



Observatoire du Sahara et du Sahel

GESTION INTÉGRÉE ET CONCERTÉE DES RESSOURCES EN EAU

Du Système Aquifère d'Iullemeden Taoudéni - Tanezrouft et du fleuve Niger

Algérie, Bénin, Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger, Nigéria

LE PROJET | GICRESAIT
SYNTHESE FINALE

Mars 2017





GESTION INTÉGRÉE ET CONCERTÉE DES RESSOURCES EN EAU

**Du Système Aquifère d'Iullemeden
Taoudéni - Tanezrouft et du fleuve Niger**

Algérie, Bénin, Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger, Nigéria

Liste des acronymes & des abréviations

ABN : Autorité du Bassin du Niger

AEP : Alimentation en Eau Potable

AGRHYMET : Centre Régional de Formation et d'Application en Agrométéorologie et Hydrologie Opérationnelle

ASTER : Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection

BAD : Banque Africaine de Développement

CCRE : Centre de Coordination des Ressources en Eau de la CEDEAO

CEDEAO : Communauté Économique Des États de l'Afrique de l'Ouest

Ci : Continental intercalaire

CILSS : Comité Inter-états de Lutte contre la Sécheresse au Sahel

CT : Continental Terminal

FAE : Facilité Africaine de l'Eau

FEM : Fonds pour l'Environnement Mondial

FFEM : Fonds Français pour l'Environnement Mondial, France

GEF : Global Environment Facility

GICRESAIT : Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes

Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni / Tanezrouft et du Fleuve Niger

GIRE : Gestion Intégrée des Ressources en Eau

LANDSAT : Land Satellite

MODFLOW : Modular finite-difference flow model

MODIS : Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

OMVS : Organisation de Mise en Valeur du Fleuve Sénégal

OSS : Observatoire du Sahara et du Sahel

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

SAI : Système Aquifère d'Iullemeden

SAIT : Système Aquifère d'Iullemeden, de Taoudéni /Tanezrouft

SAT : Système Aquifère de Taoudéni/Tanezrouft

SEI : Stockholm Environment Institute

SGBDR : Système de Gestion de de Bases de Données Relationnelles

SIG : Système d'Information Géographique

SRTM : Shuttle RADAR Topographic Mission

CRÉDITS PHOTOS :

P17 : Puits pour l'abreuvement du bétail **ABN**

P22 : Réunion d'experts, Banizoumbou, Niger **Sanoussi Rabé**

P23 : Table ronde des partenaires GICRESAIT et couverture: **Lilia Benzid@oss**





Table de Matières

1. CONTEXTE	4
2. CADRE PHYSIQUE DE LA ZONE D'ETUDE	5
3. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE	9
3.1. Deux grandes nappes superposées	9
3.2. Zones à fort potentiel	10
4. BASE DE DONNEES	11
5. TELEDETECTION	12
5.1. Application de la télédétection : Données de base	12
5.2. Traitement des Modèles Numériques de Terrain (MNT)	12
5.3. Définition de l'occupation du sol sur la zone pilote	14
5.4. Définition de l'occupation du sol sur l'ensemble du Système aquifère	15
6. MODELISATION	16
6.1. Modélisation des systèmes aquifères	16
6.2. Bilan en eau	16
6.3. Des échanges hydrauliques entre le fleuve Niger et les nappes	17
6.4. Comportement des ressources en eau souterraines face aux variations climatiques	17
7. VULNERABILITE DE LA RESSOURCE	18
8. INDICATEURS DE SUIVI-EVALUATION	20
9. STRATÉGIE POUR UNE GESTION INTÉGRÉE ET CONCERTÉE DES RESSOURCES EN EAU	21
10. CONCLUSION GENERALE	23
<hr/>	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	24

LE CONTEXTE

L'Afrique de l'Ouest est dotée de ressources en eau partagées entre plusieurs États, tant au niveau des bassins hydrologiques (Fleuves Niger, Sénégal,...) que des systèmes aquifères transfrontaliers tels ceux d'Iullemeden (SAI), de Taoudéni-Tanezrouft (SAT) et du Sénégal-mauritanien (SASM). Si les bassins hydrologiques ont fait l'objet depuis plusieurs décennies d'une attention particulière en matière de connaissance et de règles communes de gestion, il n'en est pas de même pour les systèmes aquifères transfrontaliers.

Leurs ressources sont souvent mal connues et de plus en plus menacées par l'augmentation de la demande en eau et une dégradation continue de leur qualité à cause de pollutions d'origines diverses et de l'appel d'eaux profondes parfois très minéralisées. De plus, leur gestion ne se fait pas de manière concertée.

Les ressources en eau souterraines et de surface constituent une ressource stratégique de la sous-région de l'Afrique de l'ouest et sont appelées à jouer un rôle déterminant dans le développement économique et social des pays de la région.

Le système aquifère Iullemeden-Taoudéni-Tanezrouft et son fonctionnement devait être étudié afin de soutenir les efforts de développement des pays concernés. En effet, l'amélioration des connaissances des relations hydrauliques entre les différents aquifères et le fleuve Niger sont une condition fondamentale pour améliorer la gestion du système, aussi bien au niveau de l'exploitation des ressources de surface que des ressources souterraines.

Le projet GICRESAIT « *Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du fleuve Niger* »

La gestion intégrée et concertée de toutes les ressources en eau de la région constitue un levier de développement des pays de la sous-région.

Le projet **GICRESAIT**, financé par la FAE et le FFEM (montant global de 1728 K€) a été mené par l'OSS entre 2010 et 2016, avec la participation des sept pays (Algérie, Bénin, Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger, Nigéria).

Il a permis de :

- Améliorer significativement la connaissance des ressources en eau : **Iullemeden et Taoudéni-Tanezrouft** forment un seul et unique Système Aquifère transfrontalier

- Identifier des zones à fort potentiel en eaux souterraines
- Construire une base de données régionale
- **Traiter de nombreuses thématiques** : hydrogéologie, occupation des sols, recharge des nappes, piézométrie des nappes, vulnérabilité au changement du climat, pollution des nappes

Faire adopter un Protocole d'accord assorti d'une feuille de route pour la création d'un mécanisme de concertation) pour la gestion concertée des eaux souterraines partagées.

CADRE PHYSIQUE DE LA ZONE

ÉTENDUE DE LA ZONE DU PROJET GICRESAIT

La zone intéressée est comprise entre les longitudes 10° Ouest et 10° Est et les latitudes 10° et 27° Nord (Fig.1). Elle couvre une superficie de près de 2,6 millions de km² (2 629 303 km²) partagée entre sept (7) pays que sont l'Algérie (450.925 km², 17 %), le Bénin (57.338 km², 2 %), le Burkina Faso (130.174 km², 5 %), le Mali (1.089.407 km², 41 %), la Mauritanie (256.374 km², 10%), le Niger (524.813 km², 20 %) et le Nigéria (120.272 km², 5 %).

Le système aquifère d'Iullemeden-Taoudéni-Tanezrouft est le second plus grand aquifère du continent africain, après le Système aquifère des Grès de Nubie (2,7 millions de km²) partagé par l'Égypte, la Libye, le Soudan et le Tchad.

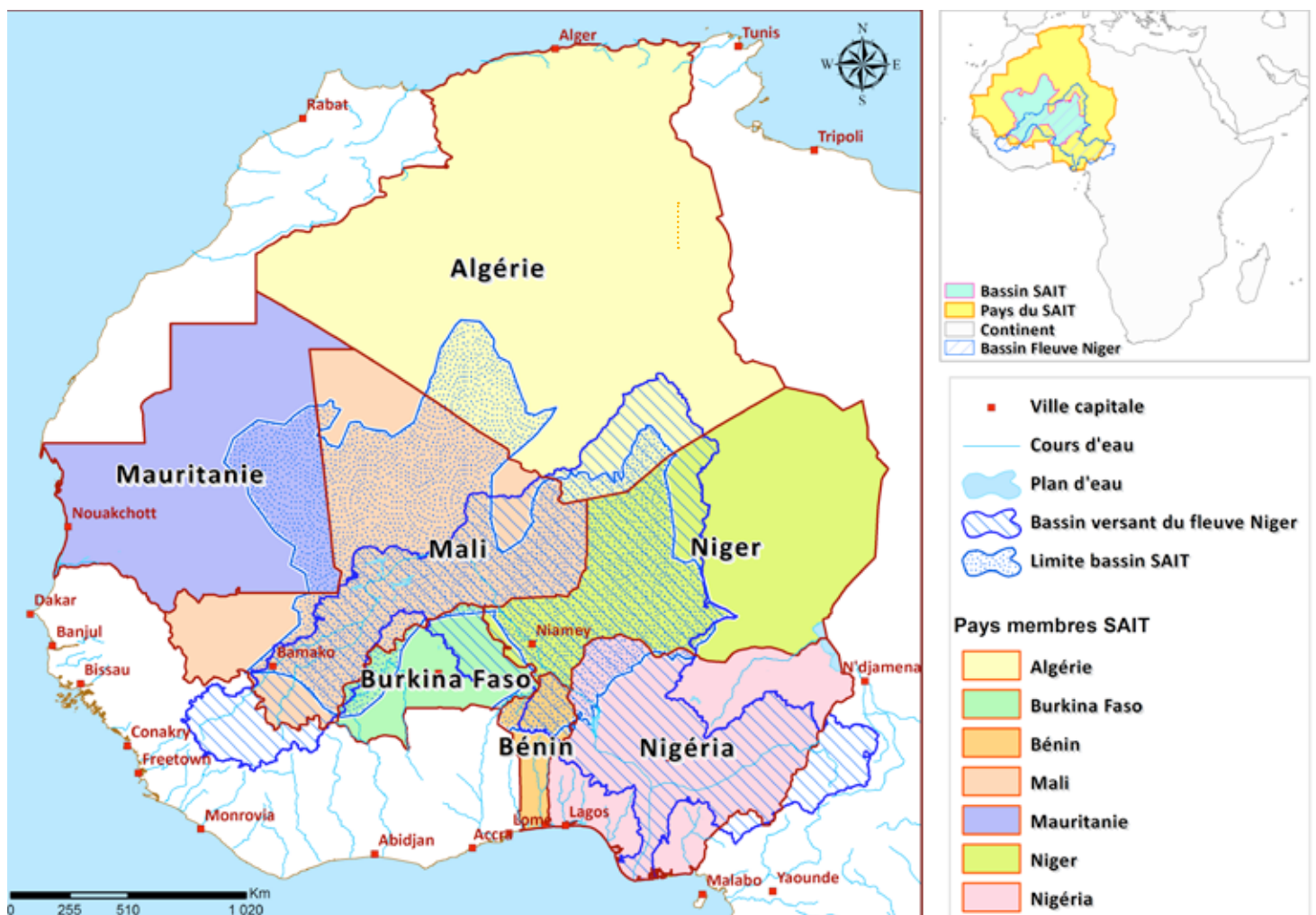


Figure 1 : Zone d'intervention du projet GICRESAIT

CADRE GÉOGRAPHIQUE & CLIMATIQUE

Géographie

Le relief de ces bassins est constitué de vastes plaines, occupées par des cordons dunaires dans la partie nord, et de plateaux très étendus. Les altitudes sont modestes et vont d'environ 500 m sur les bordures nord (Tanezrouft en Algérie) voire 600 m et plus dans le pays Dogon (Plateau de Bandiagara au Mali), à 150 m environ dans la vallée du fleuve Niger en aval de la confluence avec la rivière Sokoto au Nigéria.

Géomorphologie

La géomorphologie de cette région est caractérisée par quelques traits marquants :

- La vallée du fleuve Niger qui traverse la région en totalité d'ouest en est et assure un lien géographique et économique très fort, dans la partie la plus peuplée.
- Le Delta intérieur du fleuve Niger au Mali.
- Les vallées fossiles des Dallols au Niger (Bosso, Maouri, Tarka), et au Mali (Tilemsi).
- De très vastes plaines et plateaux peu élevés (Taoudéni, Tanezrouft, Tamesna, Gondo, Dhar de Néma...).

Climat

La région est subdivisée en quatre zones, dont les limites apparaissent sur les cartes isohyètes :

- La zone soudanienne avec un climat de type guinéen et des précipitations supérieures à 1200 mm par an.
- La zone soudano sahélienne avec un climat de type tropical et des précipitations comprises entre 700 et 1200 mm.
- La zone sahélienne avec un climat de type sahélien et des précipitations comprises entre 700 et 200 mm.
- La zone sub-saharienne avec un climat de type subdésertique et des précipitations variant de 200 à moins de 50 mm.

L'Afrique de l'Ouest a connu une forte diminution des précipitations durant les 50 dernières années avec une rupture nette dans les années 1968-1972 (Le barbé et al. 1997; Nicholson, 2001; Abdou et al. 2008). La réduction importante des précipitations apparaît clairement au Sahel, avec des épisodes de forts déficits en 1972-73, 1982-84 et 1997. Cette tendance s'est traduite par un glissement des isohyètes de 200 km vers le Sud.

L'analyse de l'Indice des Pluies du Sahel (IPS), calculé sur la base des données de 600 stations suivies par le centre régional AGRHYMET, met en évidence trois périodes bien distinctes (Fig. 2).



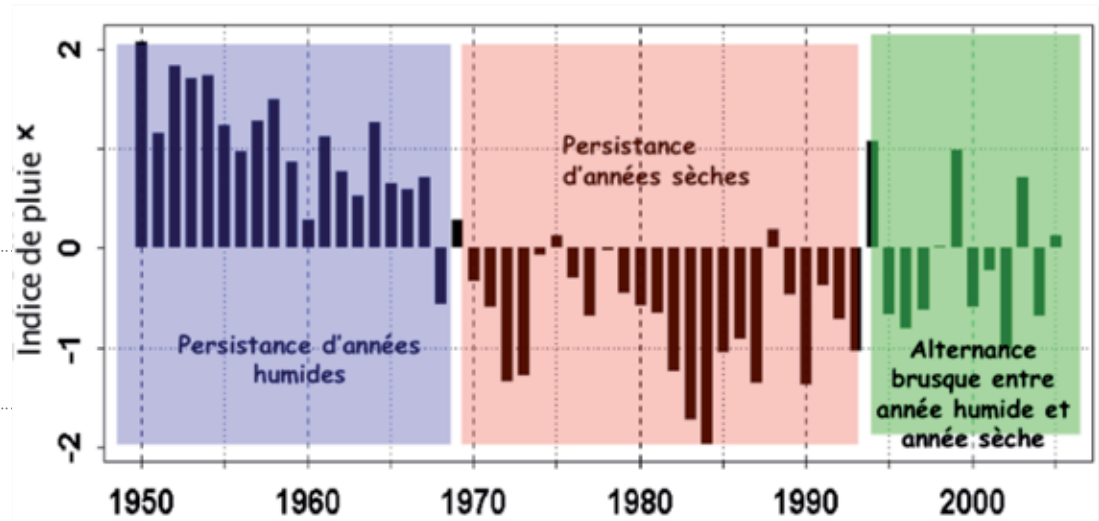


Figure 2 :

Indice de pluie (IPS)
du Sahel (période 1950-2006)

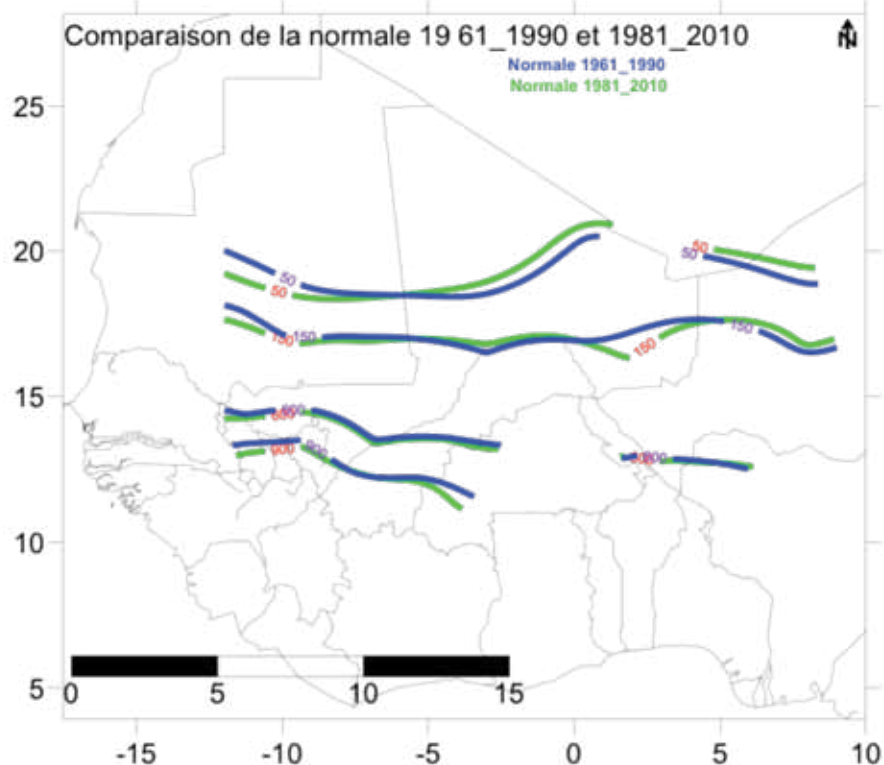
Cependant, il n'est pas du tout évident que le changement de régime pluviométrique survenu pendant les décennies passées se confirme. En effet, depuis le milieu des années 1990, un retour à de meilleures conditions pluviométriques est notable, notamment dans le Sahel continental. Ceci est montré au cours des 15 dernières années par le glissement des isohyètes en chemin inverse (Fig. 3).

En effet, sur cette carte des isohyètes :

- Les isohyètes 50 et 150 mm de la normale 1981 - 2010 se caractérisent dans la zone saharienne et sahélo-saharienne du Mali, Niger et Algérie (par extrapolation) par une légère remontée vers le Nord par rapport à la normale 1961 - 1990.
- Ailleurs, toutes les isohyètes des deux normales sont soit équivalentes à la normale 1981 - 2010 soit légèrement en dessous de la normale 1961 - 1990.

Il n'y a pratiquement aucun écart entre les isohyètes de la période 1961 - 1990 par rapport à celles de la période 1981 - 2010.

Figure 3 : Comparaison des isohyètes de la normale 1961-1990 et de la normale 1981 - 2010
(Source : AGRHYMET)



“ Pluies exceptionnelles de 2012 ”

En août-septembre 2012, des pluies exceptionnelles se sont abattues sur l'Afrique de l'Ouest notamment au Burkina Faso, au Niger et au Sénégal

- **Du Nord Cameroun jusqu'au Sénégal** : La concomitance de fortes précipitations signalées autour de la même date du 18 août 2012 (156 mm en moins de 2 h à Dakar le 25-08-2012).
- **Au Burkina Faso (provinces de Soum, Oudalan et Yagha)** : Des cumuls de précipitations de 100 à 160mm en 1 à 5 jours (deux fois en un mois dans certaines localités) ont été enregistrés dans toutes les provinces de la portion nationale du bassin du Niger au Burkina Faso.
- **Au Burkina Faso (provinces de Séno et Yagha)** : avec des hauteurs de précipitations mensuelles variant entre 200 à 320 mm au mois d'août et de 150 à 200 mm en septembre 2012.
- **Au Burkina Faso** : Le cumul de précipitations au 30 septembre 2012 dépasse 750 mm dans certaines localités (pour des pluies moyennes annuelles qui atteignent rarement les 600 mm dans la région).
- **A la station hydrométrique de Niamey** : le mois d'août concentre à lui seul plus de la moitié de ces précipitations (327 mm contre une hauteur moyenne mensuelle de l'ordre de 160 mm à Niamey), enregistrées en quasi-totalité dans le courant des deux premières décades du mois. Il faut également noter la journée particulièrement pluvieuse du 18 août dans la région, qui a enregistré une hauteur de précipitations de 119 mm au poste de Niamey-Aéroport.

La carte géologique du bassin aquifère d'Iullemeden-Taoudéni/Tanezrouft couvre les principales nappes des formations sédimentaires qui s'étendent du Primaire au Quaternaire. Ces formations reposent sur le socle cristallophyllien fracturé pouvant contenir des aquifères discontinus (Fig. 4).

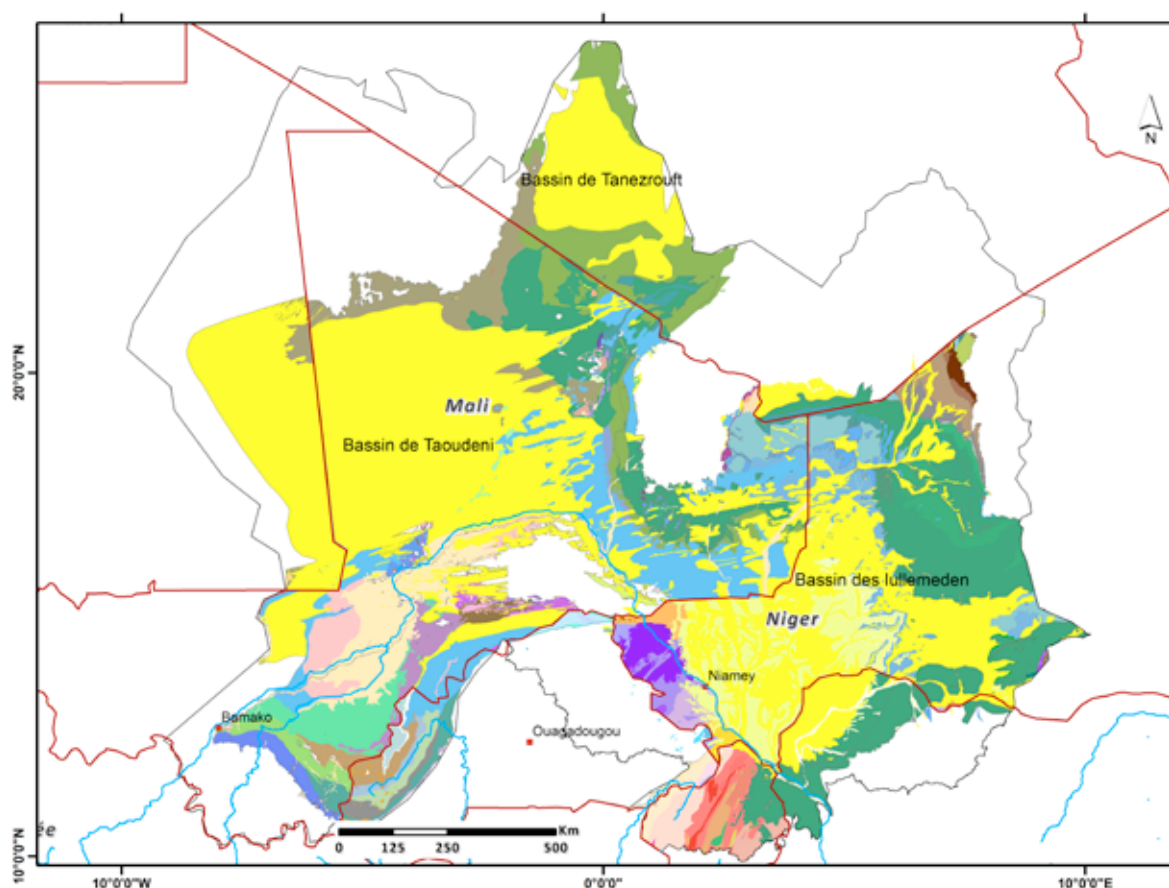


Figure 4 : Carte géologique de la zone d'étude réalisée à l'échelle 1/1.500.000^e, 2013.

3.1. DEUX GRANDES NAPPES SUPERPOSÉES

Les principales nappes concernées sont les deux nappes superposées du Continental intercalaire à la base et du Continental Terminal au sommet. Ces deux formations aquifères sont présentes dans les bassins d'Iullemeden et de Taoudéni/Tanezrouft qui sont traversés par le fleuve Niger.

Le **système aquifère d'Iullemeden** présente une structure en une vaste et profonde cuvette, de forme synclinale relativement simple. Les deux grands aquifères du Continental intercalaire et du Continental Terminal ont été pris en compte de manière séparée.

Dans le **système aquifère de Taoudéni-Tanezrouft**, la structure géométrique est complexe due à son histoire tectonique, entraînant une forte variabilité de la couverture sédimentaire.

Les aquifères du Ci et du CT ne sont pas nettement séparés et se trouvent fréquemment en continuité avec des formations sous-jacentes très variées poreuses ou fissurées à grande échelle.

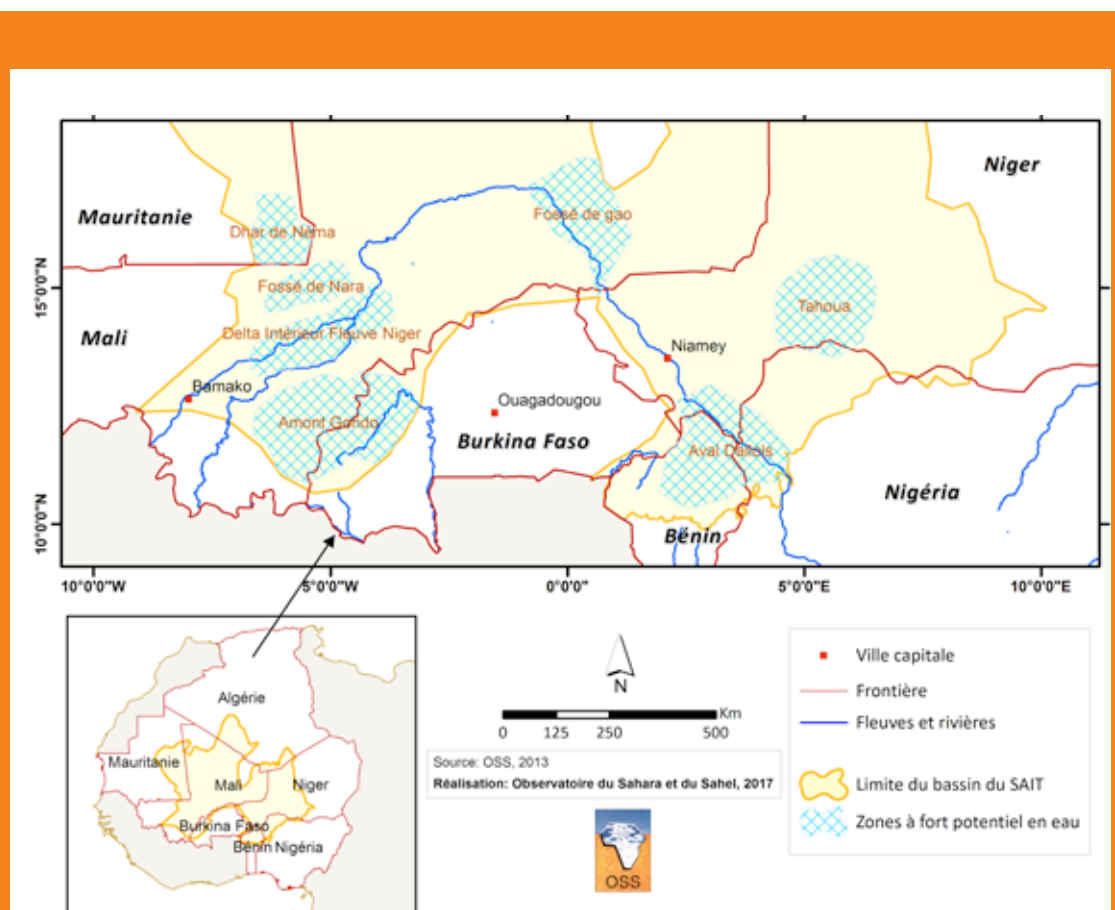
3.2. ZONES À FORT POTENTIEL

Les investigations hydrogéologiques ont mis en évidence la présence de secteurs qui paraissent receler un potentiel particulier d'exploitation des eaux souterraines (Fig. 5) :

- Soit d'une liaison avec les eaux de surface, ce qui assure une alimentation régulière qui soutient la ressource en eau, même durant des épisodes de déficit pluviométrique du fait de variations climatiques. Il s'agit :
 - Du Delta intérieur du fleuve Niger au Mali,
 - Du secteur aval des Dallols au Niger et au Nigeria,
 - Du bassin du Mouhoun en amont de la plaine du Gondoau Burkina Faso,
 - Du Fossé de Gao au Mali et au Niger.
- Soit de la forte puissance des formations aquifères et de leur perméabilité, qui entraînent la possibilité de débits unitaires élevés dans les ouvrages de captage. Il s'agit :
 - Du secteur de Tahoua au Niger,
 - Du secteur sud du Dhar de Néma en Mauritanie,
 - Du Fossé de Nara au Mali.

Figure 5 :

Zones à fort potentiel en eaux souterraines, 2013.



L'objectif est de créer un outil simple d'utilisation et convivial afin de permettre aux gestionnaires de la Base de données (OSS et pays partenaires) de consulter et de valoriser les données issues des points d'eau dans un contexte transfrontalier.

Base de données régionale

A fin 2016, la base de données intègre :

- Des informations sur environ 123.000 points d'eau (y compris les séries chronologiques de niveaux pour les piézomètres disponibles)
- Des données de pluviométrie :
niveaux de précipitations mensuelles de 1960 à 2011 de 50 stations
- Des données hydrologiques :
cotes moyennes trimestrielles et débits moyens mensuels allant de 1960 à 2012 pour 5 stations du fleuve Niger.

Assignation des altitudes à partir du MNT

Parmi les points d'eau intégrés dans la base de données, certains points ne sont pas renseignés en altitude, d'autres ont une altitude qui peut s'avérer incertaine.

Un outil spécifique basé sur l'utilisation d'un modèle numérique de terrain (MNT) a été développé, et a permis de pallier à cette insuffisance.

Ces altitudes MNT des points d'eau permettent d'avoir un référentiel unique et pourront ainsi être utilisées pour élaborer des coupes et cartes piézométriques géoréférencées.

5 TÉLÉDETECTION

5.1. APPLICATION DE LA TÉLÉDETECTION

Une évaluation des données géospatiales disponibles sur la zone a été effectuée. Le choix final des données et des images a été fait de façon à avoir une représentation globale et non perturbée de la zone du SAIT.

Les capteurs choisis pour l'analyse sont les suivants :

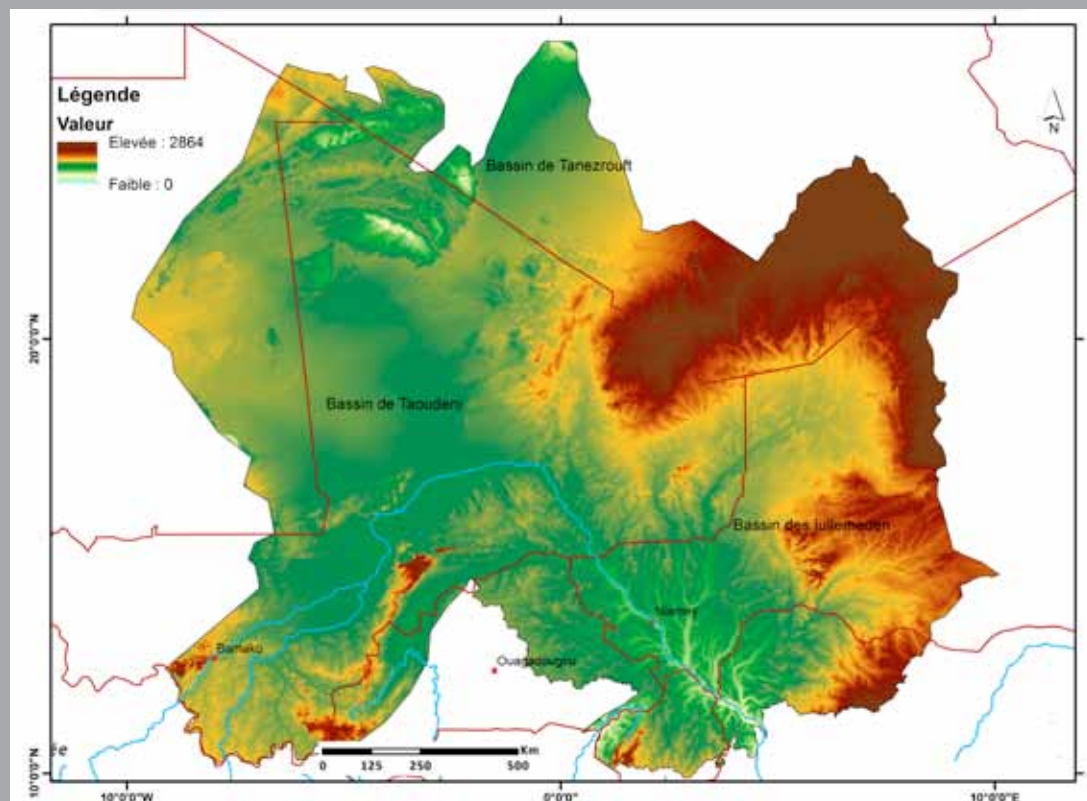
- **MODIS pour la cartographie d'occupation du sol** au 1/2.000.000^e, à l'échelle de la zone d'intervention globale ;
- Les données GlobCover (cf. [ESA GlobCover Project](#)) sont venues en soutien
- **LANDSAT pour la cartographie d'occupation des sols** au 1/200.000^e, à l'échelle d'un transect Sud-Nord comme zone pilote

5.2. TRAITEMENT DES MODÈLES NUMÉRIQUES DE TERRAIN (MNT)

Le choix s'est porté vers les données SRTM Version 4.1, afin d'avoir une topographie homogène et continue sur l'ensemble de la zone d'intervention (**Fig. 6**).

Figure 6 :

Carte des élévations extraites du MNT SRTM, sur la zone d'intervention, 2013.



À partir du MNT corrigé et par dérivation, les cartes des pentes et d'orientation ainsi que le réseau de drainage du bassin ont été obtenues (Fig. 7, 8 et 9).

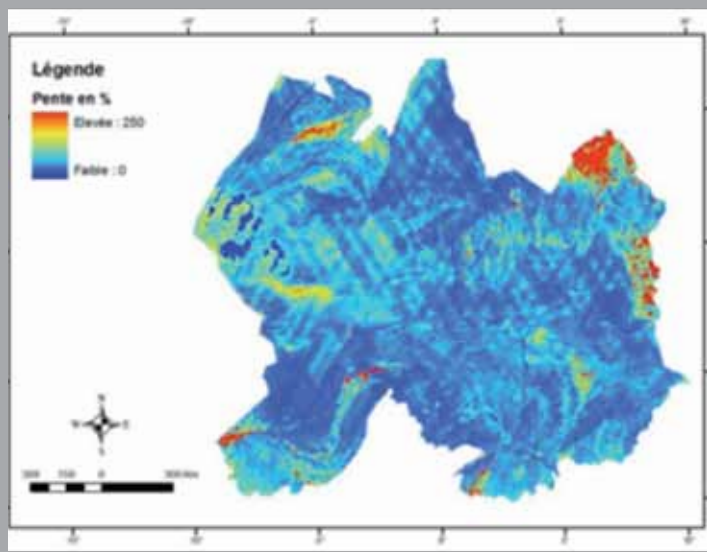


Figure 7 :

Carte des pentes extraites du **MNT SRTM**, sur la zone d'intervention

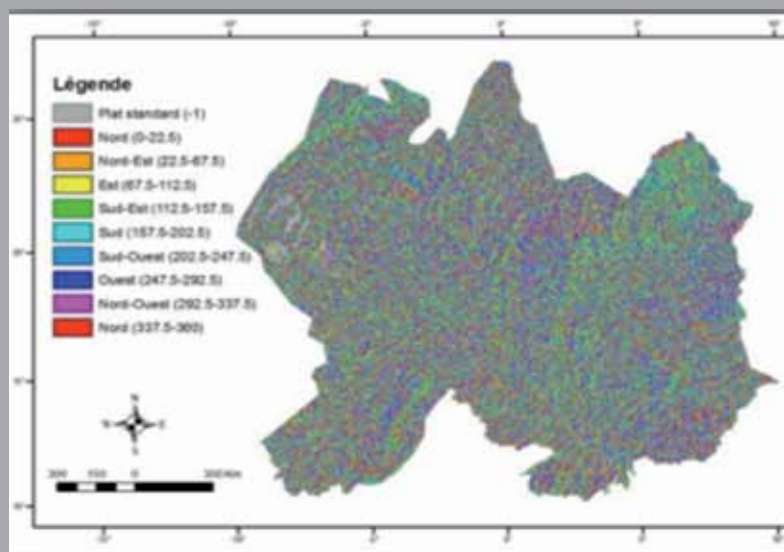


Figure 8 :

Carte des expositions extraites du **MNT SRTM**, sur la zone d'intervention

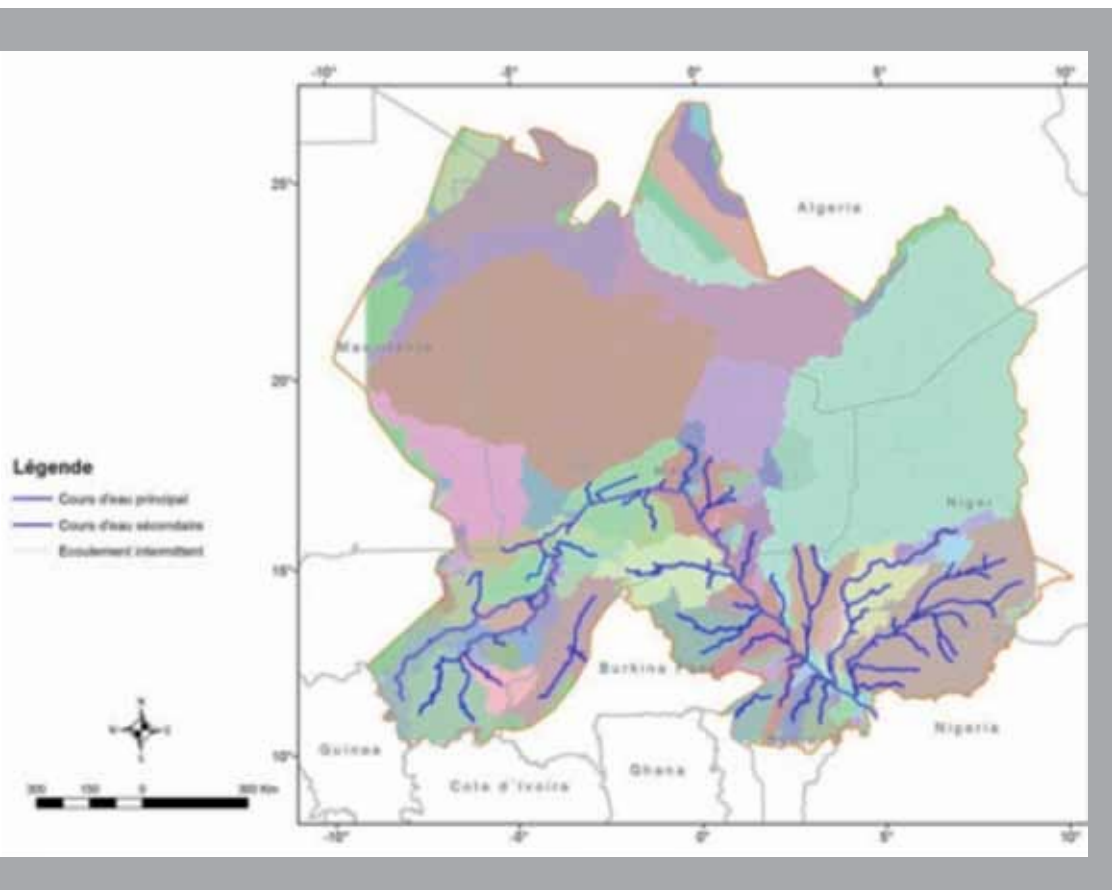


Figure 9 :

Réseau de drainage et Bassins versants extrait du **MNT SRTM**, sur la zone d'intervention

5.3. DÉFINITION DE L'OCCUPATION DU SOL SUR LA ZONE PILOTE

La cartographie de l'occupation du sol sur la zone pilote a été réalisée au 1/200.000^e afin de recouper un maximum d'isohyètes et à trois dates différentes (janvier, avril et septembre 2011). 19 scènes LANDSAT ont permis de couvrir la zone pilote aux trois dates voulues.

Après prétraitement des données (corrections radiométriques), trois mosaïques ont été réalisées pour couvrir la zone pilote aux différentes dates (2 avril 2011, 12 janvier 2011 et 25 septembre 2011). Chaque mosaïque représente l'assemblage de trois scènes LANDSAT choisies à la même date pour chaque mosaïque afin d'éviter les effets des perturbations atmosphériques.

Trois cartes d'occupation du sol ont été réalisées pour chaque date (septembre, janvier et avril), (Fig. 10).

La dynamique de l'occupation du sol représentée lors de cette étude est saisonnière et montre bien la différence entre occupation du sol en saison des pluies et en saison sèche.

La carte d'occupation du sol du mois d'avril met également l'accent sur l'étape intermédiaire entre la saison des pluies et la saison sèche. Le contraste entre les saisons est d'autant plus important en se dirigeant vers le sud du transect étudié, montrant l'influence des conditions climatiques sur cette dynamique.

L'influence des saisons sur le développement des périmètres irrigués est aussi notable.

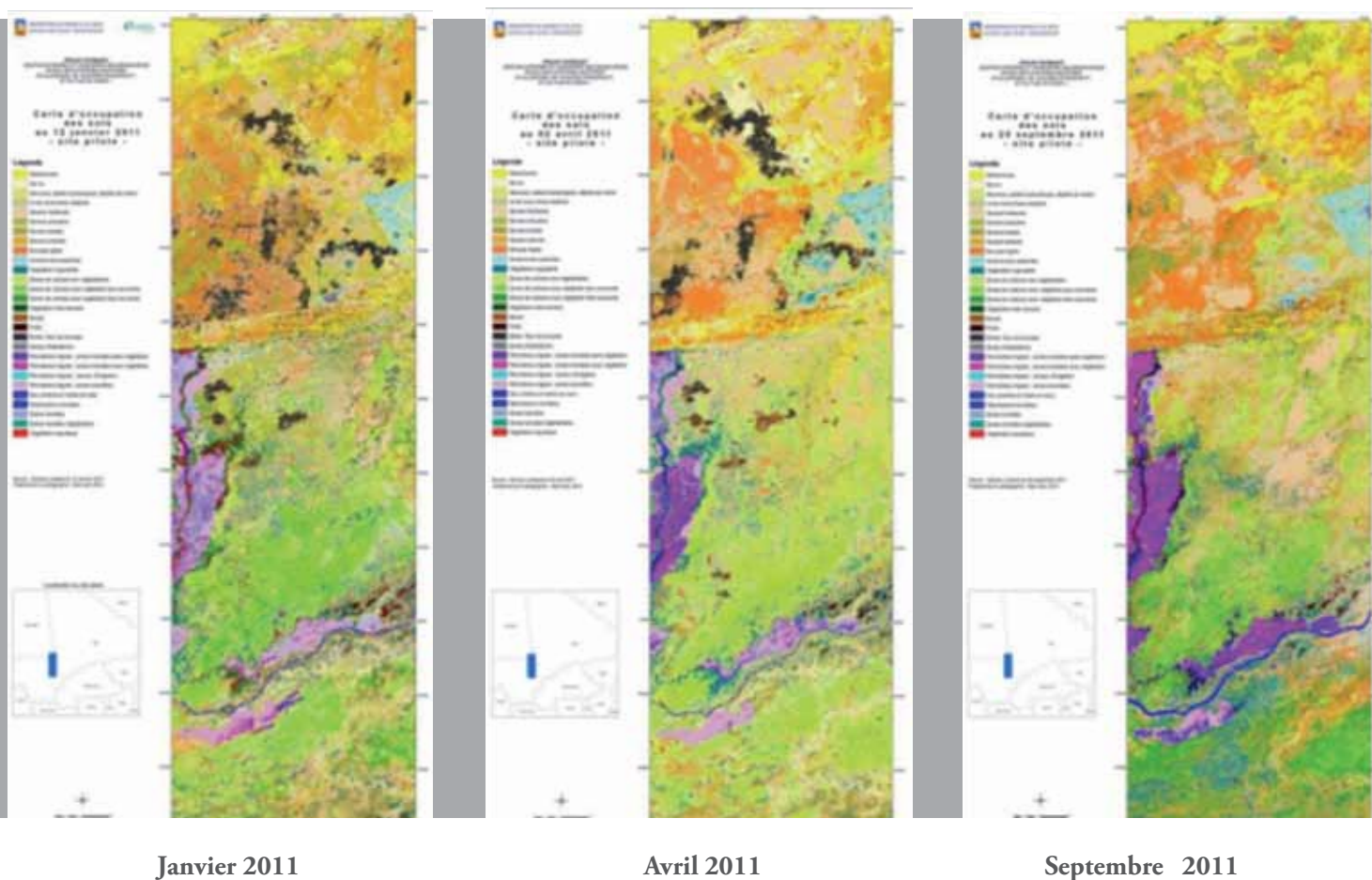


Figure 10 : Cartes d'occupation des sols sur le site pilote 1/200,000

Une dépendance naturelle entre l'occupation du sol et la saison apparaît, même au niveau des périmètres irrigués qui présentent un indice important sur l'utilisation de ressources. Les cartes d'occupation du sol peuvent constituer des indicateurs permettant de déduire ou d'estimer les périmètres où la recharge est la plus importante.

5.4. DÉFINITION DE L'OCCUPATION DU SOL SUR L'ENSEMBLE DU SYSTÈME AQUIFÈRE

Pour cartographier l'occupation du sol sur l'ensemble de la zone d'intervention, les images MODIS ont été utilisées. Deux dates ont été choisies : septembre 2011, en fin de saison de pluie, et avril 2011 en saison sèche (Fig. 11).

Les classifications d'images ont été réalisées sur les deux mosaïques MODIS, aux deux périodes choisies.

Deux cartes d'occupation du sol au 1/2.000.000^e (à l'échelle du bassin) ont été réalisées pour chaque date :

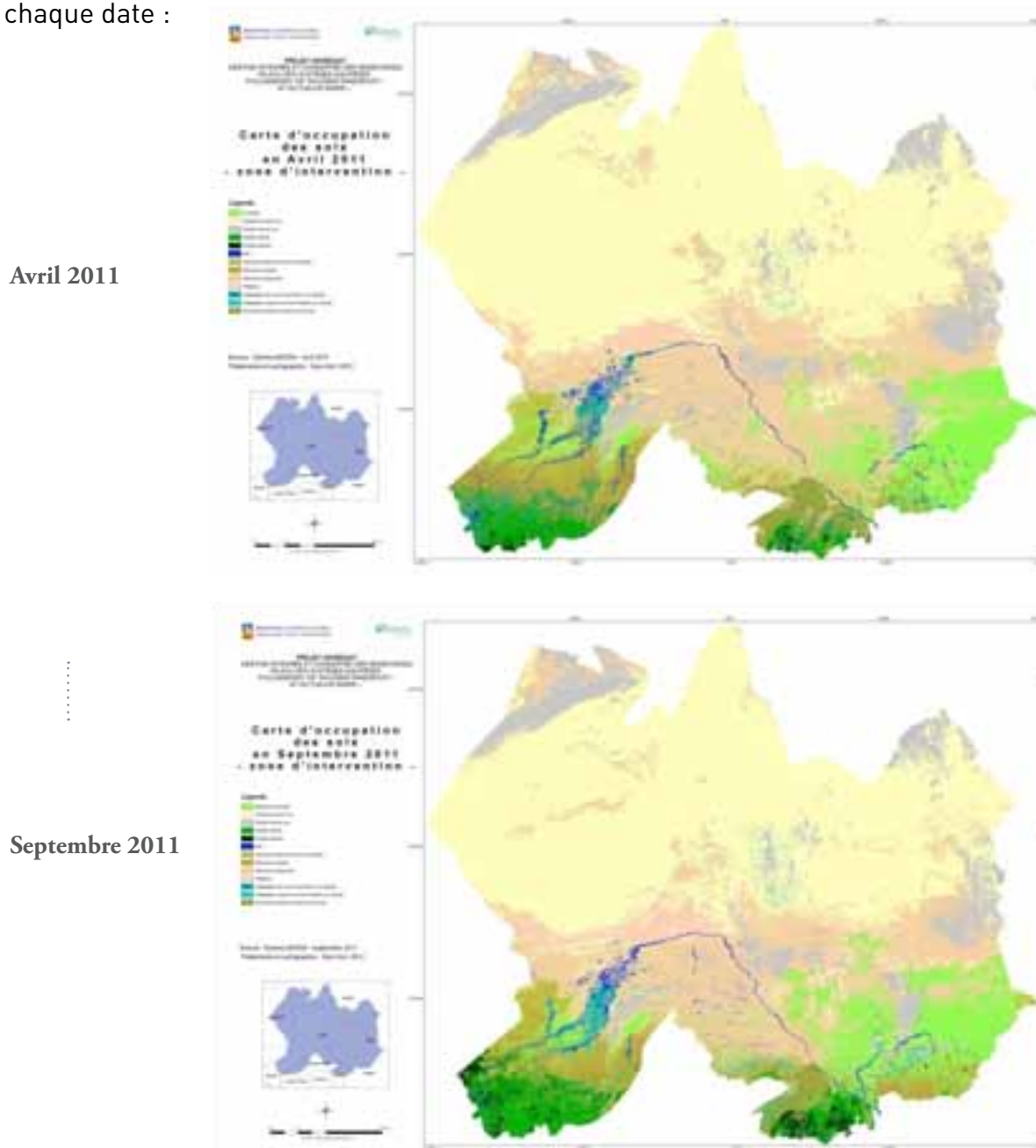


Figure 11 : Cartes d'occupation des sols à l'échelle du bassin du SAIT

6 MODELISATION

6.1. MODELISATION DES SYSTEMES AQUIFERES SAIT

Le Bassin d'Iullemeden et celui de Taoudéni-Tanezrouft sont en continuité géologique à travers le fossé de Gao, qui correspond à un tronçon de la vallée du fleuve Niger dans la région de Gao, au Mali, entre le massif de l'Adrar des Iforas au nord et le massif du Gourma au sud. Sur le plan hydraulique, les échanges sont très limités car les sens d'écoulement sont perpendiculaires à l'axe du fossé.

Les Systèmes Aquifères d'Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft ont donc été modélisés selon deux modèles mathématiques distincts. Cependant, afin de garantir la continuité géologique, la partie occidentale du modèle SAI a été étendue sur la partie orientale du SAT, sur une bande de 125 000 km² avec des caractéristiques hydrodynamiques identiques (Fossé de Gao).

Apport du modèle mathématique de simulation du comportement des systèmes aquifères sous l'effet du changement climatique

Le modèle mathématique a été développé pour établir le bilan en eau de l'ensemble du SAIT :

- Définir les relations hydrauliques entre les eaux souterraines et les écoulements du fleuve Niger,
- Simuler le comportement des ressources en eau souterraines face aux variations climatiques notamment en cas de baisse de la pluviosité.

6.2. BILAN EN EAU

Le bilan en eau, c'est-à-dire les quantités d'eau entrant et sortant d'un système aquifère, a été établi pour les deux systèmes aquifères.

Le potentiel en ressources en eau renouvelables a été évalué à **11 milliards de m³** par an dans le bassin de Taoudéni/Tanezrouft et de **8 milliards de m³** par an pour le bassin d'Iullemeden (Tabl. 3).

Les prélèvements d'eau (tous usages confondus) ont été estimés respectivement à 63 millions m³ par an et à 284 millions m³ par an.

La recharge par infiltration de la pluie est de loin la principale source de renouvellement des nappes (Fig. 12) : plus de 80 % dans le SAT et près de 95 % dans le SAI.



Carte de la recharge (mm), zone d'intervention Année 1968

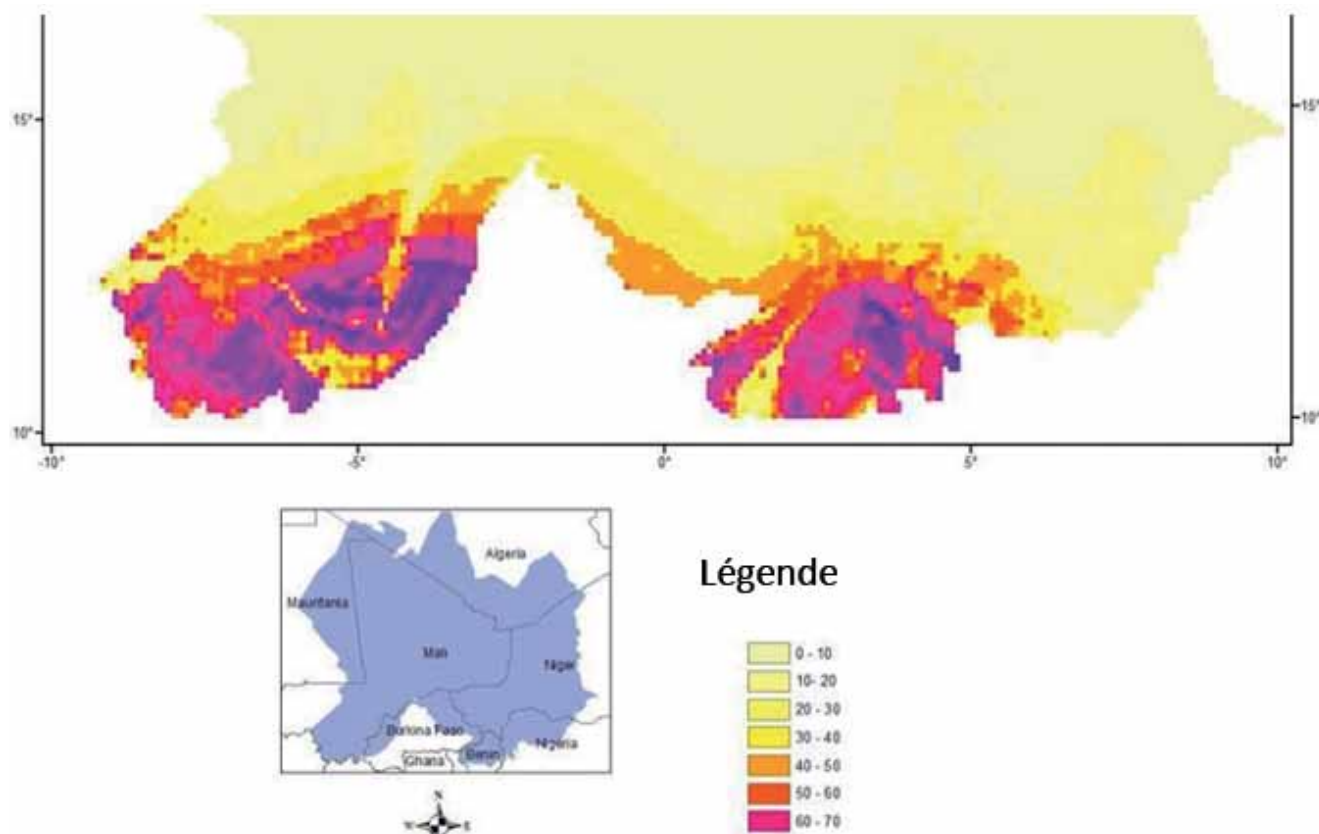


Figure 12 : Carte de la recharge pour l'année la plus humide de la période 1960-2010

6.3. DES ÉCHANGES HYDRAULIQUES ENTRE LE FLEUVE NIGER ET LES NAPPES

Le fleuve Niger joue un rôle majeur dans l'alimentation des nappes tout au long de son parcours.

Dans le bassin de Taoudéni-Tanezrouft (SAT), le fleuve Niger constitue à la fois un exutoire (plus de 280 millions de m³/an) et un drain pour les nappes (plus 1,5 milliard de m³/an). Seule la partie située en amont du Delta intérieur est drainante. En aval, dans le bassin d'Iullemeden, le fleuve Niger reçoit près de 3,3 milliards m³ par an.

6.4. COMPORTEMENT DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINES FACE AUX VARIATIONS CLIMATIQUES

Le modèle également permet d'estimer l'impact sur la recharge des nappes et prend en compte l'augmentation de la demande en eau liée à la croissance démographique.

Les simulations montrent que la baisse des niveaux induite par de fortes sécheresses et la croissance démographique ne seraient que de quelques mètres supplémentaires par rapport à des années normales, ce qui demeure toujours très faible en comparaison avec la puissance de l'aquifère dans les terrains sédimentaires, qui est de 300 m en moyenne.

Ces simulations ont aussi montré que la recharge induite par une seule année très pluvieuse suffisait à compenser plusieurs années consécutives de baisse de la nappe due à une faible recharge.

Le modèle régional élaboré pourra servir de base pour développer des modèles locaux en particulier pour les zones à fort potentiel identifiées.

VULNÉRABILITÉ DE LA RESSOURCE

Si la modélisation contribue à une meilleure connaissance scientifique du fonctionnement des aquifères du SAIT, l'évaluation de la vulnérabilité des ressources au changement climatique et des impacts des activités humaines est essentiel pour définir des approches de gestion durable de la ressource.

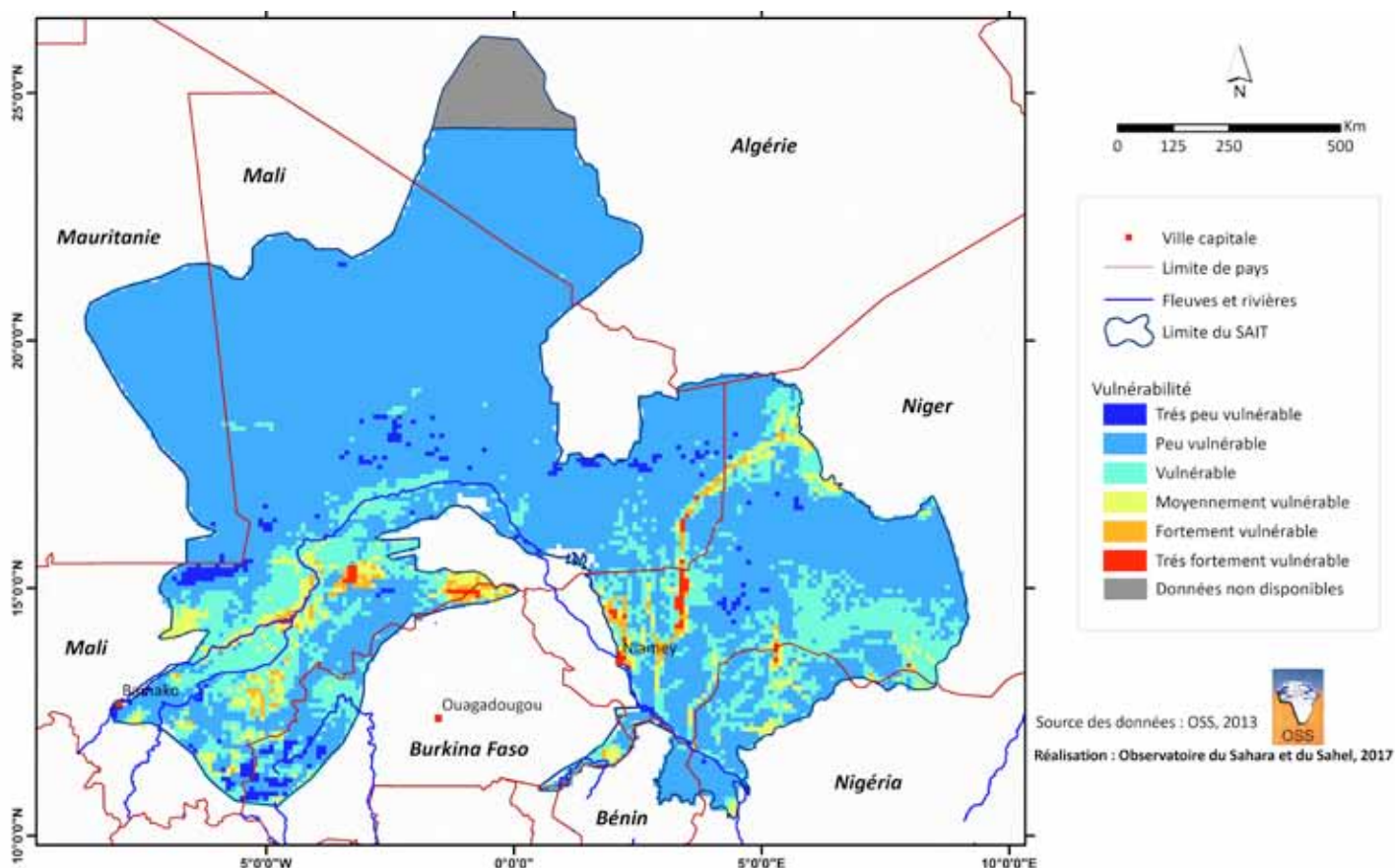
Ainsi deux axes principaux, prioritaires pour les gestionnaires, ont été étudiés :

- La baisse du niveau des aquifères engendrée par un stress climatique et l'exploitation croissante de la ressource,
- La pollution chimique et bactériologique des aquifères par les activités humaines.

Un système d'information du risque, bâti à partir de la méthode SIRIS (Système d'Information du Risque par Interaction des Scores), a intégré à la fois les contraintes « physiques » des systèmes aquifères et de leur environnement (recharge, perméabilité, profondeur de l'eau, libre/captif) ainsi que les pressions anthropiques (populations, demande en eau, densité de puits).

Les résultats des études ont abouti à une cartographie des zones « vulnérables » (Fig. 13) et « à risque » (Fig. 14). Ces zones s'inscrivent comme des « secteurs prioritaires de gestion ».

Figure 13 : Vulnérabilité des eaux souterraines aux changements climatiques liée à la baisse du niveau piézométrique, 2013.



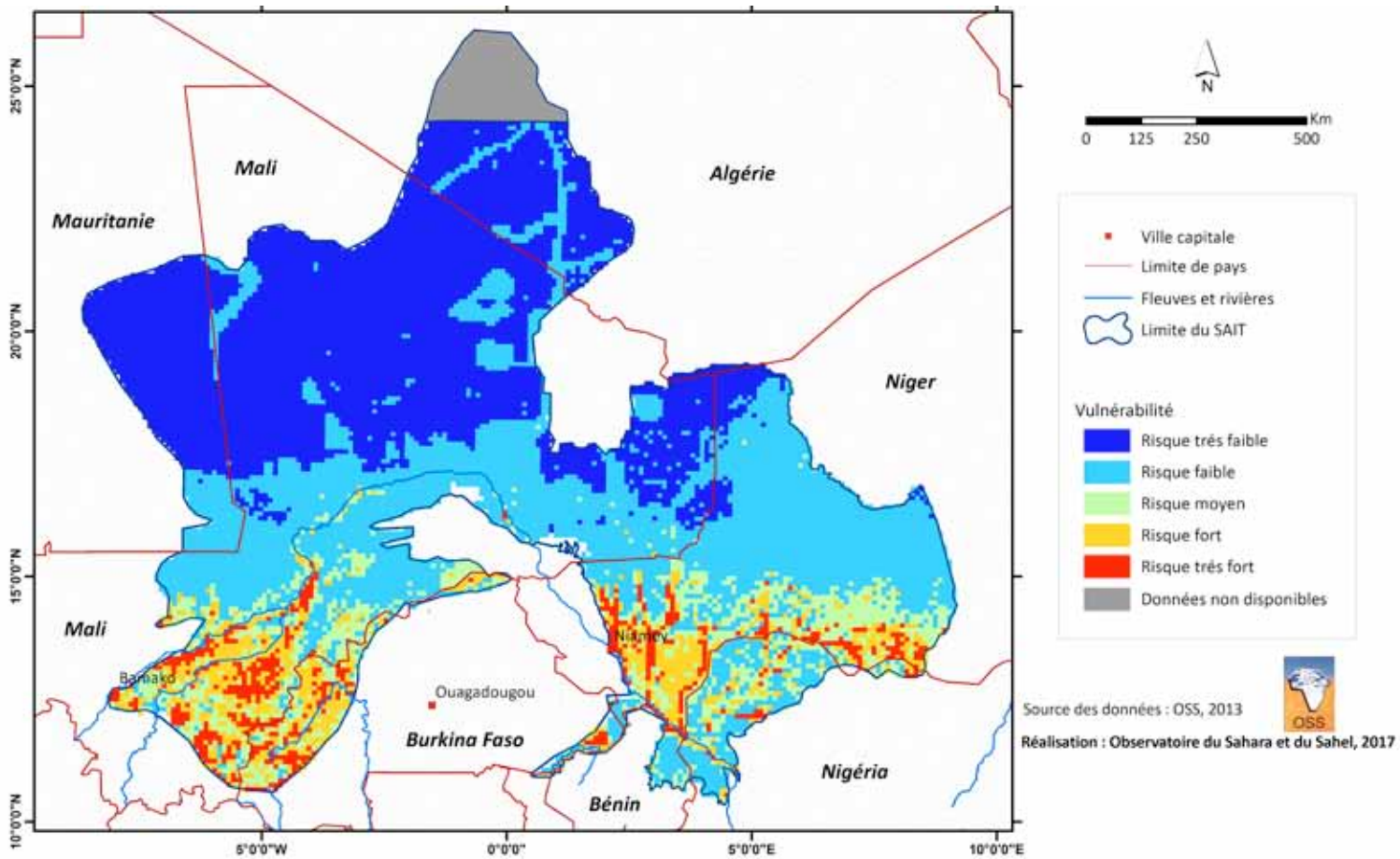


Figure 14:

Risque de contamination organique des eaux souterraines, 2013.



8

INDICATEURS DE SUIVI-ÉVALUATION

Les indicateurs de suivi-évaluation doivent permettre de :

- Mieux connaître les dynamiques sociales et d'aménagement sur la zone du SAIT ;
- Contrôler les effets de ces dynamiques sur l'environnement et sur les systèmes aquifères ;
- Identifier les actions à engager en termes d'aménagement et de préservation.

Les indicateurs proposés, les « instruments de bord » pour le pilotage de la GIRE, sont déclinés sur les compartiments de type DPSIR¹ avec :

- Indicateurs de Forces Motrices : population, superficies agricoles, recensement des puits, forages et barrages, activités industrielles, cheptel ;
- Indicateurs de Pression : quantité de pesticides, volumes de production des usines d'eau potable ;

- Indicateurs d'état : niveaux piézométriques, qualité des eaux souterraines et de surface, température de l'air, pluviométrie, débits des principaux cours d'eau ;
- Indicateur d'impacts : tendances des niveaux piézométriques et des précipitations à court et moyens terme, impacts de la qualité des eaux souterraines sur les usages (AEP / irrigation / abreuvement), évolution des rendements agricoles, durée des périodes d'assecs des cours d'eau pérennes ;
- Indicateurs de réponses : programme d'actions pour la protection des captages, la réduction des pollutions, la sécurisation de l'accès à l'eau ; et les politiques réglementaires pour la préservation des eaux.

Ces indicateurs devraient être étoffés au fur et à mesure de l'avancée des GIRE nationales sur les zones du SAIT et intégrés dans un cadre de suivi de cette stratégie de gestion intégrée, que celui-ci soit d'ordre technique ou méthodologique.

¹ DPSIR : Driving force, Pressure, State, Impact, Response (Force Motrice, Pression, Etat, Impact et Réponse)



STRATÉGIE POUR UNE GESTION INTÉGRÉE ET CONCERTÉE DES RESSOURCES EN EAU



CONSTAT

La stratégie pour une gestion intégrée de la ressource en eau sur le SAIT devrait reposer sur des connaissances scientifiques et techniques fiables et actualisées mais aussi sur une concertation avec les principaux acteurs nationaux et régionaux.

Des simulations d'exploitation des eaux souterraines basées sur les principales tendances ont été effectuées à l'horizon 2050 dans le cadre du projet. La croissance démographique (doublement des populations tous les 20 ans, différenciation urbain / rural) et l'accès en eau potable en sont les principaux facteurs.

UN PREMIER PAS VERS UNE GESTION COMMUNE

Les premières études du Système Aquifère d'Iullemeden (2004-2009), avaient abouti à l'adoption d'un protocole d'accord portant création du Mécanisme de concertation pour la gestion du Système Aquifère d'Iullemeden par les Ministres en charge de l'eau du Mali, du Niger et du Nigéria.

En 2013, une étude diagnostique sur le cadre général, juridique et institutionnel des pays a été réalisée durant le projet GICRESAIT.

Ses résultats ont fait l'objet d'une réunion des Ministres en charge des ressources en eau du SAIT, tenue à Abuja en mars 2014 qui a abouti à un accord de principe sur le protocole de création d'un Mécanisme de concertation, doté d'une personnalité juridique, pour la Gestion intégrée et concertée des ressources en eau du SAIT.

Les objectifs de ce mécanisme sont de :

- Promouvoir une gestion intégrée et concertée des ressources en eau du SAIT ;
- Renforcer la solidarité et promouvoir la coopération et le partage de l'information en vue de faciliter la gestion conjointe des risques ;
- Fixer les règles visant la préservation et la protection de l'environnement et des écosystèmes contre les dégradations et les pollutions ;
- Faciliter la mise en valeur durable des ressources du SAIT.



VERS UN SCHEMA DIRECTEUR REGIONAL D'AFFECTATION DE LA RESSOURCE PARTAGEE

L'OSS a proposé l'élaboration d'un Schéma Directeur régional contenant des actions prévues pour les ressources du fleuve Niger, inscrites dans le Plan d'Action pour le Développement Durable (PADD) de l'Autorité du Bassin du Niger (ABN).

Il s'agira :

- D'établir un diagnostic régional sur les besoins en eau actuels et futurs des pays aux horizons 2030 et 2040 en matière d'alimentation en eau potable, agricole et industrielle, en relation avec l'adaptation au changement du climat ;
- D'identifier les potentialités de développement agricole, minier et industriel par pays ;
- De planifier une affectation de l'eau à partir des zones à fort potentiel aux horizons 2030 et 2040, et les investissements s'y rapportant.
- De renforcer le rôle et l'action d'un mécanisme de concertation.

Et ceci devrait permettre :

- La satisfaction progressive des besoins en eau des populations
- La mise en valeur des terres arables du bassin estimées à plus de 137 millions d'hectares
- L'amélioration de la sécurité alimentaire quantitative et qualitative des pays ;
- La mise en place d'une infrastructure régionale transfrontalière favorisant le développement économique
- La création d'emplois et l'augmentation du revenu des exploitants agricoles.



Réunion d'experts, Banizoumbou, Niger

CONCLUSION GÉNÉRALE

La réalisation du projet GICRESAIT (2010 – 2016) a atteint ses objectifs. Plus de 70 cadres techniques des Ministères concernés ont été formés pour que les outils de gestion (Base de données, Modèles) puissent être mis à jour afin que les Décideurs puissent bénéficier d'une information actualisée. Cela leur permettra de bénéficier d'une information actualisée en vue de satisfaire les besoins en eau des populations à moindre coût dans la perspective d'atteindre les objectifs du développement durable en 2030.

Le renforcement des capacités des personnels et des services techniques est nécessaire pour contribuer au développement d'un Schéma directeur régional d'affectation des ressources en eau partagées.

Le travail réalisé dans le cadre du projet GICRESAIT n'est qu'une étape car réalisé à l'échelle régionale du bassin transfrontalier. Des travaux complémentaires sont nécessaires pour approfondir les connaissances des secteurs à fort potentiel identifiés.

Ces connaissances acquises permettront d'envisager une meilleure utilisation des potentiels en ressources en eau dans la région que ce soit l'Alimentation en eau potable, l'Agriculture ou l'Industrie à un moindre cout.



Table ronde des partenaires de développement GICRESAIT, Tunis

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **OSS**, 2017. Atlas des ressources en eau des pays du Système Aquifère transfrontalier d'Iullemeden-Taoudéni/Tanezrouft.
- **OSS**, 2017. Hydrogéologie.
- **OSS**, 2017. Modélisation hydrogéologique.
- **OSS**, 2017. Hydroclimatologie et impacts du changement climatique sur les aquifères.
- **OSS**, 2014. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT) [Plaidoyer]/ OSS. _ OSS : Tunis, 2014. - 16pp.
- **OSS**, 2014. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT) [CD ROM Interactif]/ OSS. _ OSS : Tunis, 2014.
- **OSS**, 2013. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Rapport Base de données\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 43p.
- **OSS**, 2012. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Rapport Télédétection\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 36p.
- **OSS**, 2012. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Rapport Hydrogéologie\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 86p.
- **OSS**, 2012. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Changement Climatique en Afrique de l'Ouest et Conséquences sur les eaux souterraines\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 41p.
- **OSS**, 2012. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Rapport de synthèse hydro-climatologique\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 25p.
- **OSS**, 2012. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Rapport de synthèse Socio-économique\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 53p.
- **OSS**, 2012. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Rapport de synthèse Nigeria\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 46p.
- **OSS**, 2012. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Rapport de synthèse Niger\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 76p.
- **OSS**, 2012. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Rapport de synthèse Mauritanie\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 61p.
- **OSS**, 2012. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Rapport de synthèse Mali\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 98p.
- **OSS**, 2012. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Rapport de synthèse Burkina Faso\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 57p.
- **OSS**, 2012. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Rapport de synthèse Bénin\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 38p.
- **OSS**, 2012. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Rapport de synthèse Algérie\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 59p.
- **OSS**, 2012. Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT). Rapport phase de démarrage\OSS : Tunis, 2012. _ OSS. _ 78p.
- **OSS**, 2011. Système Aquifère d'Iullemeden : analyse diagnostique transfrontalière. Tome I \ OSS. _ OSS : Tunis, 2011. _ 112p. ; 21cm. _ ISBN : 978-9973-856-41-8
- **OSS**, 2011. Système Aquifère d'Iullemeden : Base de données commune. Tome II \ OSS. _ Tunis, 2011. _ 98p. ; 21cm. _ ISBN : 978-9973-856-42-5
- **OSS**, 2011. Système Aquifère d'Iullemeden : Modèle hydrogéologique. Tome III \ OSS. _ OSS : Tunis, 2011. _ 90p. _ 21 cm. _ ISBN : 978-9973-856-43-2
- **OSS**, 2011. Système Aquifère d'Iullemeden : Gestion participative des risques transfrontaliers. Tome IV \ OSS. _ OSS : Tunis, 2011. _ 54p. . _ 21 cm. _ ISBN : 978-9973-856-44-9
- **OSS**, 2011. Système Aquifère d'Iullemeden : Suivi-évaluation des aquifères transfrontaliers. Tome V \ OSS. _ OSS : Tunis, 2011. _ 46p. _ 21 cm. _ ISBN : 978-9973-856-45-6
- **OSS**, 2011. Système Aquifère d'Iullemeden : Éléments de politique pour la réduction des risques transfrontaliers\ OSS. _ OSS : Tunis, 2011. _ 57p. . _ 15x21 cm. _ ISBN : 978-9973-856-46-3
- **OSS**, 2011. Système Aquifère d'Iullemeden : Approche de l'ADT/Pas du FEM appliquée au SAI \ OSS. _ OSS : Tunis, 2011. _ 45p. . _ 15x21 cm. _ ISBN : 978-9973-856-47-0



L'Observatoire du Sahara et du Sahel

- Lauréat du Grand Prix Mondial Hassan II pour l'Eau (édition 2012)
- Accrédité en tant qu'institution de mise en oeuvre régionale pour le fonds pour l'adaptation en 2013
- En cours d'accréditation en tant qu'entité régionale de mise en œuvre des projets et programmes dans le cadre du Fonds Vert Climat et partenaire d'appui aux programmes de préparation de la finance climat

ISBN : 978-9938-933-04-8



Boulevard du Leader Yasser Arafat
B.P 31 Tunis Carthage - 1080 - Tunisie

Tél.: 216 71 206 633/634

Fax : 216 71 206 636

www.oss-online.org

 twitter.com/oss_comms

 facebook.com/osscommunity