

Termes de Référence de la Recherche

Evaluation des Besoins en termes d'Eau, Hygiène et Assainissement (EHA) –
Analyses de Télédétection

[MLI2202]

Mali

14.09.2022

V. 2

REACH Informing
more effective
humanitarian action

1. Résumé

Pays d'intervention	<i>Mali</i>				
Type d'urgence	<input checked="" type="checkbox"/>	Catastrophe naturelle	<input checked="" type="checkbox"/>	Conflit	<input type="checkbox"/> Autre (<i>spécifier</i>)
Type de crise	<input type="checkbox"/>	Crise soudaine	<input type="checkbox"/>	Crise à progression lente	<input checked="" type="checkbox"/> Crise prolongée
Agence(s) / Organisme(s) mandataire(s)	UNICEF				
Code projet IMPACT	33AWE				
Durée totale de la recherche (<i>de la conception de la recherche aux produits finaux / M&E</i>)	01/06/2022 à 31/01/ 2022				
Calendrier de la recherche <i>Ajouter les échéances planifiées (pour le premier cycle si plusieurs)</i>	1. Pilote / formation : N/A		6. Présentation préliminaire : 29/12/2022		
	2. Début de la collecte de données : 01/08/2022		7. Produits envoyés pour validation : 06/01/2022		
	3. Fin de la collecte de données : 30/08/2022		8. Produits publiés : 20/01/2023		
	4. Données analysées : 08/12/2022		9. Présentation finale : 27/01/2023		
	5. Données envoyées pour validation : N/A				
Nombre d'évaluations	<input checked="" type="checkbox"/>	Une seule évaluation (un cycle)			
	<input type="checkbox"/>	Plusieurs évaluations (plus d'un cycle) <i>[Décrire ici la fréquence du cycle]</i>			
Etape(s) humanitaire(s) clé(s) <i>Spécifier ce que l'évaluation va informer et quand, par exemple : le Cluster Abris va utiliser ses données pour rédiger son Revised Flash Appeal;</i>	Etapes		Echéances		
	<input type="checkbox"/>	Plan/stratégie d'un bailleur	_ _ / _ _ / _ _ _ _		
	<input type="checkbox"/>	Plan/stratégie inter-cluster	_ _ / _ _ / _ _ _ _		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Plan/stratégie d'un cluster	31/12/2022 pour informer le narratif HPC sectoriel du cluster EHA		
	<input type="checkbox"/>	Plan/stratégie d'une plateforme d'ONG	_ _ / _ _ / _ _ _ _		
	<input type="checkbox"/>	Autre (spécifier):	_ _ / _ _ / _ _ _ _		
	Type d'audience		Dissémination		

<p>Type d'audience & Dissémination Spécifier qui l'évaluation va informer et comment les produits seront disséminés pour informer l'audience</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Stratégique <input checked="" type="checkbox"/> Programmatique <input checked="" type="checkbox"/> Opérationnelle <input type="checkbox"/> [Autre, Spécifier]</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Envoi général des produits (par exemple, via email aux consortium d'ONG, aux participants de l'équipe humanitaire du pays, aux bailleurs) <input checked="" type="checkbox"/> Envoi aux clusters (par exemple, Education, Abris, EHA) et présentation des résultats à la prochaine réunion du cluster <input checked="" type="checkbox"/> Présentation des résultats (par exemple à la réunion de l'équipe humanitaire du pays; d'un Cluster) <input checked="" type="checkbox"/> Dissémination à travers de sites internet (Relief Web & REACH Resource Centre) <input type="checkbox"/> [Autre, spécifier]</p>
<p>Plan détaillé de dissémination requis</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Oui</p>	<p><input type="checkbox"/> Non</p>
<p>Objectif général 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analyser la dynamique, la disponibilité, la qualité et les risques d'inondation dans la boucle, le delta et les affluents du fleuve Niger ; • Renforcer les capacités techniques des agents de la Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH). 	
<p>Objectif(s) spécifique(s)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluer l'évolution de l'étendue des eaux de surface dans la boucle, le delta et les affluents du fleuve Niger - Evaluer la profondeur et la disponibilité en eau souterraine - Donner un aperçu de la qualité des eaux de surface - Faire une modélisation cartographique des zones les plus à risque face aux inondations - Faire une analyse de l'exposition des populations aux aléas des inondations - Renforcer les capacités des agents de la DNH sur les fondamentaux théoriques et pratiques du SIG et de la télédétection 	
<p>Questions de recherche</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Quelle est l'évolution de l'étendue des eaux de surface dans la boucle, le delta et les affluents du fleuve Niger ? - Quel est le niveau et la disponibilité des eaux souterraines ? - Quel est l'aperçu de la qualité des eaux de surface ? - Quelles sont les zones vulnérables aux inondations ? - Comment renforcer les capacités des agents de la DNH sur les fondamentaux théoriques et pratiques du SIG et de la télédétection ? 	
<p>Couverture géographique</p>	<p>La boucle, le delta et les affluents du fleuve Niger au Mali</p>	
<p>Sources de données secondaires</p>	<p>www.usgs.gov – Image SRTM (topographie, densité de linéament) www.usgs.gov Image Landsat TM et OLI 2-TIRS 2 (évolution de l'étendue des eaux de surface) www.bgs.ac.uk - British Geological Survey-Géologie Cluster Wash / DNH – niveau de la nappe, qualité de l'eau Facebook Mali : High Resolution Population Density EWX Next Generation Viewer (usgs.gov) : Précipitations www.diva-gis.org/qdata : Densité / drainage https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home : Image Sentinel www.arcgis.com/apps/instant/media/index.html?appid=fc92d38533d440078f17678ebc20e8e2 : Occupation du sol</p>	

	data.isric.org : Africa SoilGrids - Drainage classes, Drainage du sol			
Population(s) <i>Sélectionner tout ce qui s'applique</i>	<input type="checkbox"/>	PDI dans des camps	<input type="checkbox"/>	PDI dans des sites informels
	<input type="checkbox"/>	PDI dans des communautés hôtes	<input type="checkbox"/>	PDI [Autre, spécifier]
	<input type="checkbox"/>	Réfugiés dans des camps	<input type="checkbox"/>	Réfugiés dans des sites informels
	<input type="checkbox"/>	Réfugiés dans des communautés hôtes	<input type="checkbox"/>	Réfugiés [Autre, spécifier]
	<input type="checkbox"/>	Non-déplacés (hôtes)	<input type="checkbox"/>	Non-déplacés (non-hôtes)
	<input type="checkbox"/>	Returnés	<input checked="" type="checkbox"/>	Toute la population sans désagrégation précise.
Plateforme(s) de gestion des données	<input checked="" type="checkbox"/>	IMPACT	<input type="checkbox"/>	HCR
	<input type="checkbox"/>	[Autre, spécifier]		
Type(s) de produit(s) attendu(s)	<input type="checkbox"/>	Aperçu de la situation (situation overview) # : 06	<input type="checkbox"/>	Rapport #: __
	<input type="checkbox"/>	Présentation (résultats préliminaires) #: __	<input checked="" type="checkbox"/>	Présentation (finale) # : 2
	<input type="checkbox"/>	Dashboard interactif #: __	<input type="checkbox"/>	Webmap #: __
	<input type="checkbox"/>	[Autre, spécifier] #: __		<input checked="" type="checkbox"/>
Accès	<input checked="" type="checkbox"/>	Public (disponible sur le Centre de Ressources REACH et autres plateformes humanitaires)		
	<input type="checkbox"/>	Restreint (diffusion bilatéral uniquement sur la base d'une liste de diffusion convenue, pas de publication sur la plateformes REACH ou d'autres)		
Visibilité <i>Spécifier quels logos devront apparaître sur les produits</i>	REACH			
	Donor : UNICEF			
	Plateforme de coordination : WASH Cluster			
	Les partenaires :			

2. Justification

2.1. Contexte et informations générales

Il existe d'importantes lacunes en matière d'information, malgré les besoins urgents dans le secteur de l'EHA. Pour exemple, les taux d'échec des forages sont élevés dans la partie nord du pays. Une meilleure connaissance de l'étendue et le niveau des eaux souterraines dans le nord du Mali et dans la boucle du Niger permettra de mieux orienter les partenaires sur l'implantation des ouvrages hydrauliques et de contribuer à réduire les pertes de ressources déjà insuffisantes pour la réponse humanitaire EHA au Mali à travers des forages négatifs (débits faible ou niveau de salinité élevé). Aussi, les zones plus affectées par les inondations varient d'une année à l'autre (Tombouctou avec 24% des sinistrés du pays en 2019, Ségou avec 57% en 2020 et Ménaka avec 62% en 2021). Une meilleure connaissance des principaux hotspots de vulnérabilité face aux inondations permettra une meilleure analyse des besoins et un travail de préparation basé sur les risques. La problématique des sites aurifères prend de plus en plus d'ampleur au Mali avec le risque de contamination des eaux de surface et des eaux souterraines par utilisation du mercure et du cyanure. A cela s'ajoute la pollution liée aux activités de pêche. Cependant, il manque de données pouvant éclairer l'impact de ces activités sur la pollution des eaux.

C'est ainsi que, sur la base d'une étude similaire réalisée par REACH en Irak à travers des outils de télédétection, est initiée la présente évaluation afin de mieux accompagner les acteurs humanitaires à produire les projections sur le nombre de personnes dans le besoin (PiN). Pour pallier à cet enjeu, ce partenariat avec REACH, initiative conjointe d'ACTED, UNOSAT et IMPACT, vise ainsi à informer la pluralité des acteurs humanitaires dans le but de renforcer la redevabilité de leurs interventions vis-à-vis des bénéficiaires par le biais d'une meilleure

compréhension des urgences et une priorisation de la réponse. En partenariat avec le cluster EHA, REACH a déjà réalisé une revue des données secondaires (SDR) visant à fournir une vue d'ensemble des données actuelles disponibles, ainsi qu'à identifier les informations manquantes prioritaires et une évaluation ménage multisectorielle des besoins (MSNA) en 2021, permettant notamment un soutien pour un calcul de PIN sectoriel fiable. Dans ce contexte, des analyses exécutées par le biais des outils de télédétection permettront d'enrichir et de compléter le SDR et l'évaluation MSNA dans le but de mieux informer les acteurs humanitaires et de renforcer les capacités des acteurs EHA, à la fois à soutenir les services techniques gouvernementaux et à assister la population touchée par la crise.

L'évaluation sera exécutée sur les régions de la boucle, du delta et des affluents du fleuve Niger à partir des techniques de télédétection et de l'analyse spatiale. Les données collectées dans le cadre du MSNA prévu en 2022, pourront compléter ces analyses.

2.2. Effets escomptés

La présente évaluation vise à combler le manque d'information en matière d'EHA, afin de permettre une réponse humanitaire efficace des institutions internationales et locales dans les grandes zones densément peuplées et couvrant d'immense terres agricoles. Elle doit analyser les variations en termes d'étendue des eaux de surface et le niveau des eaux souterraines dans les régions de la boucle, du delta et des affluents du fleuve Niger au Mali, afin de déterminer les effets des variabilités climatiques sur ces eaux et d'éviter les forages négatifs. L'évaluation de la dynamique des eaux du fleuve Niger au Mali s'avère indispensable, car elle contribue aussi à l'irrigation de plus de 60'000 Ha de périmètres aménagés, 1'500 Ha de petits périmètres irrigués villageois, ainsi que tout le système d'exploitation du riz traditionnel du delta intérieur utilise les eaux d'inondation de la crue du fleuve¹. En dehors de l'agriculture, la pêche et l'élevage, deux activités économiques principales au Mali, dépendent également du fleuve, notamment pour abreuver les troupeaux. Enfin, divers types variés de végétation se développent dans cet espace, et surtout dans la zones deltaïque. L'évaluation mise en place doit également analyser les principaux hotspots de vulnérabilité face aux inondations en rapport avec les populations affectées. Elle a pour but de mieux comprendre les facteurs amplificateurs des inondations et les zones les plus vulnérables qui nécessitent plus d'attention. Cette évaluation permettra également aux acteurs humanitaires et à d'autres acteurs locaux, comme la Direction Nationale de l'Hydraulique ou la Direction Générale de la protection civile, d'orienter leurs différents projets en matière d'infrastructure d'eau et de protection de la population dans la zone d'étude, afin de rendre plus efficaces les ressources qu'ils disposent.

3. Méthodologie

3.1. Aperçu de la méthodologie

La méthodologie d'évaluation des Besoins en termes d'Eau, Hygiène et Assainissement se basera sur l'utilisation des données et techniques de télédétection et des méthodes d'analyses spatiales. Dans cette section, il sera question d'une part, de présenter le matériel qui sera utilisé, et d'autre part, les méthodes de traitement et d'analyse. Avant cette étape, les concepts clés sont définis.

○ Définition clés

- **Carte piézométrique** : Les cartes piézométriques sont une retranscription cartographique de la surface des nappes d'eau souterraine. Elles peuvent être lues comme des cartes topographiques, les courbes de niveau (ou isopièzes) correspondant aux altitudes de la nappe.
- **Détection des changements** : C'est un processus d'identification des différences dans l'état d'un objet géographique ou d'un phénomène en l'observant à différentes dates.
- **Interpolation spatiale** : C'est le processus qui consiste à utiliser les points dont les valeurs sont connues pour prédire les valeurs dans les zones où celles-ci ne sont pas connues.

¹ KUPER M., et al, 2002. Régulation, utilisation et partage des eaux du fleuve Niger : Impact de la gestion des aménagements hydrauliques, août 2022.

- **Standardisation** : C'est une normalisation des valeurs radiométriques des différents indicateurs en une échelle commune.
- **Pondération** : C'est une opération d'attribution de coefficients d'importance à différents critères.
- **L'indice d'humidité topographique (TWI)**, également connu sous le nom d'indice topographique composé (CTI), est un indice classique qui sert à quantifier l'effet de la topographie sur les processus hydrologiques (entre autres, l'engorgement des sols). Il fait ressortir les zones relativement plates et naturellement humides de par leur position dans le bassin versant.

3.2. Matériel

Le matériel est constitué des données et des logiciels qui seront utilisés dans le cadre de ce projet.

3.2.1 Logiciels

Dans le cadre de ce projet, deux logiciels seront utilisés. Il s'agit de :

- ArcGIS pour le traitement des images et l'analyse des données ;
- QGIS pour le renforcement des capacités des agents de la DNH.

3.2.2. Données

Le tableau I présente de façon générale un récapitulatif des données qui seront utilisées, ainsi que leurs caractéristiques, par objectif.

Tableau I : Caractéristiques des données utilisées, par objectif

Objectifs généraux	Objectifs spécifiques	Données	Format	Echelle/ Résolution	Date	Source	Utilités	
OG² 1 : Analyser les variations en termes d'étendue et de volume des eaux de surface et des eaux souterraines	OS³ 1 : Evaluer l'évolution de l'étendue des eaux de surface dans la boucle, le delta et les affluents du fleuve Niger	Image multispectrale Landsat TM	Raster	30 m	1990	USGS	Extraction des limites des eaux de surface	
		Image multispectrale Landsat OLI 2 - TIRS 2	Raster	30 m	1990	USGS	Extraction des limites des eaux de surface	
	OS 2 : Evaluer la profondeur et la disponibilité en eau souterraine	Données piézométriques (profondeur des nappes)	Excel			à définir	Cluster Wash / DNH	Carte du niveau de la nappe
		CHIRPS Daily : InfrarRed Precipitation	Raster	5,4 Km	1991 - 2021	USGS	Précipitations	
	Image SRTM	Raster	30 m	2014	USGS	Facteur Topographique		

² OG : Objectif Général

³ OS : Objectif Spécifique

		Couche géologique	Shape-file		2011	British Geological Survey	Lithologie
		Image SRTM	Raster	30 m	2014	USGS	Densité de linéament
		Occupation du Sol	Raster	10 m	2021	ESRI	Niveau d'aptitude des unités d'occupation du sol
		Shapefile du réseau hydrographique				Diva-GIS	Densité de drainage
	OS 3 : Donner un aperçu de la qualité des eaux de surface	Image SRTM Sentinel 2 de 2022	Raster	10 m	2022	ESA	Indice à différence normalisée de turbidité (NDTI)
OG 2 : Analyser les zones de vulnérabilité face aux inondations	OS 1 : Faire une modélisation cartographique de vulnérabilité face aux inondations	Image SRTM	Raster	30 m	2014	USGS	Pente, élévation, Indice d'humidité topographique (TWI)
		Occupation du sol	Raster	10 m	2020	ESRI	Vulnérabilité des unités d'occupation du sol aux inondations
		CHIRPS Daily : InfrarRed Precipitation	Raster	5,4 Km	1990-2022	USGS	Précipitations
		Réseau hydrographique	Shape-file			Diva-GIS	Densité de drainage et distance aux cours d'eau
		Drainage du sol	Raster	30 m		Africa SoilGrids	Drainage du sol
		OS 2 : Faire une analyse de l'exposition des populations aux aléas d'inondation	Données de population	Raster	20 m		Data Face-book for Good
	Carte des zones inondables	Raster	30 m		Résultat d'analyse OS 1	Zones inondables couvrant les zones densément peuplées	
	OG 3 : Analyser l'impact des sites miniers et des activités de pêche	Analyser l'impact des sites miniers et des activités de	Valeurs de cyanure et de mercure issu de l'analyse	à définir		à définir	DNH / à définir

sur la pollution des eaux	pêche sur la pollution des eaux	d'échantillons d'eau					
		Images sentinel	Raster	10 m	2022	ESA	Indice à différence normalisée de turbidité (NDTI)
OG 4 : Renforcer les capacités des agents de la DNH sur les fondamentaux théoriques et pratiques du SIG et de la télédétection	OS 1 : Renforcer les capacités des agents de la DNH sur les fondamentaux théoriques et pratiques du SIG et de la télédétection	Données Raster, vecteur et attributaire	Multiformat			Multi-sources	Application

3.3. Méthodes

La méthode de traitement des données sera également présentée par objectif conformément à la présentation des données.

1. OG 1 : Analyser les variations en termes d'étendue et de volume des eaux de surface et des eaux souterraines dans le nord Mali et dans la boucle du Niger

i. OS 1 : Evaluer l'évolution de l'étendue des eaux de surface dans la boucle, le delta et les affluents du fleuve Niger

L'analyse de l'évolution de l'étendue des eaux se fera à partir d'une analyse diachronique des images satellitaires Landsat TM de 1990 et Landsat OLI 2-TIRS 2 de 2022. Les limites des eaux de surface seront extraites par la méthode d'extraction automatique. Les superficies seront calculées, le taux moyen annuel d'expansion spatiale des eaux de surface sera déterminé à partir de la formule :

$$T^4 = \frac{\ln S_2 - \ln S_1}{t \ln e} \times 100$$

Avec T : taux moyen annuel d'expansion spatiale, t est le nombre d'années d'évolution ;

ln le logarithme népérien ; e la base des logarithmes népériens (e = 2,71828).

La dynamique des eaux sera également analysée à partir de la technique de détection des changements. La détection de changement implique l'application d'un jeu de données multi-temporelles pour l'analyse des effets de changement. Elle permettra de ressortir les surfaces d'eau qui sont restées stables dans le temps et dans l'espace, celles qui ont régressé au profit de d'autres unités et celles qui ont progressé aux dépens de d'autres unités.

ii. OS 2 : Evaluer la profondeur et la disponibilité en eau souterraine

- L'évaluation du niveau des eaux souterraines se fera à partir des méthodes d'interpolation géostatistique. Les données de profondeur des forages seront interpolées en utilisant la méthode de krigeage. Cette méthode permettra de prédire le niveau de l'eau dans les zones non échantillonnées.

- L'évaluation du potentiel en eau souterraine se fera à partir de la méthode d'analyse multicritère basée sur la pondération par le processus d'hierarchisation analytique (Analytic hierarchic process) de saaty (2008).

Au total, quatre critères qui influent sur la disponibilité en eau souterraine ont été identifiés. Il s'agit de l'apport de la pluviométrie, la topographie, la géologie et le drainage.

1) L'apport de la pluie (critère pluviométrique) : l'apport de la pluie sera évalué à partir des précipitations issues des données CHIRPS Daily, disponibles par trimestre en format raster.

⁴ Oloukoi J., Mama V. J. et Agbo. 2006. Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres dans le département des collines au Bénin. Télédétection, 2006, vol. 6, n° 4, p. 305-323

Ces données seront utilisées pour calculer la moyenne des précipitations annuelles sur 30 ans (soit de 1991 à 2021). Cette moyenne sera calculée à partir de l'outil Map Algebra.

- 2) Critère topographique : la topographie sera évaluée ici à partir de la pente, qui sera générée de façon automatique à partir du Modèle Numérique de Terrain.
- 3) Critère géologique : Il se divise en deux, la lithologie et la densité de linéament :
 - Le critère lithologique sera déduit à partir des caractéristiques géologiques des couche et leur potentiel en eau.
 - Le critère lié à la densité de linéament : les linéaments qui couvrent la zone d'étude seront déterminés à partir de l'image SRTM. Cette image sera utilisée pour réaliser l'ombrage. Ainsi, à partir de l'ombrage, les linéaments seront restitués et leur densité calculée en km/km².
- 4) Le critère lié à la densité du drainage : la densité du drainage sera calculée à partir des cours d'eau de la zone d'étude en km/km² également.

Une fois les critères pondérés, il sera question de les combiner en utilisant la méthode par combinaison linéaire pondérée à partir de la formule suivante :

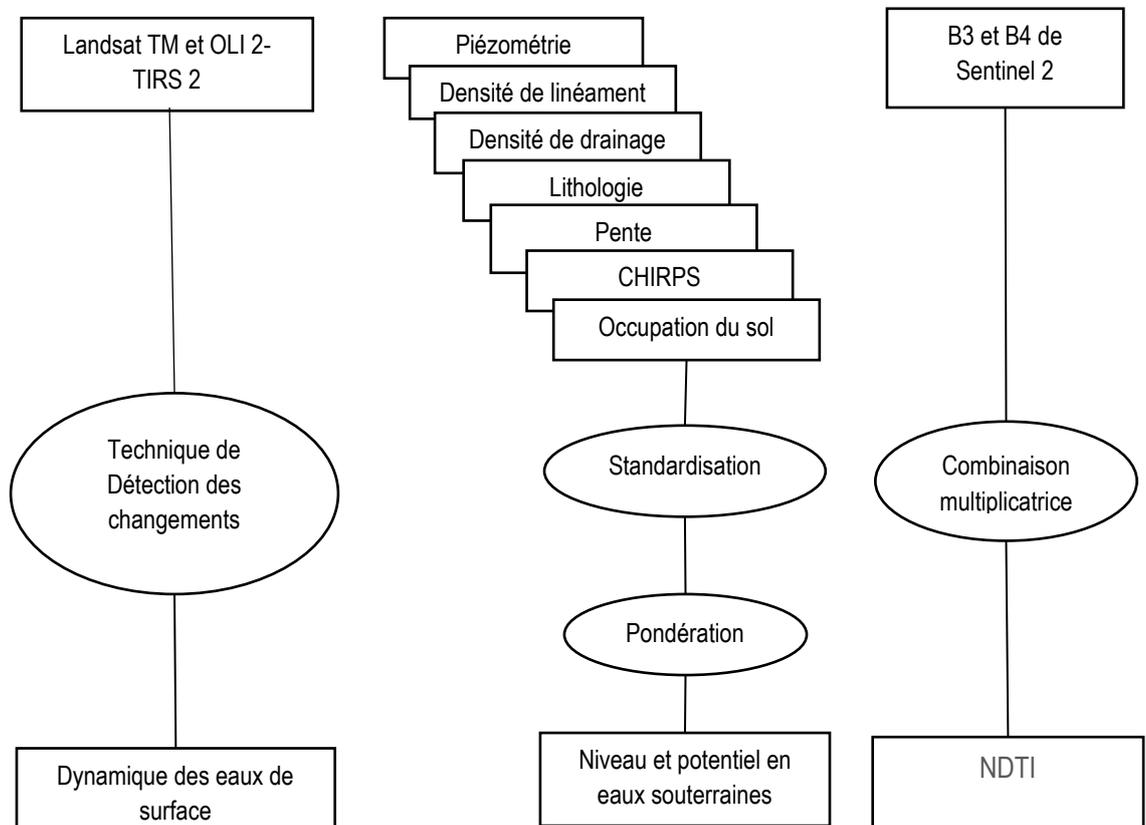
$$\sum_i wixi$$

Cette formule sera exécutée grâce à l'algèbre des cartes (Map Algebra) qui est un algorithme implémenté dans les logiciels SIG (ArcGIS, QGIS, ...) qui permet d'exécuter des formules mathématiques.

iii. **OS 3** : Donner un aperçu de la qualité des eaux de surface

La qualité des eaux de surface sera évaluée à partir de l'indice à différence normalisée de turbidité (NDTI) qui est un indicateur d'aléas sanitaires à partir de la formule : $NDTI = (B4 - B3) / (B4 + B3)$ avec B4 la bande numéro 4 (rouge) et avec B3 la bande numéro 3 (Verte) de sentinel 2. Cette formule sera exécutée grâce à l'algèbre des cartes (Map Algebra).

La figure 1, présente le récapitulatif de la méthodologie qui sera utilisée pour atteindre l'objectif général 1 :



2. OG 2 : Analyser les zones de vulnérabilité face aux inondations

i. OS 1 : Faire une modélisation cartographique de vulnérabilité face aux inondations

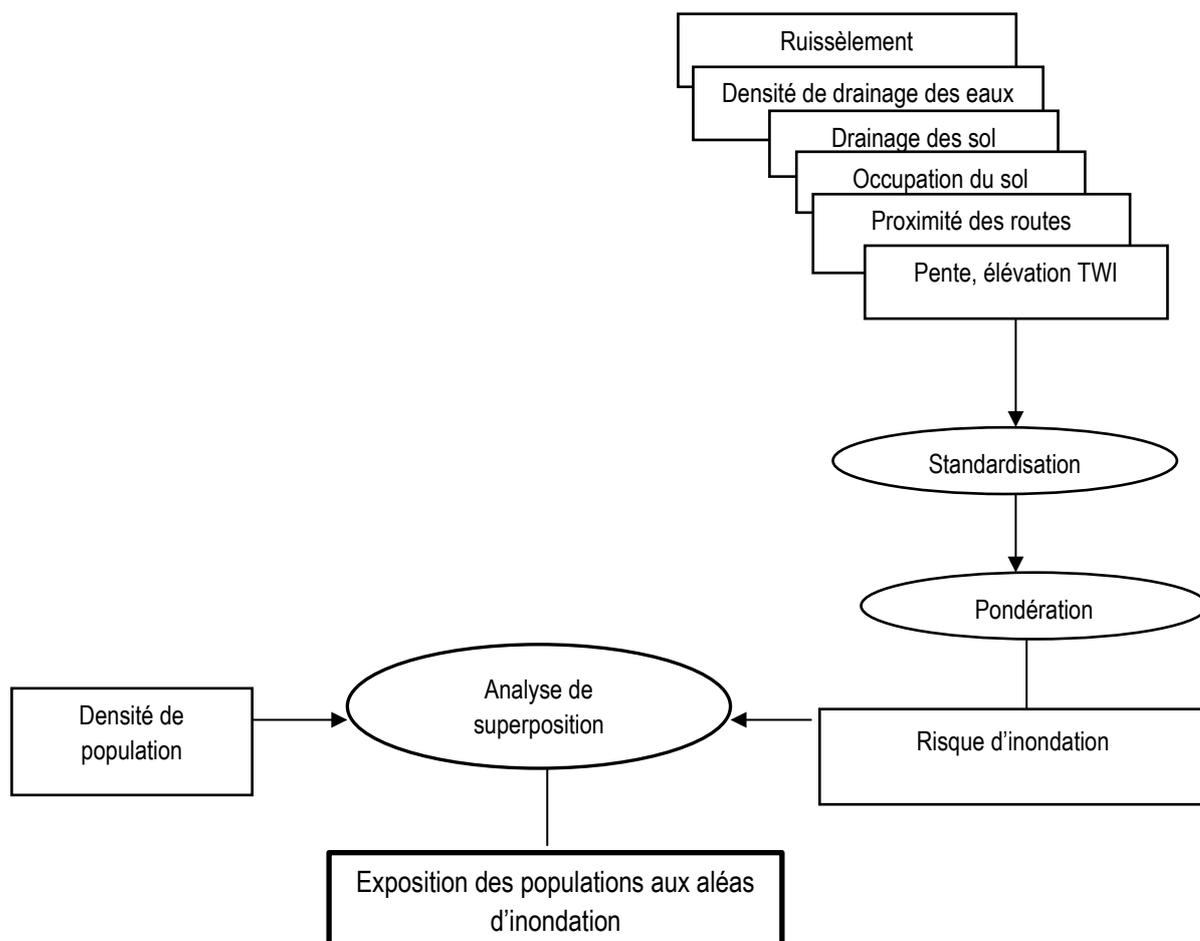
Les phénomènes d'inondation résultent de plusieurs facteurs, aussi bien anthropiques que naturels. Ainsi le modèle qui sera utilisé est celui qui prendra en compte le mieux tous ces différents facteurs. Il s'agira de la modélisation multicritère. Ainsi les différents critères seront obtenus à partir du traitement des données énumérées dans la rubrique des données :

- La topographie est obtenue à partir de l'image Image SRTM. Trois indices topographiques seront mis à contribution, il s'agit de la pente, de l'élévation et de l'indice d'humidité topographique (TWI)). Les trois feront l'objet d'une standardisation (Normalisation) par reclassification afin de déterminer leur vulnérabilité à l'inondation.
- Le critère d'occupation du sol sera obtenu à partir des données d'occupation du sol par simple standardisation (reclassification) afin de déterminer le degré de vulnérabilité de chaque unité d'occupation du sol.
- Le critère lié au ruissellement : il résulte de la pluviométrie, et est obtenu à partir des données de pluie journalière. Il sera évalué à partir des précipitations journalières issues des données CHIRPS Daily, disponibles par trimestre en format raster. Ces données seront utilisées pour calculer la moyenne des précipitations annuelles par ans sur 30 ans (soit de 1991 à 2021).
- Le drainage, tout comme la pluviométrie, impactent également sur le risque d'inondation, les données du réseau hydrographique seront utilisées pour calculer la densité de drainage et la distance aux différents cours d'eau de la zone d'étude à partir du calcul de la distance euclidienne aux sources d'eau.
- Le critère de drainage des sols : Le drainage des sols exerce une forte influence sur les phénomènes d'inondation. La vulnérabilité aux inondations varie en fonction de la capacité de chaque sol à drainer l'eau qu'il reçoit, les sols à drainage élevé ont un risque d'inondation faible et les sols à drainage faible ont un risque d'inondation élevé.

ii. OS 2 : Faire une analyse de l'exposition des populations aux aléas d'inondation

Les risques à risque d'inondation seront superposés aux données de densité de population afin d'évaluer les populations à risque.

La figure 2, présente le récapitulatif de la méthodologie qui sera utilisée pour atteindre l'objectif général 2 :



3. OG 3 : Analyser l'impact des sites miniers et des activités de pêche sur la pollution des eaux

Pour atteindre l'objectif pilote 3, deux catégories de données seront dans la mesure du possible utilisées. Il s'agit des données de la teneur en cyanure et en mercure de l'eau et des images sentinel pour déterminer la turbidité de l'eau.

- Les données de la teneur en cyanure et en mercure de l'eau seront potentiellement obtenues à travers les laboratoires universitaires et la DNH. Ainsi, en fonction de leur représentativité elles seront utilisées pour cartographier la teneur en cyanure et en mercure des eaux concernées à partir de la méthode d'interpolation spatiale. Ces données peuvent également faire l'objet analyse comparative avec la norme nationale pour chaque élément.
- La turbidité de l'eau quant à elle, sera évaluée à partir de l'indice à différence normalisée de turbidité (NDTI) (confère OS 3/OG1). Il est toutefois incertain que les impacts directs des activités aurifères ou liées à la pêche soient détectables à travers le niveau de turbidité des eaux. Des concertations seront donc engagées avec des analystes spécialistes d'UNOSAT afin d'approfondir les possibilités d'étude de la pollution chimique de eaux à partir de données satellitaires.

4. OS 4 : Renforcer les capacités des agents de la DNH sur les fondamentaux théoriques et pratiques du SIG et de la télédétection

La méthode de formation se basera sur les cours théoriques, les travaux pratiques et des exercices d'application. Les cours théoriques seront soutenus par un manuel de formation. Les travaux pratiques auront lieu en salle et sur le terrain. La formation sera donnée en deux session. Une première session portera sur les fondamentaux théoriques du SIG et les application du logiciel QGIS aux analyses SIG et la deuxième session se consacrera sur

les analyses théoriques et pratiques de télédétection. Des exercices d'application seront donnés aux participants pour évaluer leur niveau de compréhension entre les deux sessions.

3.4. Population visée

La boucle du Niger et ses affluents, concentre plus de 75% de la population Malienne. La majorité des grandes agglomérations maliennes (Bamako, Ségou, Tombouctou, Gao, Mopti, Djenné) se sont développées autour du fleuve Niger et ses affluents. De plus, le bassin du fleuve Niger au Mali concentre plus de 40% des terres cultivables⁵ du pays. Ces populations ainsi que leurs activités économiques, souvent fortement dépendantes de l'accès et du niveau d'eau disponible, sont soumises à une forte pression résultant du phénomène des variabilités climatiques.

3.5. Revue des données secondaires

Les principales sources d'information résultent de l'étude diagnostique du secteur de la pêche au Mali et du rapport sur l'état du fleuve Niger en 2018 (https://q-eau-mali.net/wp-content/uploads/sites/53/2019/08/rapport_etat_fleuve_niger.pdf). Ce rapport donne les différentes subdivisions du bassin du Niger au Mali et leurs différents impacts sur la population. Il ressort également les différentes menaces aussi bien anthropiques (pollution des eaux par des activités minières ou agricoles) que naturelles (variabilité climatique) qui planent sur cet écosystème qui concentre la plupart des agglomérations maliennes. Le projet ThinkHazard (www.thinkhazard.org) qui est un projet conjoint de la Banque Mondiale et du Global Facility for disaster reduction and recovery a permis un renforcement des connaissances conceptuelles de ce travail.

La méthodologie qui sera utilisée pour l'atteinte des différents objectifs se basera d'une part sur une modélisation multicritère d'aide à la décision à partir des méthodes AHP (Analytic Hierarchy Process) ([Saaty \(2008\) Analytical Hierarchy Process | PDF \(scribd.com\)](#)), et des travaux de REACH en RCA sur les risques d'inondation (https://www.impact-repository.org/document/reach/1f28b862/REACH_CAR_FloodRisk_Methodology_06July2020_FINAL.pdf) d'une part et d'autre part sur les travaux de Reach basé sur l'analyse spatio-temporelle de l'étendue des marais à partir des données de télédétection et les travaux d'UNOSAT pour l'évaluation de la turbidité des eaux de surface par calcul d'indices multispectraux en Irak.

4. Principales considérations éthiques et risques connexes

Le plan de recherche proposé...	Oui/ Non	Détails si non (y compris mitigation)
... a été coordonnée avec les parties prenantes concernées afin d'éviter toute duplication inutile d'efforts de collecte de données ?	Oui	
... respecte les participants, leurs droits et leur dignité (en particulier, en demandant un consentement éclairé, en concevant la durée de l'enquête/ de la discussion tout en tenant compte du temps des participants, en assurant une juste restitution des informations fournies) ?	Oui	
... n'expose pas les personnes chargées de la collecte de données à des risques résultant directement de leur participation à la collecte de données ?	Oui	

⁵ , Ministère de l'Environnement, de l'assainissement et du Développement Durable – Agence du Bassin du Fleuve Niger, Décembre 2018.

... n'expose pas les participants / leurs communautés à des risques résultant directement de leur participation à la collecte de données ?	Oui	
... n'implique pas la collecte d'informations sur des sujets spécifiques pouvant être stressants et/ou re-traumatisants pour les participants à la recherche (à la fois les répondants et les personnes chargées de la collecte des données) ?	Oui	
... n'implique pas la collecte de données auprès de mineurs, c'est-à-dire de toute personne de moins de 18 ans ?	Oui	
... n'implique pas la collecte de données auprès d'autres groupes vulnérables, par exemple les personnes avec un handicap, les victimes/survivants d'incidents de protection, etc. ?	Oui	
... suit les SOP d'IMPACT pour la gestion des informations personnelles identifiables ?	Oui	

5. Rôles and responsabilités

Table 2 : Description des rôles et des responsabilités

Description de la tâche	En charge	Redevable	Consultée	Informée
Conception de la recherche	Chargé SIG	Coordinatrice Pays, IMPACT Research Design and Data Unit	Coordinatrice Pays, IMPACT Research Design and Data Unit	Cluster WASH, DNH
Supervision de la collecte de données	-	-	-	-
Traitement des données (vérification, nettoyage)	Chargé SIG	HQ	Coordinatrice Pays, IMPACT Research Design and Data Unit	-
Analyse des données	Chargé SIG	HQ	Coordinatrice Pays, IMPACT Research Design and Data Unit	
Production des résultats	Chargé SIG	Coordinatrice Pays	IMPACT Research Reporting Unit	-
Diffusion	Chargé SIG	Coordinatrice Pays	IMPACT Research Reporting Unit	
Monitoring & Evaluation	Chargé SIG	Coordinatrice Pays	-	IMPACT Research

	Reporting Unit			
Leçons retenues/ enseignement tiré	Chargé SIG	Coordinatrice Pays	-	-

Personne en charge: personne(s) en charge de l'exécution de la tâche

Personne redevable: personne qui valide la réalisation de la tâche et qui devra répondre du résultat final

Personne consultée: personne(s) qui doi(ven)t être consultée(s) lorsque la tâche est réalisée

Personne informée: personne(s) qui doi(ven)t être informée(s) lorsque la tâche est terminée

7. Plan de monitoring et d'évaluation

Objectif IMPACT	Indicateur externe de M&E	Indicateur interne de M&E	Point focal	Outil	L'indicateur sera-t-il suivi ?
Les acteurs humanitaires ont accès aux produits IMPACT	<p>Nombre d'organisations humanitaires ayant accès aux services/ produits IMPACT</p> <p>Nombre de personnes ayant accès aux services/ produits IMPACT</p>	# de téléchargements de X produits du Centre de Ressources	Demande du pays au siège	Journal_utilisateur (User_log)	<input checked="" type="checkbox"/> Oui
		# de téléchargements de X produits de Relief Web	Demande du pays au siège		<input type="checkbox"/> Oui
		# de téléchargements de X produits à partir de plateformes au niveau du pays	Equipe du pays		<input type="checkbox"/> Oui
		# de clics sur x produits du bulletin global d'information REACH (<i>global newsletter</i>)	Demande du pays au siège		<input checked="" type="checkbox"/> Oui
		# de clics sur x produits du bulletin d'information du pays (<i>country newsletter</i>), sendingBlue, bit.ly	Equipe du pays		<input type="checkbox"/> Oui
		# de visites sur x webmaps/ x dashboards	Demande du pays au siège		<input type="checkbox"/> Oui
Les activités d'IMPACT contribuent améliorer la mise en œuvre des programmes et la coordination de l'intervention humanitaire	Nombre d'organisations humanitaires utilisant les services/ produits IMPACT	# de références dans les documents HPC documents (HNO, SRP, Flash appeals, stratégie de cluster/ de secteur)	Equipe du pays	Journal_référence (Reference_log)	<i>Mali HNO 2023, WASH Cluster strategy</i>
# de références dans les documents d'un seul organisme					
Les acteurs humanitaires utilisent les produits IMPACT	Les acteurs humanitaires utilisent les données/produits IMPACT comme base de prise de décision, planification et fourniture de l'aide.	Perception de la pertinence des programmes pays d'IMPACT	Equipe du pays	Modèle Usage_Retour et Usage_Sondage (Usage_Feedback and	
		Perception de l'utilité et de l'influence des résultats d'IMPACT			
		Recommandations pour renforcer les programmes d'IMPACT			
		Perception des compétences du personnel d'IMPACT			

	Nombre de documents humanitaires (HNO, HRP, plan stratégique d'un cluster/organisme, etc.) directement informés par les produits IMPACT	Perception de la qualité des produits/programmes		Usage_Survey_Template)	
		Recommandations pour renforcer les programmes d'IMPACT			
Les acteurs humanitaires sont engagés dans les programmes IMPACT	Nombre et/ou pourcentage d'organisations humanitaires contribuant directement aux programmes d'IMPACT (en fournissant des ressources, en participant à des présentations, etc.)	# d'organisations fournissant des ressources (par ex, personnel, véhicules, espace de réunion, budget, etc.) pour la mise en œuvre des activités	Equipe du pays	Journal_Engagement (Engagement_log)	<input type="checkbox"/> Oui
		# d'organisations/ de clusters qui participent à la conception de la recherche et à l'analyse conjointe			X Oui
		# d'organisations/ de clusters qui assistent à des séances d'information sur les résultats			X Oui

ANNEXE 2: [AUTRE, SPECIFIER]