

SAHARA
AND SAHEL
OBSERVATORY



OBSERVATOIRE
DU SAHARA
ET DU SAHEL

**SYSTÈME AQUIFÈRE TRANSFRONTALIER
D'IULLEMEDEN, TAOUDÉNI-TANEZROUFT**

ATLAS DES RESSOURCES EN EAU



SOMMAIRE

CONTRIBUTIONS	5
PRÉFACE DU SECRÉTAIRE EXÉCUTIF DE L'OSS	7
LA RÉGION DU BASSIN TRANSFRONTALIER IULLEMEDEN, TAOUDÉNI-TANEZROUFT	10
RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINES	12
RESSOURCES EN TERRES	13
DÉFIS LIÉS AUX RESSOURCES EN EAU DE LA RÉGION	14
MOBILISATION DES RESSOURCES EN EAU RENOUVELABLES	16
ACCÈS À L'EAU POTABLE	18
RISQUE DE DÉGRADATION DE LA QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES	20
ACCÈS À L'ASSAINISSEMENT	21
L'EAU SOUTERRAINE, QUELLES OPPORTUNITÉS ?	22
ZONES À FORT POTENTIEL	24
DISPONIBILITÉ EN EAU	26
UNE EAU GÉNÉRALEMENT DE BONNE QUALITÉ	32
DES RESSOURCES EN EAU RENOUVELABLES PROTÉGÉES DE LA VARIABILITÉ DU CLIMAT	33
POUR UNE GESTION DURABLE DE LA RESSOURCE EN EAU DE LA RÉGION	36
TRANSFERT D'EAU	38
INTERACTION EAU ET ENERGIE	39
LES ENGAGEMENTS DES PAYS	41
RÉFÉRENCES / PUBLICATIONS OSS	42
SIGLES ET ACRONYMES	44

CONTRIBUTIONS

Le présent Atlas est publié par l'Observatoire du Sahara et du Sahel, Tunis, Tunisie.

Direction générale

M. Khatim Kherraz, Secrétaire Exécutif de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS)

Direction technique

M. Abdel Kader Dodo, Coordinateur du Programme Eau

Cartographie

MM Mohamedou Sy, Louis Evence Zoungrana, Famara Mané, Mustapha Mimouni et Mme Donia Msahel. Les éléments cartographiques représentés dans cet atlas sont issus des travaux réalisés dans le cadre du projet GICRESAIT de « Gestion intégrée et concertée des ressources en eau des Systèmes aquifères d'Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft et du fleuve Niger ».

Contributions

MM Maxime Thibon et Mohamed Blinda, Mmes N'Deye Fatou Mar, Lilia Benzid et Olfa Othman

Pour des fins de citation, ce document peut être cité comme :

OSS (2017) « Atlas des ressources en eau des pays du Système Aquifère transfrontalier d'Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft - 1^{ère} édition » Projet Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT)

Reproduction

La reproduction est autorisée uniquement dans le cadre de l'enseignement et de la recherche scientifique et des études et analyses devant servir à des actions de développement, à condition que la source soit mentionnée. L'OSS apprécierait de recevoir une copie des publications utilisant ce document comme source. Aucune utilisation de cette publication ne peut être faite pour la revente ou à but commercial sans permission antérieure par écrit de l'Observatoire du Sahara et du Sahel.

Le projet GICRESAIT a été coordonné par l'OSS en étroite collaboration avec ses partenaires nationaux.

Observatoire du Sahara et du Sahel © 2017

Système Aquifère transfrontalier d'Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft : atlas des ressources en eau \OSS. Imprimeries Réunies, Tunis : 2017 - 48 pages.

ISBN : 978-9938-933-03-1





Femmes, au puits traditionnel, Niger

Préface du Secrétaire Exécutif de l'OSS

L'étude de «Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d'Iullemeden, de Taoudéni/Tanezrouft et du Fleuve Niger (GICRESAIT)», financée par le Fonds Français pour l'Environnement Mondial et la Facilité Africaine de l'Eau, a été menée entre 2010 et 2016 par l'Observatoire du Sahara et du Sahel.

Elle a concerné sept pays partageant ce bassin (Algérie, Bénin, Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger et Nigéria) et a permis, à la fois, d'améliorer la connaissance de cet aquifère et de construire une base de données régionale commune, qui doit impérativement continuer à être alimentée.

Nous avons la conviction que cela devrait permettre, à moyen terme, et après des investigations de détail, de définir les programmes et les investissements les mieux adaptés à une meilleure satisfaction en eau des populations, ainsi qu'au développement d'une agriculture durable apte à assurer une indispensable sécurité alimentaire.

L'idée de cet Atlas est née de la volonté de l'OSS de renforcer sa fonction d'observatoire, en mettant à la disposition des pays, aussi souvent que possible, des données synthétisées permettant d'avoir une vue globale de la région. Les cartes ont donc été conçues à partir de l'étude GICRESAIT, ainsi que des études multisectorielles nationales et de la littérature régionale et internationale.

Le document présente quelques indicateurs liés aux ressources en eau et notamment la disponibilité en eau, l'accès à l'eau potable et à l'assainissement, la vulnérabilité au changement du climat et à la pollution, qui nous ont paru les plus pertinents. On notera tout particulièrement le véritable paradoxe de la région qui, bien que disposant d'un fort potentiel en eau, n'en exploite qu'une très faible part, ne permettant de ce fait qu'un niveau de satisfaction des besoins encore très faible.

Il y a encore beaucoup à faire, à la fois en terme d'acquisition de connaissance ou de surveillance encore plus fines des aquifères, mais aussi en matière de gestion intégrée des ressources en eau, de la façon la plus durable possible et au meilleur coût.

Un grand merci au Fonds Français pour l'Environnement Mondial et à la Facilité Africaine de l'Eau, pour leur indéfectible soutien à l'OSS, sans lequel ce travail n'aurait jamais pu être mené à bien.

Khatim KHERRAZ

Secrétaire Exécutif

Observatoire du Sahara et du Sahel

Cet atlas a été produit dans le cadre du 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 :

- d'améliorer significativement la connaissance des ressources en eau.
- d'identifier des zones à fort potentiel en eaux souterraines.
- de construire une base de données régionale.
- de traiter de nombreuses thématiques : hydrogéologie, occupation des sols, recharge des nappes, piézométrie des nappes, vulnérabilité au changement du climat, pollution des nappes.
- de 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.

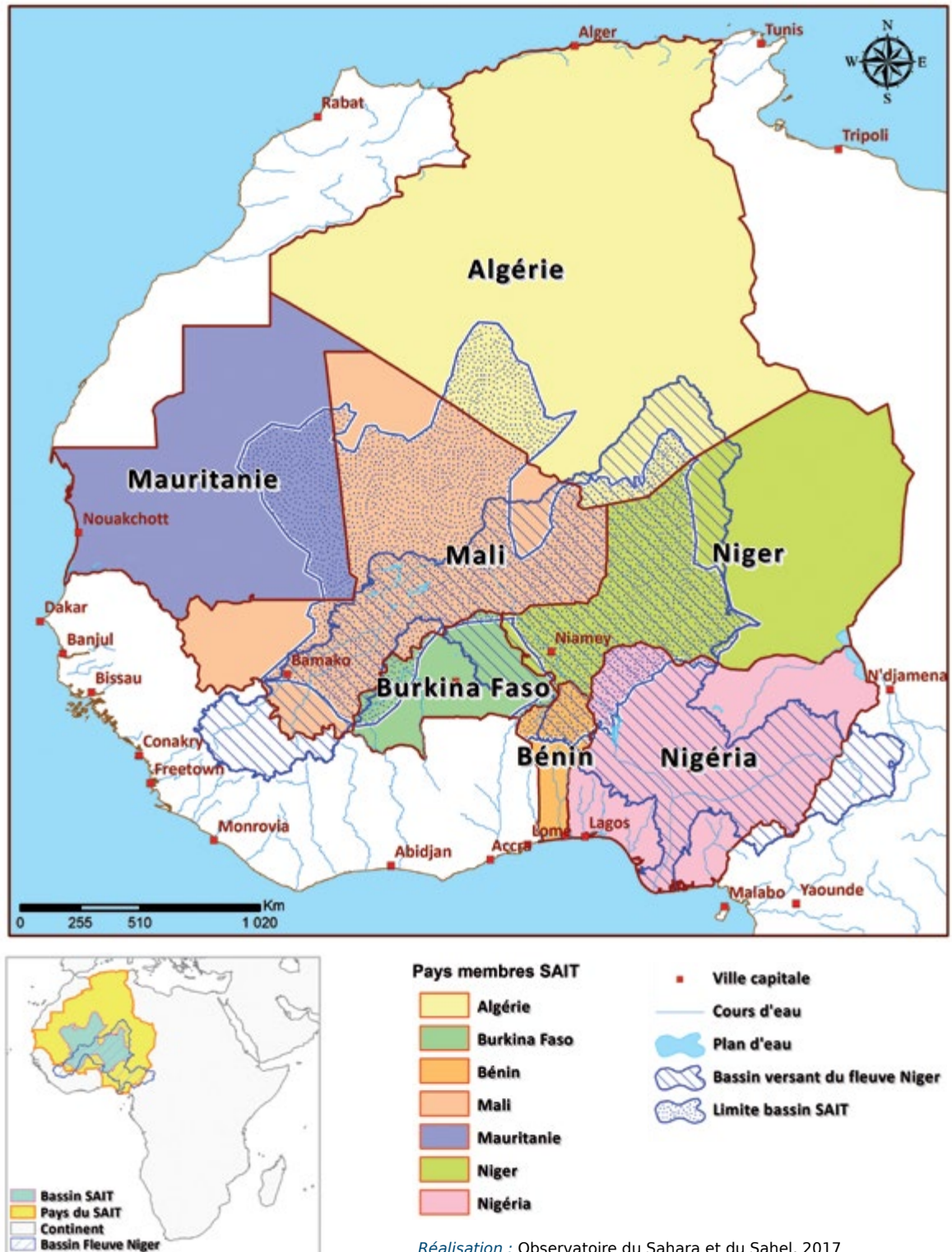
CONTEXTE GÉNÉRAL

L'Algérie, le Bénin, le Burkina Faso, le Mali, la Mauritanie, le Niger et le Nigéria, sont les sept pays concernés par le bassin transfrontalier d'Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft (*Fig.1*).

Ce secteur intégrant l'Afrique du Nord et l'Afrique de l'Ouest, est subdivisé en quatre zones :

- 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 200 et 700 mm ;
- la zone sub-saharienne avec un climat de type subdésertique et des précipitations variant de 200 à moins de 50 mm.

Figure 1 Zone d'intervention du projet GICRESAIT







**LA RÉGION DU BASSIN
TRANSFRONTALIER
IULLEMEDEN
TAOUDÉNI-TANEZROUFT**

Nuage de poussière précédant la pluie à Baleyara, Niger

RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINES

Les bassins sédimentaires d'Iullemeden et de Taoudéni-Tanezrouft couvrent une superficie d'environ 2,5 millions de km².

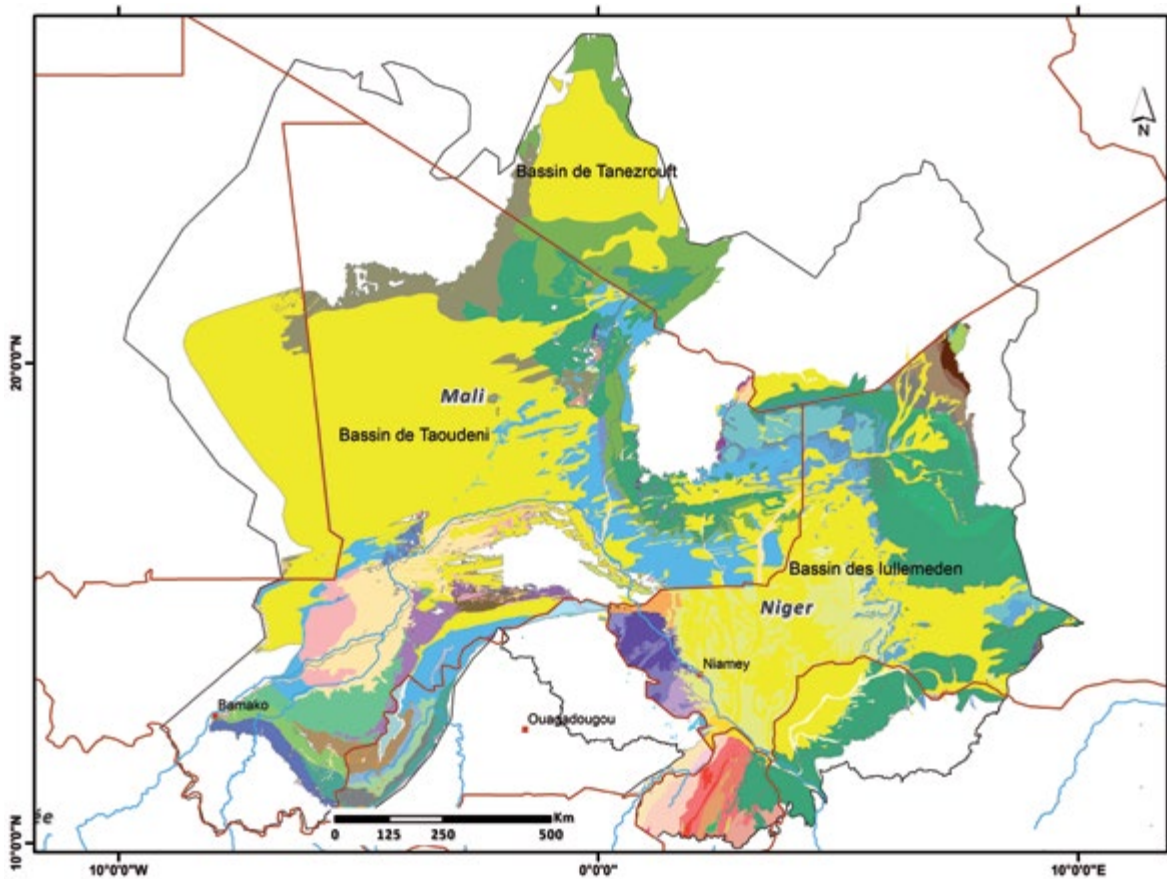
Ils sont en continuité géologique et hydrogéologique et constituent un seul ensemble qui contient plusieurs nappes d'eaux souterraines logées dans des formations géologiques aquifères datées de l'ère Primaire jusqu'au Quaternaire (Fig.2).

Les ressources en eau souterraines considérées dans le présent atlas sont celles des nappes du

Continental intercalaire (Ci) datées du Crétacé supérieur et du Continental Terminal (CT) datées du Tertiaire jusqu'au Quaternaire.

Le cours principal du fleuve Niger traverse le Système Aquifère sur près de 2 480 km dont 1 700 km au Mali (formant une plaine d'inondation appelée Delta Intérieur), 540 km au Niger, 140 km au Bénin sous forme de frontière avec le Niger et près de 100 km au Nigéria (traversée du bassin de Sokoto).

Figure 2 Système aquifère d'Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft, 2013



Formations sédimentaires situées à la bordure des bassins

Brun foncé : Primaire
Bleu et vert : Secondaire
Brun clair : Tertiaire
Jaune : Quaternaire

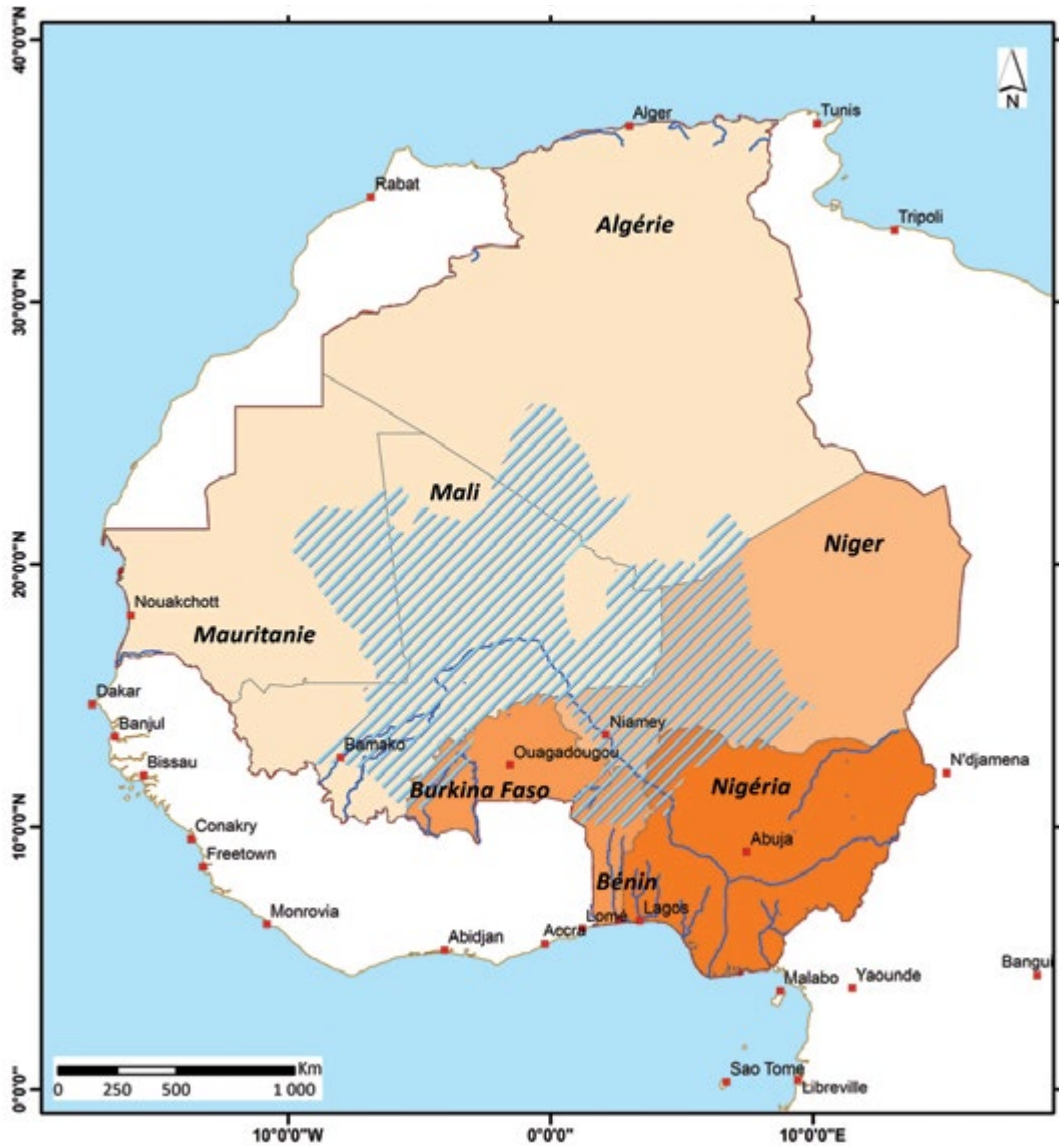
Réalisation : Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017

RESSOURCES EN TERRES

Les pays concernés par le bassin transfrontalier d'Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft possèdent d'importantes ressources en terres agricoles. L'agriculture est à dominante pluviale, excepté le cas de l'Algérie (dans sa partie sud).

Le potentiel en terres arables a été estimé à plus de 137 millions d'hectares, (AQUASTAT, 2015) (Fig.3). Le total des surfaces cultivées est de l'ordre de 46 millions d'hectares (CEA, 2012).

Figure 3 Potentiel en terres arables des pays du Système aquifère d'Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft, 2013



Source des données : Aquastat, 2013

Réalisation : Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017

Indice d'exploitation : Exprimées en pourcentage du territoire, ce sont les terres affectées aux cultures temporaires (les superficies récoltées deux fois n'étant comptées qu'une fois), prairies temporaires destinées à être fauchées ou utilisées comme pâtures, jardins maraîchers ou potagers et terres en jachères temporaires (moins de cinq ans).





A wide, calm river flows under a clear blue sky. In the foreground, a person is seated in a long, narrow wooden boat, using a long pole to navigate. To the right, another person is wading in the water, their head and shoulders above the surface. The far bank is lined with a dense row of trees. The overall scene is peaceful and captures a moment of daily life in a rural setting.

DÉFIS LIÉS AUX RESSOURCES EN EAU DE LA RÉGION

Fleuve Niger, Niamey

MOBILISATION DES RESSOURCES EN EAU RENOUVELABLES

L'analyse comparative des pressions actuelles exercées sur les ressources en eau renouvelables montre qu'en Afrique du Nord, les prélèvements actuels avoisinent le potentiel global en ressources renouvelables. Le recours aux ressources en eau peu renouvelables voire

fossiles, et aux eaux non conventionnelles est alors inévitable.

En revanche, en Afrique de l'Ouest et de l'Est, les prélèvements sont faibles au regard du potentiel en eau renouvelable considérable (*Tabl.1*).

Tableau 1 : Pressions actuelles sur les ressources en eau renouvelables dans la zone de l'OSS

Pressions actuelles sur les ressources en eau renouvelables	Sous-régions d'Afrique		
	Nord	Ouest	Est
Ressources en eau renouvelables (en km ³ /an)	98	387	273
Prélèvements actuels (en km ³ /an)	92	13	40
Indice d'exploitation moyen (%)	93	3	15

Source : FAO, Aquastat, 2012-2013

La pression exercée sur les eaux souterraines caractérise l'indice d'exploitation de ces ressources renouvelables, calculé pour les trois sous-régions d'Afrique du Nord, de l'Ouest et de l'Est (*Fig.4*).

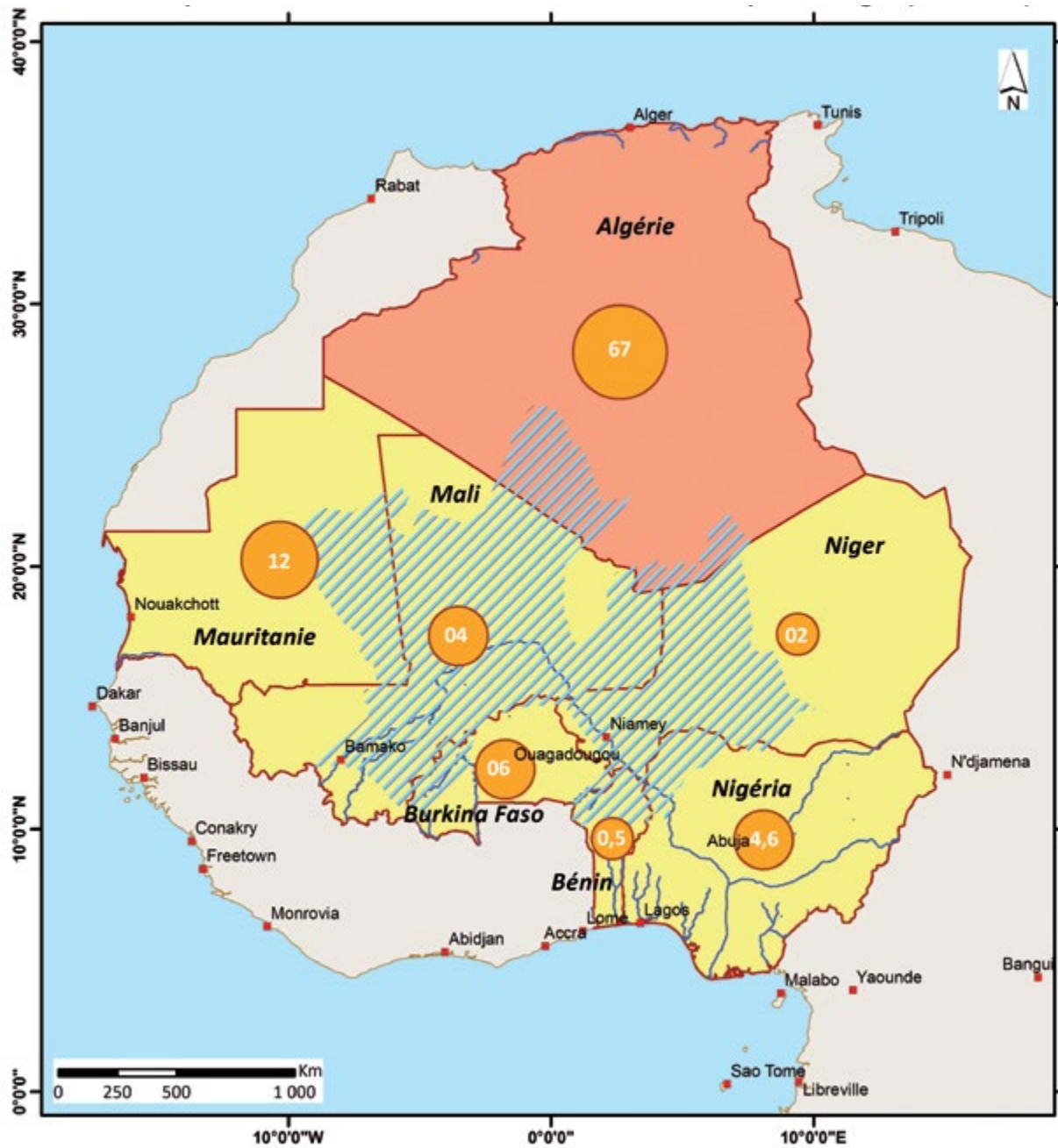
Les très faibles valeurs de l'indice d'exploitation en Afrique de l'Ouest et de l'Est soulèvent les

questions liées aux capacités des pays à accéder à ce potentiel considérable en ressources renouvelables. Ces faibles prélèvements en eau en Afrique de l'Ouest et de l'Est ne traduisent pas la satisfaction des besoins en eau. En effet, l'accès à l'eau potable n'est pas assuré pour toutes les populations urbaines et rurales.



Forage artésien

Figure 4 Indice d'exploitation des ressources en eau renouvelables (%) 2001-2012

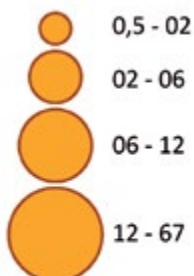


Source : Aquastat, 2001-2012

Réalisation : Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017

Indice d'exploitation : Eau douce totale prélevée dans une année donnée, exprimée en pourcentage du total des ressources en eau renouvelables naturelles. Ce paramètre est une indication de la pression sur les ressources renouvelables.

Indice d'exploitation (en %)



Valeur	Signification
0 et 40	Normal
> 40	Pénurie

- Ville capitale
- Fleuves et rivières
- Limite pays membres du SAIT
- /// Bassin SAIT

Indice d'exploitation (en %)

Algérie	67
Bénin	0,5
Burkina Faso	6
Mali	4
Mauritanie	12
Niger	2
Nigeria	4,6



Puits traditionnel, Niger

ACCÈS À L'EAU POTABLE

L'année 2015 a été une année décisive pour l'Afrique en particulier. Elle a marqué le bilan de l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) notamment l'Objectif 7 qui a consacré sa cible 7.C à « la réduction de moitié du pourcentage de la population qui n'a pas d'accès de façon durable à un approvisionnement en eau potable ni à des services d'assainissement de base ».

Le rapport de progrès sur les OMD en Afrique, publié en 2015 souligne que l'accès à l'eau potable s'améliore, mais que les progrès profitent essentiellement aux zones urbaines avec, dans certains pays, de fortes disparités en matière d'accès à l'eau potable entre les zones rurales et les zones urbaines.

C'est ainsi qu'à l'échelle des sept pays d'Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft, le taux d'accès à l'eau potable de la urbaine population dépasse les 80% (soit 110 sur près de 140 millions de personnes), (Fig.5).

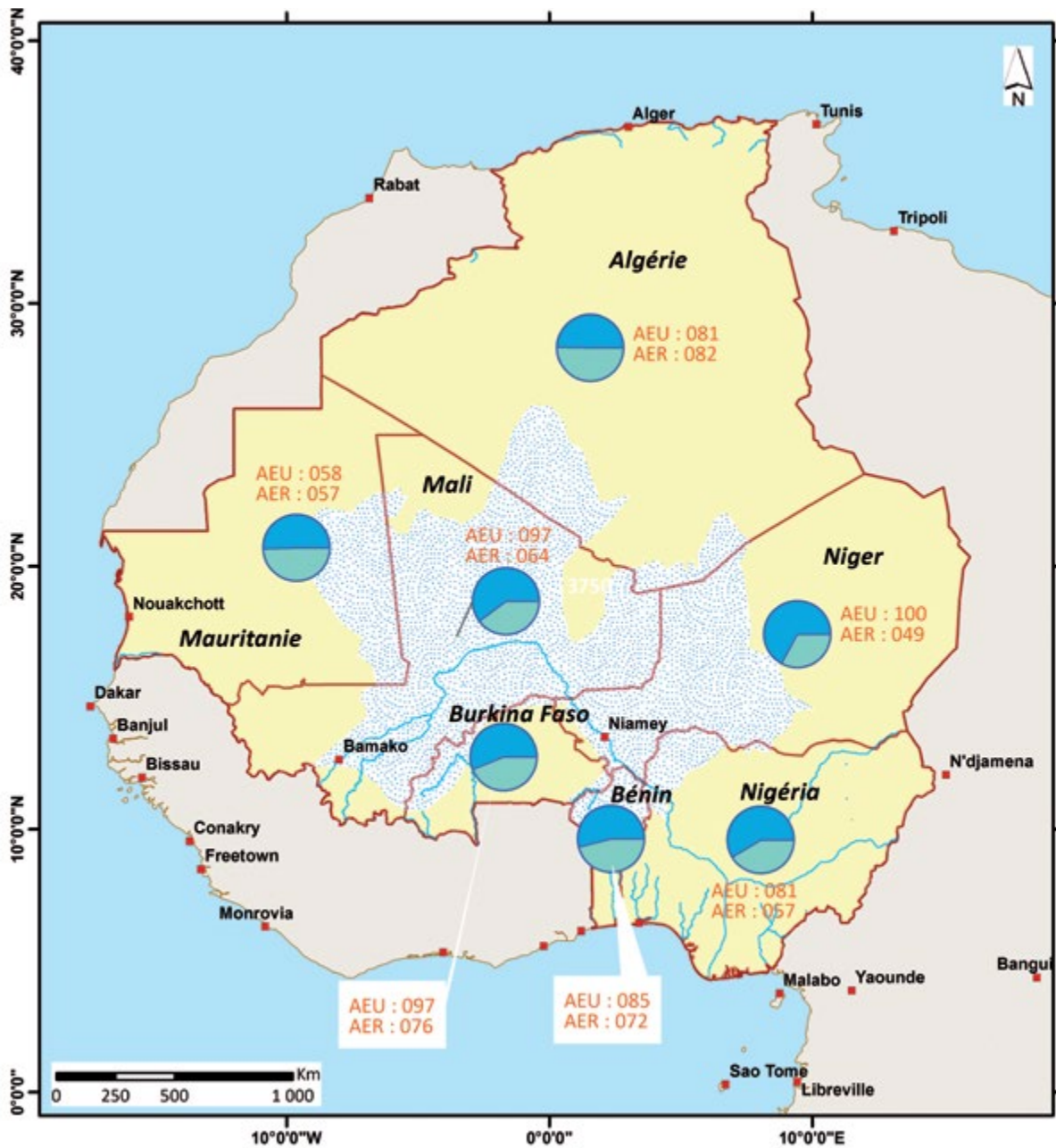
Entre 50% et 80% de la population rurale a un accès à l'eau potable suivant les pays, ce qui équivaut à une fourchette entre 77 et 125 millions de personnes sur l'ensemble du bassin (Fig.5).

Le défi majeur est d'accroître le taux d'accès à l'eau potable dans le milieu rural où le besoin en eau moyen journalier par habitant est de l'ordre de 30 litres/jour.

L'accès à l'eau potable est défini par la part de la population qui est desservie ou ayant un accès raisonnable à un volume suffisant d'eau potable.

Le volume d'eau nécessaire pour couvrir les besoins métaboliques, hygiéniques et domestiques est estimé à 20 litres d'eau potable par jour et par personne au minimum. L'« accès raisonnable » à l'eau suppose une eau potable disponible à moins de quinze minutes de marche, ou située à moins de 1000 mètres (Sources OMS).

Figure 5 Accès à l'eau potable en milieu rural et urbain (%), 2015



Source: Aquastat, 2015

Réalisation: Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017

Accès à l'eau potable: C'est la part de la population qui est desservie ou ayant un accès raisonnable à un volume suffisant d'eau potable. Le volume d'eau nécessaire pour couvrir les besoins métaboliques, hygiéniques et domestiques est estimé à 20 litres d'eau potable par jour et par personne au minimum. « L'accès raisonnable » à l'eau suppose une eau potable disponible à moins de 15 mn de marche ou située à moins de 1000 m (Source OMS).

- Ville capitale
- Fleuves et rivières
- ▭ Pays membres SAIT
- ▭ Bassin SAIT

	Accès à l'eau potable (%)	
	Urbain	Rural
Algérie	81	82
Bénin	85	72
Burkina Faso	97	76
Mali	97	64
Mauritanie	58	57
Niger	100	49
Nigéria	81	57

AEU : Accès à l'Eau en milieu Urbain
AER : Accès à l'Eau en milieu Rural

Accès à l'eau potable



- Milieu urbain
- Milieu rural

RISQUE DE DÉGRADATION DE LA QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES

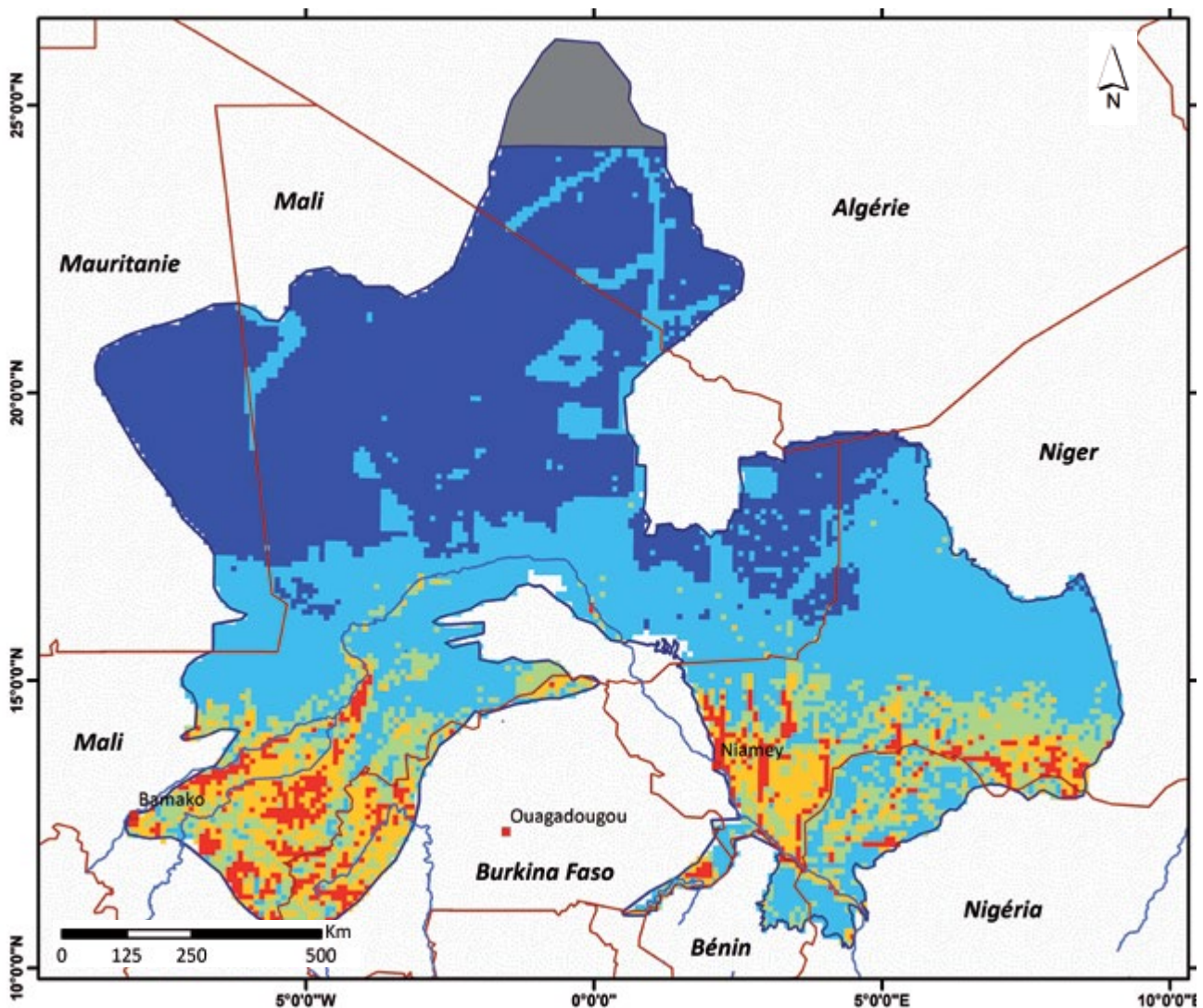
La qualité des eaux souterraines du Système d'aquifère d'Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft est menacée de dégradation.

L'activité humaine en est la principale cause, en particulier, les activités industrielles et minières et les activités agricoles - notamment dans les périmètres irrigués en bordure du fleuve Niger

et dans son Delta intérieur par l'utilisation d'importantes quantités d'engrais et de produits phytosanitaires.

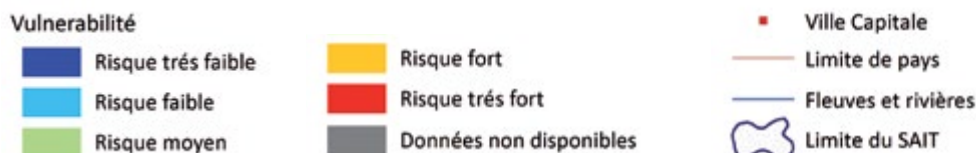
Les risques les plus importants de dégradation de la qualité des eaux souterraines se situent dans les zones peuplées du Sud (Fig.6).

Figure 6 Risque de pollution des eaux souterraines par les activités anthropiques, 2013



Source: OSS, 2013

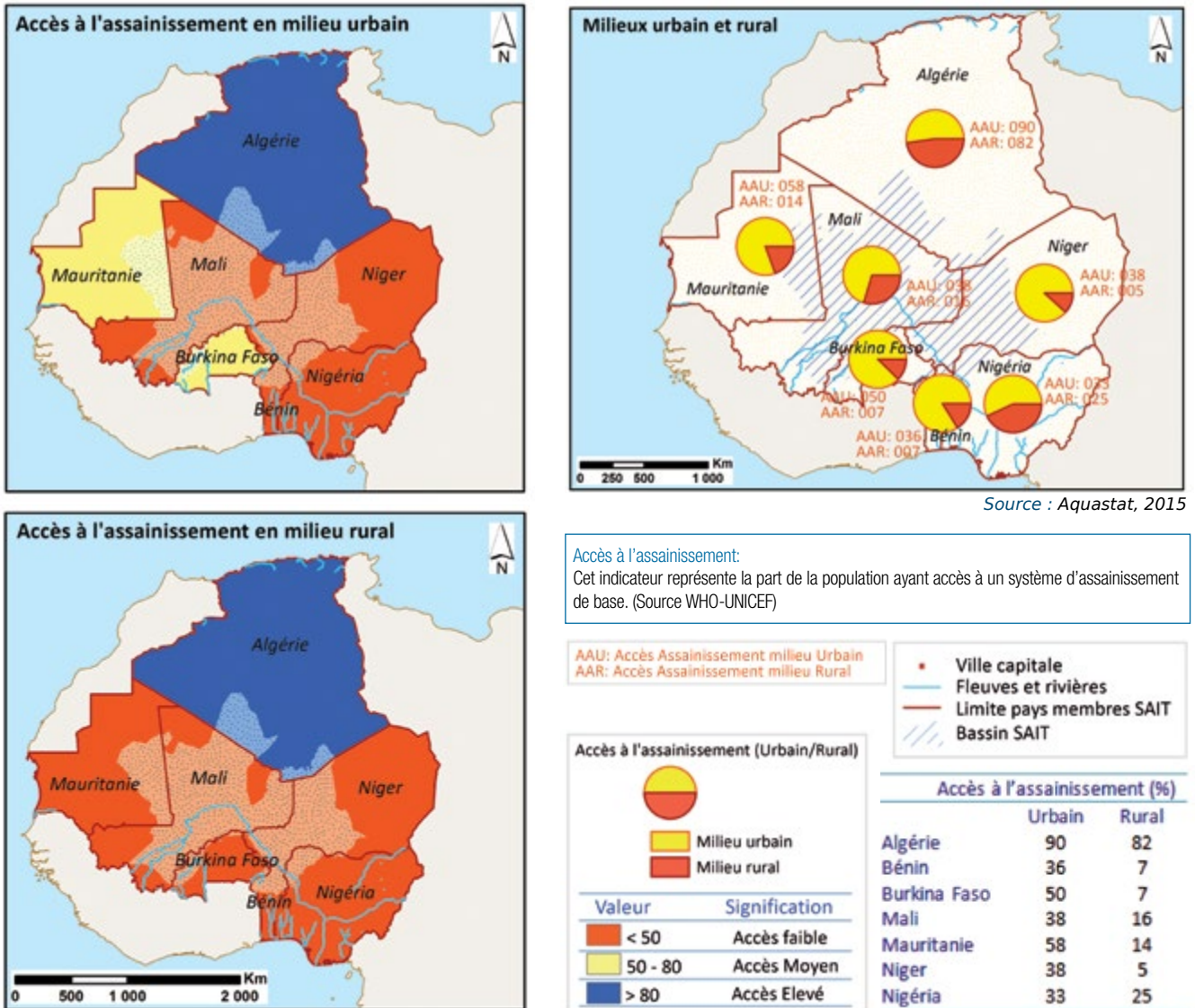
Réalisation: Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017



ACCÈS À L'ASSAINISSEMENT

Le taux d'accès à un système d'assainissement de base des sept pays concernés est faible, en milieu urbain comme en milieu rural (Fig.7).

Figure 7 Taux d'accès au système d'assainissement en milieu urbain et rural à l'échelle des pays, 2015



Réalisation : Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017

Etant donné l'accroissement de la population dans la sous-région (doublement de la population d'ici 2030), l'assainissement a toutes les chances de devenir un enjeu majeur dans les prochaines années. Il s'agit notamment de l'atteinte de l'ODD 6.2 : «D'ici à 2030, assurer à tous, dans des conditions

équitable, à des services d'assainissement et d'hygiène adéquats et mettre fin à la défécation en plein air, en accordant une attention particulière aux besoins des femmes et des filles et des personnes en situation vulnérable ».



A photograph of a traditional wooden well structure in a dry, red landscape. The structure is made of thick, weathered logs. A rope is coiled on the ground in the foreground, indicating the well's depth. In the background, there are scattered trees and a few small, round huts. The sky is overcast.

L'EAU SOUTERRAINE, QUELLES OPPORTUNITÉS ?

*Jeune garçon, se préparant à puiser de l'eau d'un puits traditionnel, Niger
L'enroulement de la corde donne une idée de la profondeur du niveau de la nappe*

L'Afrique est dotée d'importantes ressources en eau transfrontalières, souterraines et de surface. Sur les 200 bassins fluviaux et lacustres majeurs transfrontaliers identifiés dans le monde, près de 80 se trouvent en Afrique, dont 55 cours d'eau transfrontaliers majeurs partagés entre deux ou plusieurs pays. Sur les 608 aquifères transfrontaliers identifiés dans le monde, 83 sont en Afrique, et sont partagés par deux ou plusieurs pays.

Dans le bassin aquifère d'Iullemeden et de Taoudéni-Tanezrouft, des investigations hydrogéologiques ont permis d'identifier des secteurs qui recèlent un potentiel particulier d'exploitation des eaux souterraines.



Système d'irrigation économe en eau au Sahel

ZONES À FORT POTENTIEL

Les secteurs à fort potentiel en eaux souterraines (OSS, 2017) sont le fait de différents phénomènes (Fig.8) :

- ◆ Soit d'une **liaison des eaux souterraines 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 de **ressources renouvelables** situées dans les secteurs suivants :
 - Le Delta intérieur du fleuve Niger au Mali
 - La zone aval des Dallols au Niger et au Nigéria

- Le bassin du Mouhoun en amont de la plaine du Gondo au Burkina Faso
 - Le Fossé de Gao au Mali et au Niger
- ◆ Soit de la **forte épaisseur des formations aquifères et de leur perméabilité**, qui entraînent la possibilité de prélever des volumes importants d'eau dans les ouvrages de captage, mais **peu renouvelables**. Il s'agit des secteurs suivants :
- Tahoua au Niger
 - La zone Sud du Dhar de Néma en Mauritanie
 - Le Fossé de Nara au Mali.

Figure 8 Zones à fort potentiel en eaux souterraines identifiées, 2013



Source: OSS, 2013

Réalisation: Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017



- Ville capitale
- Frontière
- Fleuves et rivières
- Limite bassin SAIT
- ▤ Zones à fort potentiel



Mare aux hippopotames, Bala-Satiri, Burkina Faso

DISPONIBILITÉ EN EAU

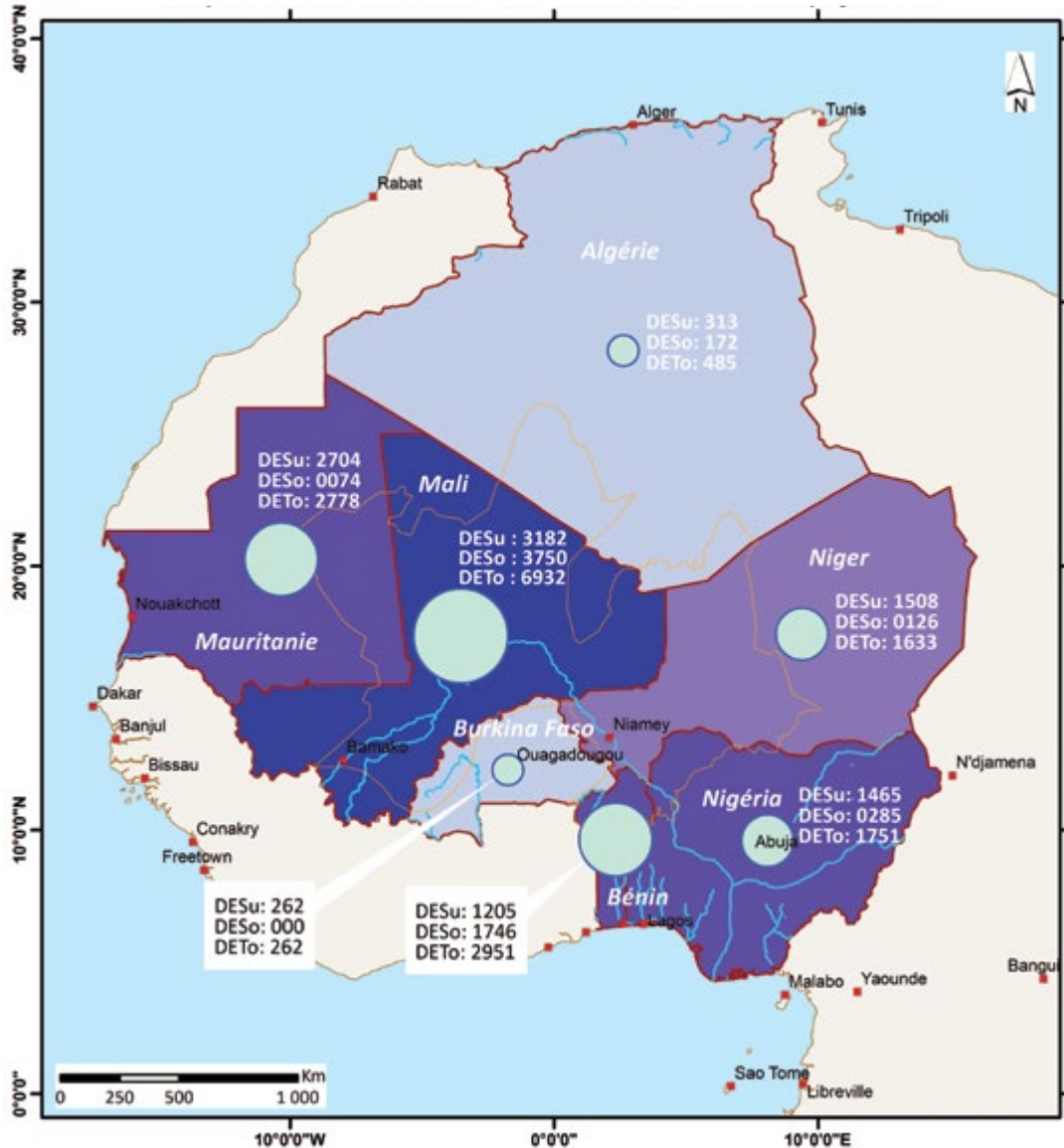
La disponibilité en eau est un indicateur exprimé en $m^3/hab/an$, qui représente le rapport des ressources en eau douce naturelles renouvelables moyennes sur la population du territoire à une date spécifiée.

Disponibilité en eau par rapport aux ressources totales renouvelables

La disponibilité en eau met en exergue une situation de pénurie en Algérie et au Burkina Faso avec moins de $1000 m^3/hab/an$, et de

vulnérabilité au Niger (*Fig.9*). Les autres pays sont en situation de sécurité ou de confort hydrique.

Figure 9 Disponibilité en eaux totales renouvelables

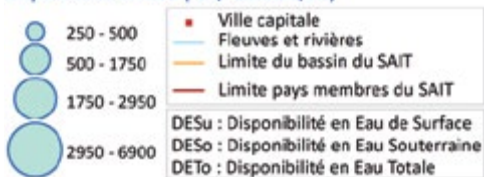


Source données : Etudes multisectorielles nationales - Bénin, Burkina Faso, Nigéria, Niger, Mali, 2004 ; Atlas des ressources en eau - Mauritanie, 2011 ; Article scientifique - DEMMAK A., 2012: Monitoring Evaluation of Water in North Africa, National report ; Données population : AQUASTAT, 2014.

Réalisation : Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017

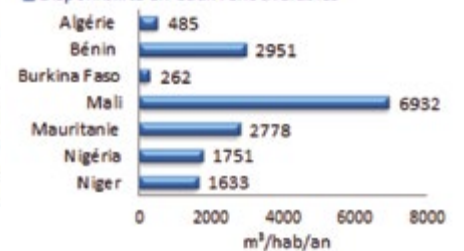
Disponibilité en eau : Exprimée en $m^3/hab/an$, c'est le rapport des ressources en eau douce naturelles renouvelables moyennes sur la population du territoire à une date spécifiée. (Source : FAQ-Aquastat).

Disponibilité en eau ($m^3/habitant/an$)



Disponibilité en eau ($m^3/hab/an$)	Situation hydrique
< 500	Pénurie
500 - 1000	Tension ou stress
1000 - 1700	Vulnérabilité
1700 - 5000	Sécurité
5000 - 10000	Confort
> 10000	Luxe

Disponibilité en eaux renouvelables

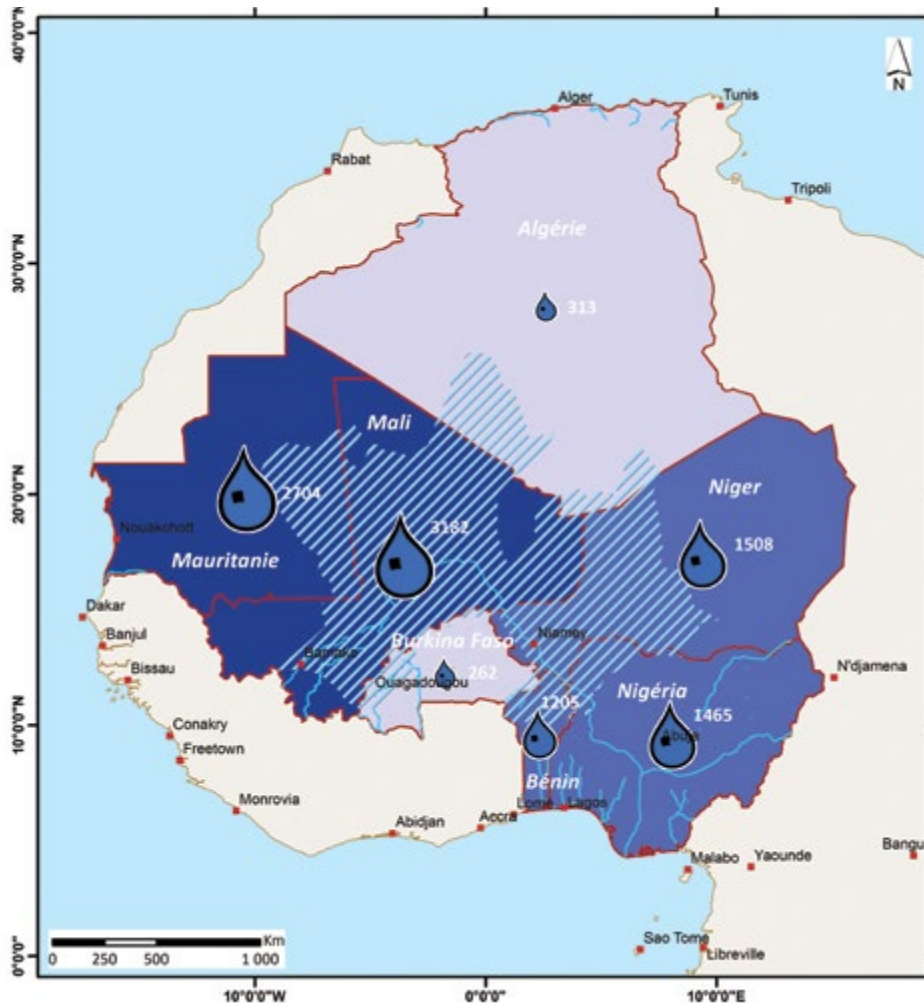


Disponibilité en eaux de surface

La disponibilité en eaux de surface (Fig.10) indique que le Mali et la Mauritanie sont en situation de confort hydrique. Bien que dotés des ressources en eau des réseaux

hydrographiques du fleuve Niger et du Lac Tchad, le Niger et le Nigéria, sont vulnérables. L'Algérie et le Burkina Faso sont en situation de pénurie.

Figure 10 Disponibilité en eaux de surface (m³/hab/an), 2014



Source données :

Etudes multisectorielles nationales - Bénin, Burkina Faso, Nigéria, Niger, Mali, 2004 ; Atlas des ressources en eau - Mauritanie, 2011 ; Article scientifique - DEMMAK A., 2012: Monitoring Evaluation of Water in North Africa, National report ; Données population : AQUASTAT, 2014.

Réalisation : Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017

Disponibilité en eau : Exprimée en m³/hab/an, c'est le rapport des ressources en eau douce naturelles renouvelables moyennes sur la population du territoire à une date spécifiée. (Source : FAQ-Aquastat).

Disponibilité en eau (m³/habitant/an)



Disponibilité en eau (m ³ /hab/an)	Situation hydrique
< 500	Pénurie
500 - 1000	Tension ou stress
1000 - 1700	Vulnérabilité
1700 - 5000	Sécurité
5000 - 10000	Confort
> 10000	Luxe



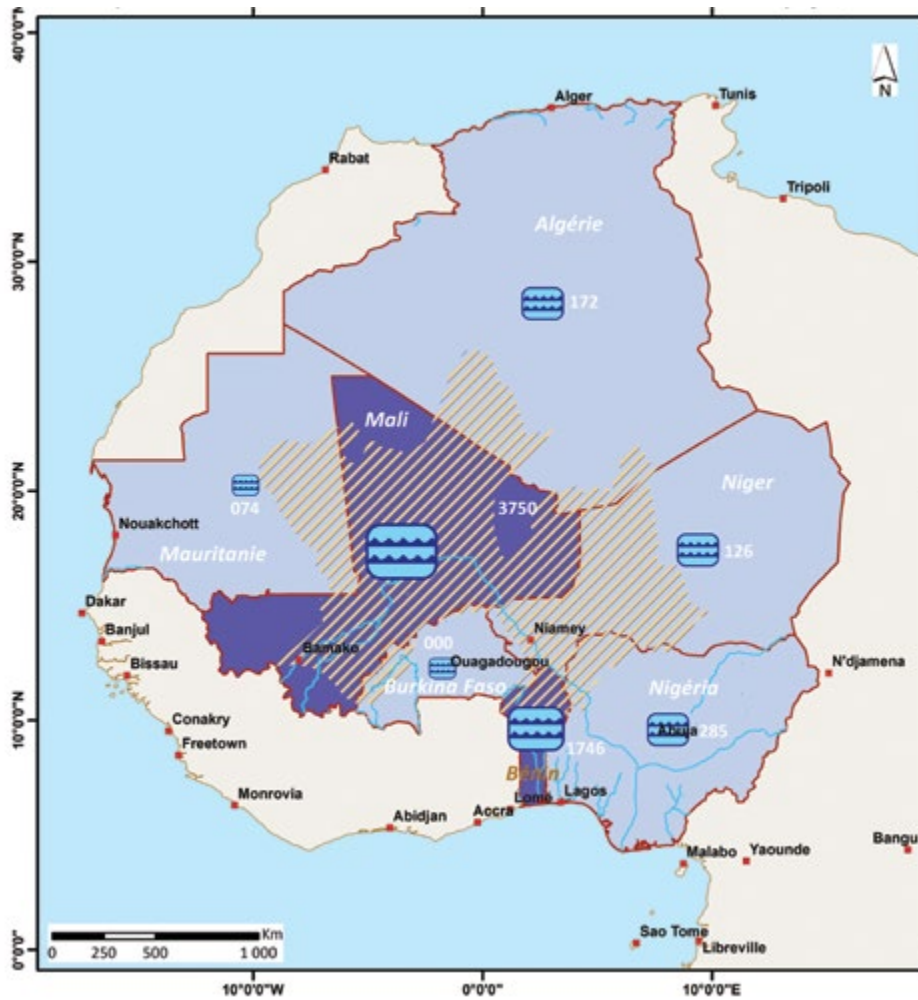
Disponibilité en eaux souterraines renouvelables

Sur la base de cet indicateur, tous les pays - à l'exception du Bénin et du Mali - sont considérés sous stress hydrique ou en pénurie (Fig.11), alors que la région est dotée des ressources en

eaux souterraines renouvelables importantes des bassins transfrontaliers (Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft, Lac Tchad, Sénégal-mauritanien).

Figure 11 Disponibilité en eaux souterraines (m³/hab/an), 2014

L'indicateur de disponibilité en eau ne prend pas en compte les ressources en eau souterraines fossiles.



Source données :

Etudes multisectorielles nationales - Bénin, Burkina Faso, Nigéria, Niger, Mali, 2004 ; Atlas des ressources en eau - Mauritanie, 2011 ; Article scientifique - DEMMAK A., 2012: Monitoring Evaluation of Water in North Africa, National report ; Données population : AQUASTAT, 2014.

Réalisation : Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017

Disponibilité en eau : Exprimée en m³/hab/an, c'est le rapport des ressources en eau douce naturelles renouvelables moyennes sur la population du territoire à une date spécifiée. (Source : FAQ-A quastat).

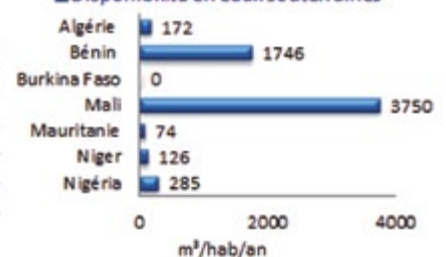
Disponibilité en eau (m³/habitant/an)



Disponibilité en eau (m³/hab/an)

< 500	Pénurie
500 - 1000	Tension ou stress
1000 - 1700	Vulnérabilité
1700 - 5000	Sécurité
5000 - 10000	Confort
> 10000	Luxe

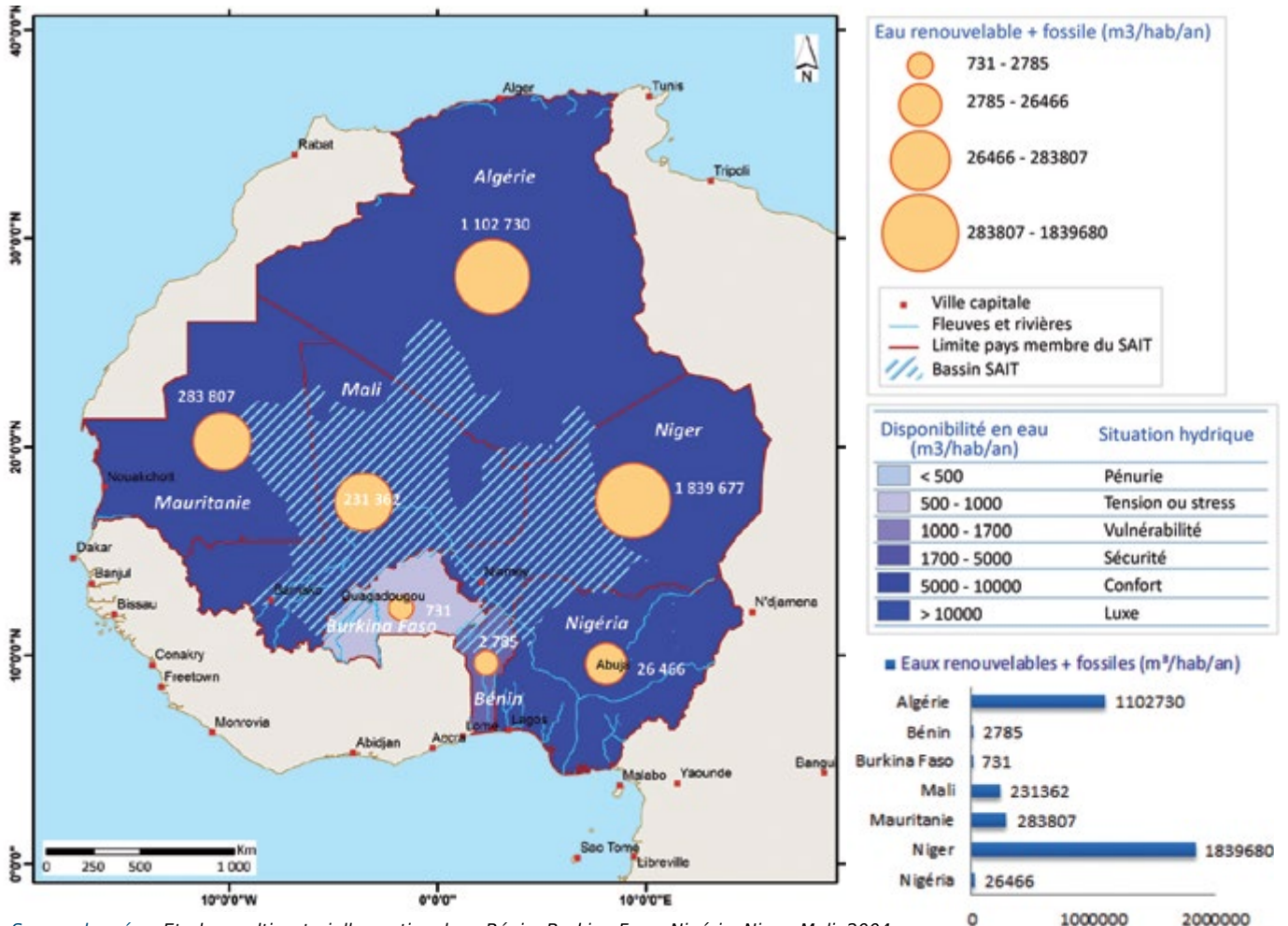
Disponibilité en eaux souterraines



Disponibilité en eaux renouvelables et fossiles

Si l'on considère les ressources en eau fossiles, tous les pays - à l'exception du Bénin et du Burkina Faso - sont dans un confort hydrique (Fig. 12).

Figure 12 Disponibilité en eaux renouvelables et fossiles, (m³/hab/an), 2014



Source données: Etudes multisectorielles nationales - Bénin, Burkina Faso, Nigéria, Niger, Mali, 2004 ; Atlas des ressources en eau - Mauritanie, 2011 ; Article scientifique - DEMMAK A., 2012: Monitoring Evaluation of Water in North Africa, National report ; Données population : AQUASTAT, 2014.

Réalisation: Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017

Disponibilité en eau: Exprimée en m³/hab/an, c'est le rapport des ressources en eau douce naturelles renouvelables moyennes sur la population du territoire à une date spécifiée. (Source : FAQ-Aquastat).

L'exploitation des ressources en eau peu renouvelables, voire fossiles, pour les besoins en alimentation en eau potable, est faible en raison des coûts engendrés (coûts des forages élevés dus à la profondeur des aquifères, charges récurrentes fortes...).

En revanche, l'exploitation de ces ressources est significative pour le développement agricole et minier, ce qui peut causer des problèmes locaux sur l'environnement et la santé.

En Algérie, l'exploitation des eaux fossiles, essentiellement destinée à l'agriculture irriguée engendre une surexploitation des nappes dans le Sahara et la dégradation de l'environnement (salinisation des sols, ...).

Au Niger, l'exploitation des eaux fossiles, essentiellement destinée aux activités minières dans les provinces uranifères du Nord du pays, engendre une dégradation de la qualité des eaux affectant la santé humaine.



Hydraulique rurale : forage équipé de pompe à motricité humaine

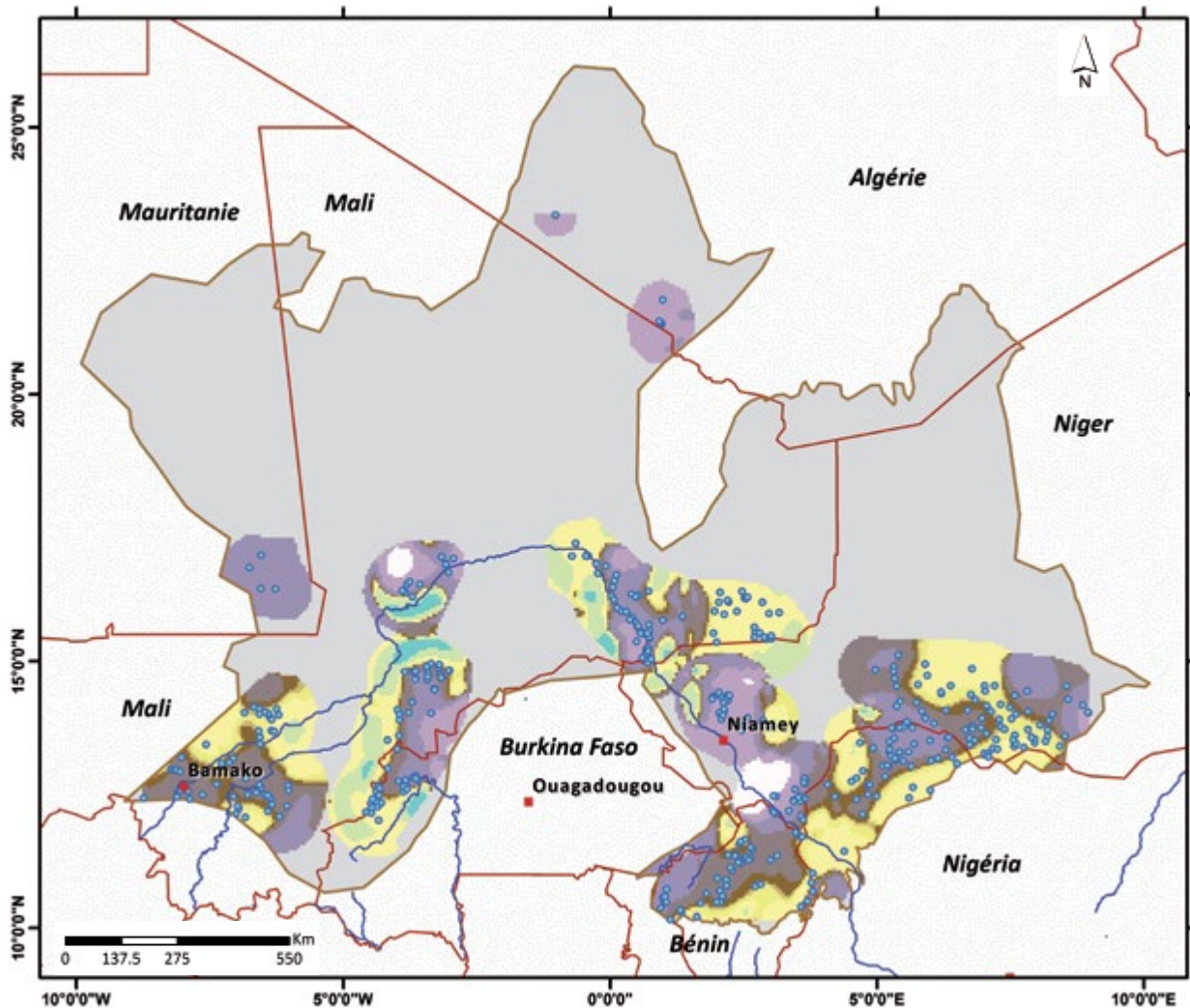
UNE EAU GÉNÉRALEMENT DE BONNE QUALITÉ

Les eaux des nappes du Continental intercalaire, du Continental Terminal ainsi que celles de la plupart des aquifères continus qui leur sont connectés, sont en général de très bonne qualité physicochimique (Fig.13).

Cela est dû à la nature essentiellement gréseuse et continentale des réservoirs.

La faible solubilité de la silice du squelette rocheux permet à l'eau de conserver une faible minéralisation, malgré l'existence de plusieurs facteurs favorables à la mise en solution des matériaux : forte évaporation ambiante, température élevée et temps de séjour prolongé dans la nappe en raison de la faible recharge par les précipitations.

Figure 13 Salinité des eaux souterraines (mg/l), 2010



Source : Données nationales de 2010; (points focaux, structures nationales et consultants nationaux).

Réalisation: Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017





Agroforesterie dans la région de Bala-Satiri, Burkina Faso



DES RESSOURCES EN EAU RENOUVELABLES PROTÉGÉES DE LA VARIABILITÉ DU CLIMAT

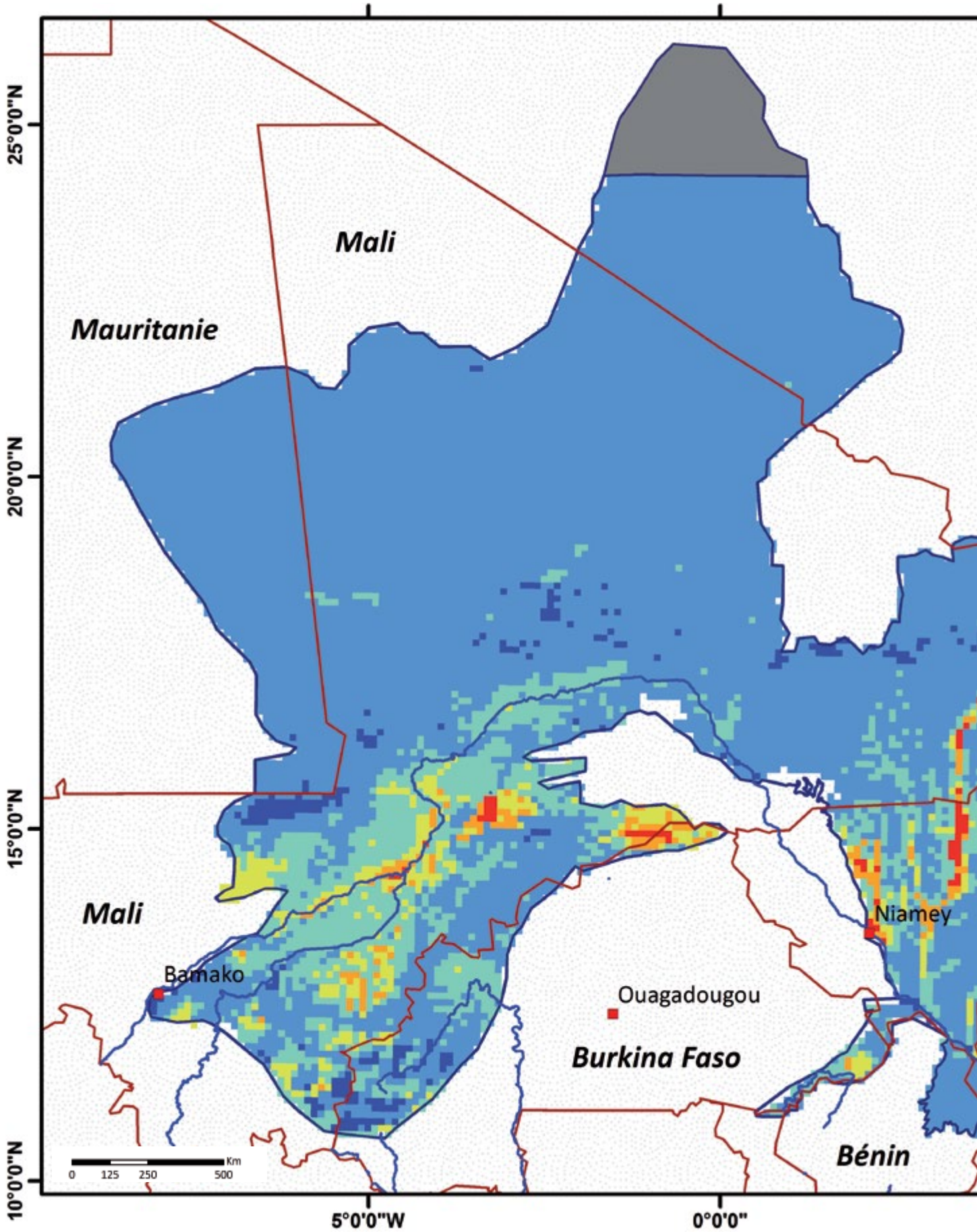
La baisse du niveau des aquifères, engendrée par un stress climatique et par l'exploitation croissante de la ressource en eau, constitue un axe prioritaire pour les gestionnaires ou les décideurs.

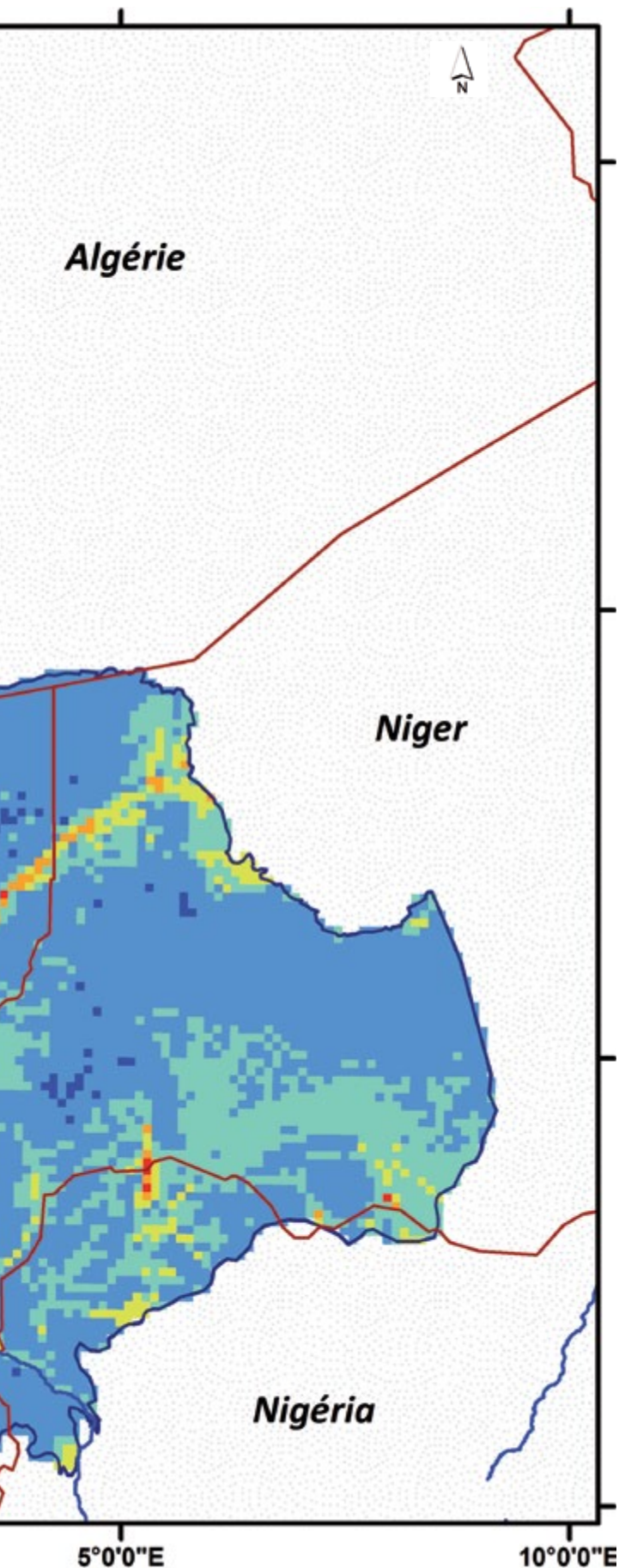
Sa cartographie permet de mettre en évidence les zones « vulnérables » et « à risque » pour lesquelles la baisse du niveau de la nappe peut se faire de manière rapide et importante au vu des conditions climatiques.

Ces zones nécessitent une attention tant en termes de surveillance que d'amélioration des connaissances.

D'un point de vue global, **plus de 80%** du Système Aquifère Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft reste très peu, à peu vulnérable à la baisse des niveaux piézométriques (*Fig.14*). Le secteur Nord apparaît assez « préservé » de cette vulnérabilité, les nappes étant profondes et le secteur peu peuplé.

Figure 14 Vulnérabilité des eaux souterraines liée au changement climatique, 2013





Source : OSS, 2013

Réalisation : Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017

Des modèles mathématiques ont été développés pour estimer, entre autres, l'impact des sécheresses sur la recharge des nappes, prenant 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 serait que de quelques mètres supplémentaires par rapport à des années normales.

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.

Les eaux souterraines du système Aquifère d'Iullemeden et Taoudéni/Tanezrouft représentent une ressource abondante, faiblement exploitée et assez bien protégée des variations climatiques, ce qui leur confère un rôle de « tampon » par rapport aux eaux de surface, et constituent ainsi une alternative de choix en cas de pénurie extrême.





**POUR UNE GESTION DURABLE
DE LA RESSOURCE EN EAU
DE LA RÉGION**

Pont sur le Fleuve Niger, Niamey

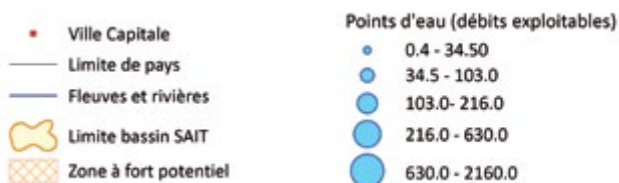
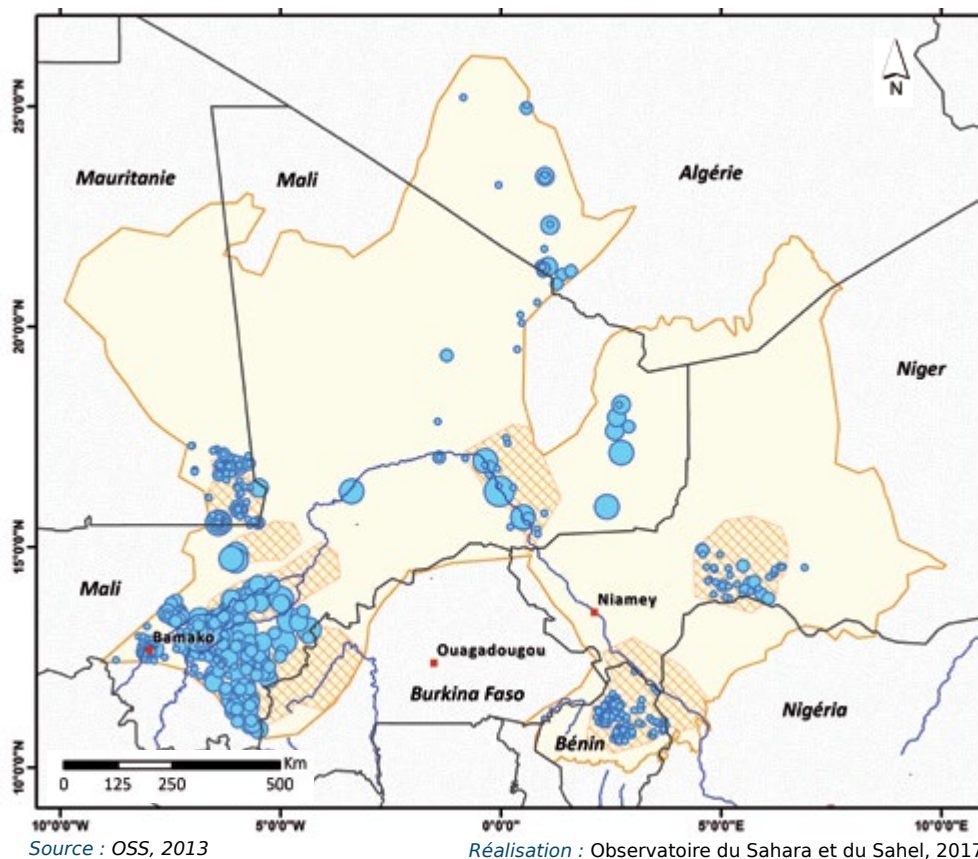
TRANSFERT D'EAU

Le bassin aquifère SAIT possède des potentialités en eaux souterraines et en terres agricoles sous-exploitées, alors que certaines populations souffrent d'une insécurité alimentaire et hydrique due à un faible accès à l'eau potable, et sont les premières victimes des impacts récurrents du changement climatique.

Les ressources en eaux souterraines de ces zones à fort potentiel, qui représentent une

source vitale d'alimentation en eau des populations « riveraines » vivant dans ces secteurs, pourraient constituer la source d'eau économiquement viable pour les populations habitant les parties lointaines des écoulements du fleuve Niger. Dans ce cas, le transfert d'eau à partir de ces zones à fort potentiel serait une des solutions les plus appropriées pour la fourniture d'eau (Fig. 15).

Figure 15 Débits exploitables (m³/h), 2010



Les points d'eau sont majoritairement concentrés dans les **zones à fort potentiel** témoignant de leur intérêt pour l'alimentation en eau potable

La satisfaction des besoins en eau des populations (rurales notamment), de l'agriculture et de l'industrie devrait passer par la définition d'un schéma directeur régional d'affectation des ressources en eau de

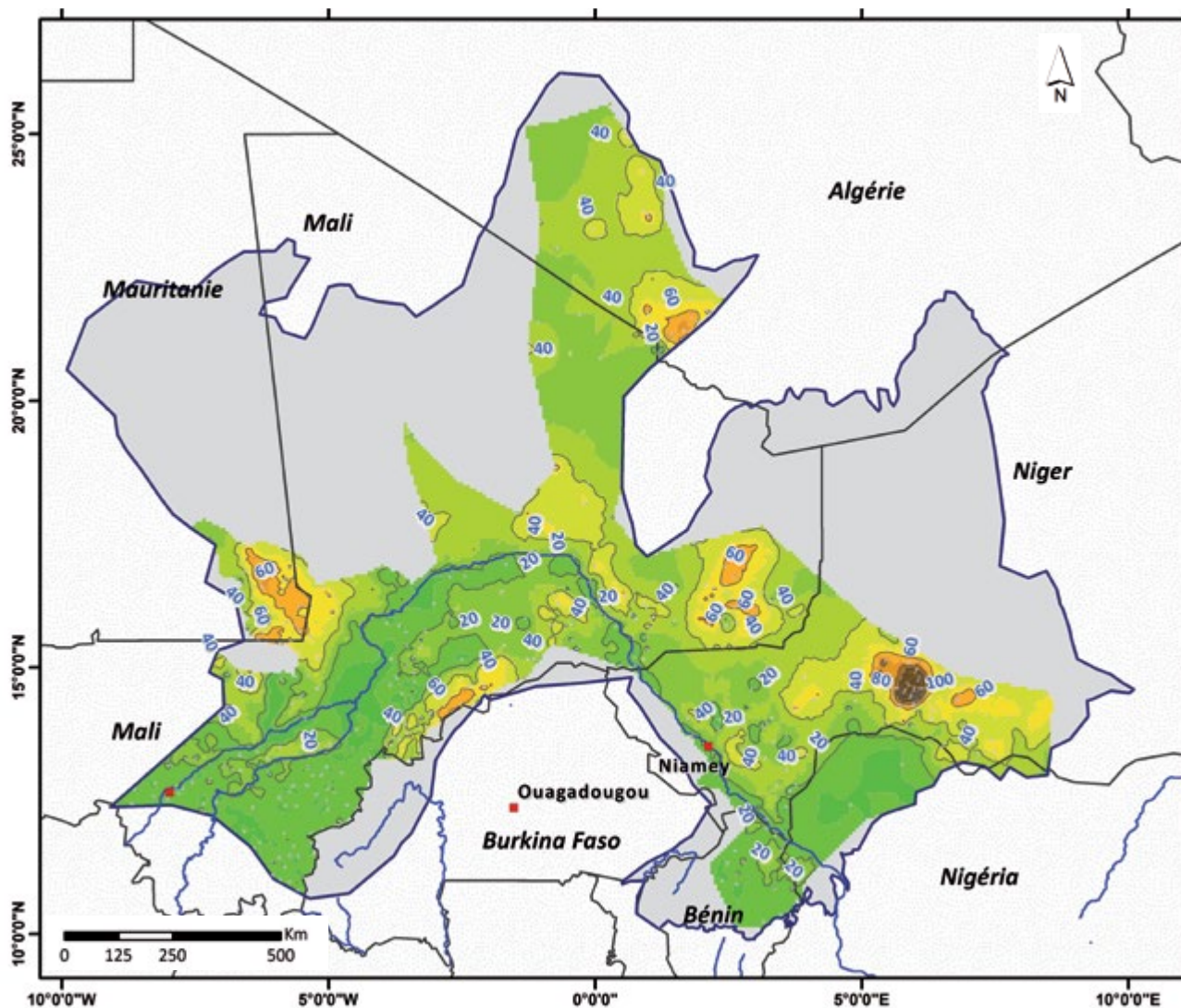
l'ensemble de la région. Ce schéma tiendrait compte de cette problématique de transfert d'eau et des actions inscrites dans le Plan d'Action pour le Développement Durable de l'Autorité du Bassin du Niger.

INTERACTION EAU ET ENERGIE

L'établissement de la carte de niveau de la nappe par rapport au sol (Fig. 16) fournit une information utile pour les décideurs et gestionnaires, leur permettant de procéder à une

analyse du coût et au choix des types d'énergie (thermique, solaire photovoltaïque, éolienne) à considérer pour assurer l'approvisionnement en eau potable des populations.

Figure 16 Niveau statique de la nappe par rapport au sol, 2010



Source: Données nationales de 2010 ; (points focaux, structures nationales et consultants nationaux).

Réalisation: Observatoire du Sahara et du Sahel, 2017

La région du bassin Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft est dotée d'un potentiel en énergie solaire et éolienne (*Tabl. 2*). Dans des zones où le niveau des nappes est peu profond, le recours au pompage par l'énergie solaire constitue une

solution efficace pour développer l'agriculture irriguée durant les saisons sèches. La technique de l'irrigation au goutte-à-goutte pourrait aussi contribuer à améliorer significativement les performances du secteur agricole du Bassin.

Tableau 2 : Potentiel en énergies solaire et éolienne

	Ensoleillement (kWh/m²/an)	Vitesse du vent (m/s)
Algérie	2650	2 - 6
Bénin	1800 à 2200	3 - 5
Burkina Faso	2000	2 - 5
Mali	1800 - 2550	4,5 - 6,5
Mauritanie	2 000 - 2 300	Max 9
Niger	1800 - 2550	Moy 5
Nigéria	800 - 1800	4 - 5



Nuage de poussière précédant la pluie



Fleuve Niger en hautes eaux



Puits traditionnel



Cultures de contre-saison

Les engagements des pays

Pour le continent africain, et plus spécifiquement les sept pays partageant les ressources en eau du bassin d'Inlemeden, Taoudéni-Tanezrouft, des engagements ont déjà été pris pour relever ces défis majeurs avec :

- ▶ **La Vision africaine de l'eau** : « Une Afrique où la gestion et l'utilisation équitable et durable de l'eau contribue à la réduction de la pauvreté, le développement socio-économique, la coopération régionale et l'environnement ». Les Etats se sont engagés à relever des défis en matière de gestion des ressources en eau du continent et de solution des conflits d'intérêts entre l'eau, l'assainissement, la sécurité alimentaire, le développement économique et la protection de l'environnement.
- ▶ **L'Agenda 2063** adopté par les Chefs d'Etat lors du 50^{ème} anniversaire de l'Union Africaine, le 25 mai 2013 à Addis Abeba (Ethiopie). C'est à la fois une vision et une feuille de route dans laquelle les pays se sont engagés, pour les cinquante prochaines années, à accélérer des actions dans plusieurs domaines dont celui du développement des ressources naturelles.
- ▶ **Les Objectifs du Développement Durable (ODD)**. Les Nations Unies ont adhéré au nouvel agenda d'action intitulé « Transformer notre monde: le Programme de 2030 pour le développement durable » adopté le 25 septembre 2015. Ce programme regroupe 17 objectifs déclinés en 169 cibles d'ici à 2030.
- ▶ **L'Accord de Paris sur le Climat**. Entré en vigueur en novembre 2016, il engage ses signataires à atténuer les effets du changement climatique et à mettre en œuvre des mesures rigoureuses d'adaptation. L'eau est essentiellement mentionnée à travers quatre thématiques prioritaires : l'agriculture, la gestion des risques (variabilité météorologique/hydrologique), la gestion intégrée de la ressource en eau, l'accès à l'eau potable.

RÉFÉRENCES

BAD, 2010. *Stratégie du secteur de l'agriculture 2010 - 2014.*

CEA, 2012. *Exploiter le Potentiel Agricole pour la Croissance et le Développement en Afrique de l'Ouest.*

CEA, UA, BAD et PNUD, 2015. *Rapport OMD 2015 : enseignements tirés de la mise en œuvre des OMD.*

FAO, AQUASTAT. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexfra.stm>

IGRAC, 2014. *Transboundary aquifers of the world 2014, JPEG.*

<http://www.un-igrac.org/publications/329>

Sébastien SUBSOL, Benoît SARR, Ablassé BILGO, 2015. *Les techniques innovantes d'agriculture intelligente face au climat au Sahel. CILSS.*

Timothy O. Williams, Marloes Mul, Olufunke Cofie, James Kinyang, Robert Zougmoré, George Wamukoya, Mary Nyasimi, Paul Mapfumo, Chinwe Ifejika Speranza, Dorothy Amwata, Snorre Frid-Nielsen, Samuel Partey, Evan Girvetz, Todd Rosenstock et Bruce Campbell, 2015. *L'Agriculture Intelligente face au Climat dans le Contexte Africain. Banque africaine de développement. 32 pages.*

UNECA, 2000. *Transboundary River/Lake Basin Water Development in Africa: Prospects, Problems, and Achievements. ECA/RCID/052/00, December 2000.*

PUBLICATIONS OSS

OSS, 2017. Hydroclimatologie et impacts du changement climatique sur les aquifères (GICRESAIT) **[Synthèse Hydroclimatologie changement climatique]**/ OSS. _ OSS : Tunis, 2017. - xxpp.

OSS, 2017. Hydrogéologie (GICRESAIT) **[Synthèse Hydrogéologie]**/ OSS. _ OSS : Tunis, 2017. - xxpp.

OSS, 2017. Modélisation hydrogéologique (GICRESAIT) **[Modélisation]**/ OSS. _ OSS : Tunis, 2017. - xxpp.

OSS, 2017. Synthèse finale (GICRESAIT) **[Synthèse finale]**/ OSS. _ OSS : Tunis, 2017. - xxpp.

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 Nigéria**\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

OSS, 2011. **Système Aquifère d'Iullemeden: Cadre de Concertation pour la gestion du risque transfrontalier**\OSS. _ OSS : Tunis, 2011. _ 40p. . _ 21x15 cm. _ ISBN : 978-9973-856-48-7

OSS, 2008. **Système aquifère d'Iullemeden (Mali, Niger, Nigéria) : gestion concertée des ressources en eau partagées d'un aquifère transfrontalier sahélien**\OSS. _ Collection Synthèse n° 2. _ OSS : Tunis, 2008. _ 33 pp. _ ISBN : 978-9973-856-28-9

SIGLES ET ACRONYMES

- BAD** Banque Africaine de Développement
- Ci** Continental intercalaire
- CNDP** Contributions Nationales Déterminées par Pays
- CT** Continental Terminal
- CEA** Commission Economique pour l’Afrique
- CILSS** Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel
- COP** Conférence des Parties
- FAE** Facilité Africaine de l’Eau
- FAO** Food and Agricultural Organisation of the United Nations
- FFEM** Fonds Français pour l’Environnement Mondial
- GICRESAIT** Gestion Intégrée et Concertée des Ressources en Eau des Systèmes Aquifères d’Iullemeden, de Taoudéni/Tanezrouft et du Fleuve Niger
- GES** Gaz à effets de Serre
- IGRAC** International Groundwater Resources Assessments Center
- INDC** Intended Nationally Determined Contributions
- ODD** Objectifs du Développement Durable
- OMD** Objectifs du Millénaire pour le Développement
- OMS** Organisation Mondiale de la Santé
- OSS** Observatoire du Sahara et du Sahel
- PNUD** Programme des Nations unies pour le Développement
- SAI** Système aquifère d’Iullemeden
- SAT** Système aquifère de Taoudéni/Tanezrouft
- SAIT** Systèmes Aquifères d’Iullemeden, de Taoudéni-Tanezrouft
- UA** Union Africaine
- UNECA** United Nations Economic Commission for Africa



Systeme d'irrigation economie en eau au Sahel



Observatoire du Sahara et du Sahel

Crédit photographique : lilia benzid@OSS, sauf pp 16 et 40 (en bas à gauche), Sanoussi Rabé

Édition Mars 2017

Cet Atlas est destiné aux décideurs, aux partenaires de développement et au grand public.

A travers une quarantaine de cartes, graphiques et photographies issus de l'étude régionale du grand bassin aquifère transfrontalier d'Iullemeden, Taoudéni-Tanezrouft menée par l'OSS, il a pour vocation d'informer sur la disponibilité et l'usage des ressources en eau dans cette région qui concerne sept pays (Algérie, Bénin, Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger, Nigéria).

Le lecteur y trouvera également des illustrations sur l'eau et son rôle stratégique dans la coopération transfrontalière, la sécurité alimentaire, la santé, et le développement socio-économique, pour faire face aux changements globaux.

Contact



Boulevard du Leader Yasser Arafat
BP31 Tunis Carthage - 1080 Tunisie
T : (+216) 71 206 633/634
F : (+216) 71 206 636
Email: boc@oss.org.tn
www.oss-online.org

 twitter.com/oss_comms

 facebook.com/osscommunity

ISBN : 978-9938-933-03-1

Mars 2017

