National Sur Les Effets Du Réchauffement Climatique (ONERC, 2021, p. 02), plus la densité de population est forte et plus le nombre de risques naturels identifié par commune est élevé, plus l'indice est fort (CSAO/OCDE, 2006, p. 01; RPCA, 2012, p. 07; Sampebgo et al., 2024). L'ampleur des risques encourus est plus que jamais liée aux choix en matière de développement et d'aménagement du territoire. Les experts s'accordent sur les liens étroits du changement climatique et les problématiques du développement durable (DAB, 2012, p. 05; FERDI et al., 2018, p. 18; GIEC, 2014, p. 66; Nectar et al., 2012, p. 81). La lutte contre la pauvreté dans le monde et contre le changement climatique sont les deux grandes batailles que nous devons livrer, si nous perdons la première, nous perdrons aussi la deuxième (Dr. Donald Kaberuka, 2012). **Les secteurs économiques** dépendant directement des conditions climatiques sont déjà touchés agriculture, l'élevage, pêche, l'énergie, transports, etc. (ONERC, 2021, p. 06). **Les ressource en eau** sont affectées tant sur la quantité que sur la qualité dans de nombreuses régions. **La santé humaine** est aussi concernée : augmentation de la mortalité, due aux canicules,

altération de la distribution et de la propagation des virus, aggravation des allergies (Baptiste, 2014, p. 03; DRAHDI/ MAAH, 2020, p. 02; Gaspard, s. d., p. 09; GIRE et al., 2013, p. 13; Gourmel, 2014, p. 03).

### **Conclusion**

Les aménagements d'irrigation du bassin versant de Nariarlé sont exposés aux risques climatiques. Le niveau des expositions reste très élevé pour les aménagements de Koubri (0,54). Les expositions technologiques conjuguées avec la pression démographique, influencent négativement l'efficacité économique des aménagements d'irrigations. Les aménagements du Monastères enregistrent des rendements de production supérieures ou égale à 50t /ha ou 55t /ha des produits comme les tangelos et les tomates. Les périmètres de Koubri sont très faiblement exposés avec une productivité inférieure à 5t /ha et une efficacité économique de plus de 78millions de franc CFA (78,65). Les aménagements d'irrigation du bassin versant de Nariarlé sont confrontés aux risques climatiques. L'amélioration de l'efficacité économique des aménagements au Burkina Faso passe par la réduction des expositions au CO<sub>2</sub>, une gestion efficace des pratiques anthropiques à risques.

**ANNEXES (Supprimer cette rubrique si vous n'avez pas d'annexes)**

**TABLE DES ILLUSTRATIONS****LISTE DES CARTES**

Carte 1: localisation du sous bassin versant de Nariarlé .....	98
Carte 2: les aménagements d'irrigations du bassin versant du Nariarlé .....	100
Carte 3: expositions sociales .....	103
Carte 4: taux d'émission du CO2 des aménagements d'irrigation.....	104
Carte 5: les expositions technologiques .....	107
Carte 6: les expositions des aménagements d'irrigation aux aléas climatique.....	110

**Liste des images**

Image 1: les facteurs anthropiques à risques .....	102
Image 2: outils agricoles .....	106

**Liste des tableaux**

Tableau 1: les caractéristiques les aménagements d'irrigation de Nariarlé .....	99
Tableau 2: valeurs normalisées des expositions sociales .....	102
Tableau 3: teneur du CO2 au sol.....	104
Tableau 4: niveau technologique.....	105
Tableau 5: agrégation des expositions technologiques .....	106
Tableau 6: prix unitaire par produit.....	107
Tableau 7: l'efficacité économique .....	108
Tableau 8: les expositions économiques .....	109
Tableau 9: niveau d'exposition .....	109

**BIBLIOGRAPHIE**

AIR/AO. (2007). *Le climat et les changements climatiques*. 13.

Albergel, J., & Lamachere, J. M. (1993). *Mise en valeur agricole des bas-fondsau Sahel*.

ARID. (2004). *Typologie des systèmes irrigués en Afrique de l'Ouest sahélienne* (p. 34).

BAD. (2014). *Stratégie du secteur de l'agriculture* (p. 57). Département de l'agriculture et de l'agro-industrie et département des ressources et politiques opérationnelles.

- <https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Policy-Documents/Strat%C3%A9gie%20du%20secteur%20de%20l'E2%80%99agriculture%2010-14.pdf>
- Baptiste, F. (2014). *Gestion optimale d'un réservoir hydraulique multiusages et changement climatique. Modèles, projections et incertitudes : Application à la réserve de Serre-Ponçon* [Spécialité : Terre, Univers et Environnement]. de Grenoble.
- CEDRA, & Wiggins, S. (2009). *Évaluation des risques et de l'adaptation au changement climatique et à la dégradation de l'environnement*. (p. 72).
- Coulibaly, T. H. (2024). Agriculture urbaine et approvisionnement des marchés de la ville de Korhogo (nord de la Côte d'Ivoire). *Revue Internationale du Chercheur*, 5(1), Article 1. <https://www.revuechercheur.com/index.php/home/article/view/878>
- CSAO/OCDE. (2006). *Situation alimentaire dans le Sahel et en Afrique de l'Ouest : Le criquet pèlerin compromettra-t-il la bonne saison agricole annoncée ?* 04.
- DAB. (2012). *Les Solutions pour le changements climatique - la réponse de la Banque africaine de développement aux impacts en Afrique*. (p. 48).
- Diop, C. (2023). Analyse des ruptures de la série pluviométrique 1901-2022 au Sénégal et en Gambie. *Revue Internationale du Chercheur*, 4(4), Article 4. <https://www.revuechercheur.com/index.php/home/article/view/796>
- Djima, A. (1995). *Cadre de développement de l'irrigation privée : Document de travail*. 51.
- Dradaï, A. (s. d.). *L'irrigation traditionnelle*. 118.
- DRAHDI/ MAAH. (2020). *Répertoire régionale du centre* (p. 06).
- Dubreuil, P. (2005). *Irrigation et développement durable* (p. 100) [Les colloques de l'Académie d'Agriculture de France].

- Dupré, M. (2019). Vers des initiatives privées de suivi des émissions de gaz à effet de serre par satellite? *La Météorologie*, 2019(104), 5-6.
- Durand, P. (2020). *L'irrigation et ses conséquences économiques*.
- Fatahala, A., & Mariko, S. (2023). La dégradation des ressources naturelles et les mesures de protection adoptées par la population dans le Cercle de Tombouctou au Mali. *Revue Internationale du Chercheur*, 4(4), Article 4.  
<https://www.revuechercheur.com/index.php/home/article/view/786>
- FERDI, Goujon, M., & Magnan, A. K. (2018). *Appréhender la vulnérabilité au changement climatique, du local au global. Regards croisés*. 22.
- Fouillet, M. (2019). *Dossier pédagogique—L'eau et le changement climatique*. 27.
- Gaspard, F. (s. d.). *Impact des changements de la teneur en dioxyde de carbone atmosphérique sur la relation mutualiste entre le puceron *Aphis fabae* et la fourmi *Lasius niger**.
- Gaye, D., & Mansaly, E. H. M. (2023). Évolution des précipitations extrêmes et analyse de l'hivernage 2020 dans le département d'Oussouye en Base-Casamance. *Revue Internationale du Chercheur*, 4(2), Article 2.  
<https://www.revuechercheur.com/index.php/home/article/view/601>
- GIEC. (2014). *Changements climatiques 2014 Incidences, adaptation et vulnérabilité* (p. 222).
- GIEC, AR6. (2021). *Synthèse du rapport AR6 du GIEC* (p. 11).
- GIRE, KI, F. T., & Bassonon, M. (2013). *Capitalisation du processus de mise en place* (p. 38). Secrétaire Général du Ministère chargé de l'Eau.
- GIZ. (2015). *Gestion rationnelle de l'eau d'irrigation* (p. 147).  
<https://duddal.org/files/original/a64abd527389d2ee3e7abfcc04083da03a1fd987.pdf>

GIZ. (2021). *Guide complémentaire sur la vulnérabilité : Le concept de risque* (p. 68).

Gourmel, C. (2014). *Catalogue illustré des principaux insectes ravageurs et auxiliaires des cultures de guyane.*

[https://ecophytopic.fr/sites/default/files/actualites\\_doc/Catalogue\\_ravageurs\\_auxiliaires\\_Guyane\\_leger.pdf](https://ecophytopic.fr/sites/default/files/actualites_doc/Catalogue_ravageurs_auxiliaires_Guyane_leger.pdf)

Kambou, D. (2019). *Évaluation des performances techniques de l'irrigation au burkina faso* [Sciences agronomiques et ingénierie biologique, Université de Liège - Gembloux agro - bio tech].

[https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/241805/1/These\\_Kambou\\_Donkora\\_final.pdf](https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/241805/1/These_Kambou_Donkora_final.pdf)

Martin, M. (2018). *L'irrigation dans l'agriculture durable.*

Mav, A. P. B., Mabonzo, M. N., & Kifouala, M. M. (2023). Modélisation des précipitations journalières extrêmes et leurs périodes de retour en République du Congo de 1950 à 2017 : Application de la loi de Pareto. *Revue Internationale du Chercheur*, 4(4), Article 4. <https://www.revuechercheur.com/index.php/home/article/view/753>

Ndiaye, M., Manga, A., Diop, C., & Sagna, P. (2024). Evolution spatiale du bassin maraîcher Sud des Niayes méridionales à Dakar (Sénégal) dans un contexte de variabilité pluviométrique. *Revue Internationale du Chercheur*, 5(1), Article 1.

<https://www.revuechercheur.com/index.php/home/article/view/905>

Nectar, Beucher, O., & Bazin, I. (2012). *L'agriculture en Afrique face aux défis du changement climatique.* 98.

ONBAH. (1986). *Projet de développement de la petite et moyenne irrigation* (p. 35) [BOAD, n° 15 /10/86/ONBAH].

ONERC. (2021). *Le climat change, agissons !* 12.

Ouoba, A. P. (2013). *Changements climatiques, dynamique de la végétation et perception paysanne dans le Sahel burkinabè*. Université de Ouagadougou.

PCD/ Koubri. (2021). *Plan communal de développement (PCD) de la commune de Koubri 2022-2026* (p. 132).

PNAPAP. (2019). *Module\_goutte\_goutte\_16\_janv\_19.pdf* (p. 52). [https://reca-niger.org/IMG/pdf/module\\_goutte\\_goutte\\_16\\_janv\\_19.pdf](https://reca-niger.org/IMG/pdf/module_goutte_goutte_16_janv_19.pdf)

Renoux, J.-P. (2011). *L'irrigation pour une agriculture durable*. 44.

RPCA. (2012). *Semaine du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest* (28; p. 20).

[https://www.oecd.org/fr/csao/publications/CR-RPCA-ouaga2012\\_FR.pdf](https://www.oecd.org/fr/csao/publications/CR-RPCA-ouaga2012_FR.pdf)

Sampebgo, A.-A., Zoundi, M., & Bonkougou, J. (2024). Vulnérabilités climatiques des aménagements d'irrigation du sous bassin versant de nariarle, nakanbe à koubri au burkina faso. *Revue Internationale de la Recherche Scientifique (Revue-IRS)*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10951511>

UNESCO. (2020). *L'eau et les changements climatiques* (p. 259).

[https://www.pseau.org/outils/ouvrages/unesco\\_rapport\\_mondial\\_des\\_nations\\_unies\\_sur\\_la\\_mise\\_en\\_valeur\\_des\\_ressources\\_en\\_eau\\_wwdr\\_2020.pdf](https://www.pseau.org/outils/ouvrages/unesco_rapport_mondial_des_nations_unies_sur_la_mise_en_valeur_des_ressources_en_eau_wwdr_2020.pdf)