

Figure 12 : Spatialisation de la pluviométrie décennale de 1960 à 2010

## Constats

- Une descente vers le Sud des isohyètes au cours des décennies 1970-1979 et 1980-1990 par rapport à la décennie 1960-1969.
  - Une remontée des isohyètes au Nord au cours des décennies 1990-1999 et 2000-2010 sans pour autant atteindre le niveau de la décennie 1960-1969.

La variabilité des précipitations a affecté les écoulements des cours d'eau en particulier le fleuve Niger (Figure ...).

## 2.6. ANALYSE DES ÉCOULEMENTS

Le fleuve Niger est le 3<sup>ème</sup> fleuve d'Afrique (fig. 13), tant par sa longueur (4.200 km, sans son affluent principal la Bénoué) que par la superficie de son bassin versant évaluée à près de 2.200.000 km<sup>2</sup>, dont 1.500.000 km<sup>2</sup> de bassin hydrologique actif (bassin hydrographique).

Le fleuve Niger prend sa source dans le Fouta Djalon en Guinée. Il traverse le Mali, le Niger et le Nigeria pour se jeter dans le Golfe de Guinée. Il est marqué par deux zones de delta, l'une intérieure dans sa traversée la plus septentrionale du Sahel au Mali (de Ségou à Tombouctou) et l'autre à son estuaire.

Le régime du fleuve Niger est marqué par une crue saisonnière, alimenté de façon irrégulière par les pluies d'hivernage. Le maximum de la crue se situe en septembre-octobre à Bamako (Mali), et fin janvier à Gao (Mali). Le débit moyen interannuel, calculé sur la période allant de 1907 à 2002 à Koulikoro avant l'entrée du Delta intérieur, est de  $1300 \text{ m}^3/\text{s}$  en 1978. Il était de  $624 \text{ m}^3/\text{s}$  en 1989 et de  $895 \text{ m}^3$  en 2002.

Le volume moyen est de 46 milliards de  $m^3$  par an, avec un volume minimum calculé de 20 milliards de  $m^3$  en 1984 (année sèche) et un maximum de 61 milliards de  $m^3$  en 1967 (année humide). Un barrage hydroélectrique, d'une capacité utile 2 milliards de  $m^3$ , a été réalisé à Sélingué sur l'un de ses affluents le Sankarani.

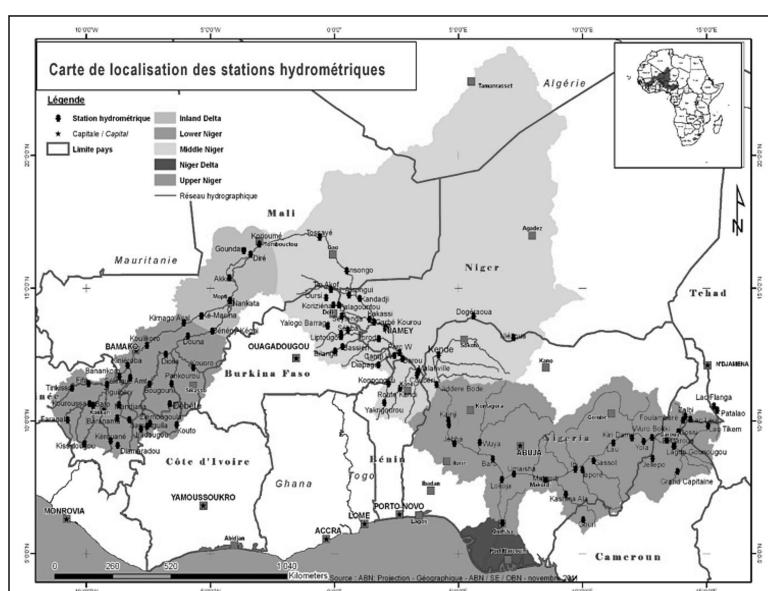


Figure 13 : subdivision du bassin du fleuve Niger (Niger supérieur, Delta intérieur, Niger Moyen, Niger inférieur, Delta du Niger) et localisation des stations hydrométriques

## Pluies exceptionnelles de 2012

En août-septembre 2012, des pluies exceptionnelles se sont concentrées en un laps de temps, en Afrique de l'Ouest notamment au Burkina Faso, au Niger, au Sénégal :

- ***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, a été enregistré une hauteur de précipitations de 119 mm enregistrée au poste de Niamey-Aéroport.
- ***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 600mm dans la région).

## Impact des pluies exceptionnelles de 2012 sur le régime du fleuve Niger

La station hydrométrique de Niamey sur le fleuve Niger est caractéristique des écoulements du Niger Moyen entre Ansongo au Mali et Malanville au Bénin. Les écoulements sont influencés par les apports des affluents de la rive droite (partie du bassin versant du Niger se trouvant au Burkina Faso) et de ceux du haut bassin (vidange de la plaine du Delta intérieur).

La crue associée aux apports des affluents du Burkina est appelée crue locale à cause de son caractère localisé dans le temps et dans l'espace, par opposition à la deuxième crue appelée crue malienne (ou soudanienne) qui est due à des apports lointains venant du haut bassin du Niger (Guinée et Mali).

Le tableau 1 présente les valeurs caractéristiques de la crue en cours à la station hydrométrique du Niger à Niamey, en comparaison avec celles enregistrées depuis le début des observations en 1929 à cette station, pendant les années les plus humides connues de la sous-région.

Année hydrologique	Qmax. (m <sup>3</sup> /s) Juillet	Qmax. (m <sup>3</sup> /s) Août	Qmax. (m <sup>3</sup> /s) septembre	Qmax. (m <sup>3</sup> /s) annuel	Observation
1967/1968	98,7 (le 25-7-67)	959 (le 31-8-67)	1 531 (le 13-9-67)	2 337 (le 10-2-68)	Année la plus humide jamais enregistrée depuis le début des observations en 1929
1969/1970	141 (le 25-7-69)	1 078 (le 31-8-69)	1 402 (le 30-9-69)	2 365 (le 3-2-70)	Débit maximum annuel le plus élevé de la période humide d'avant 1970
1998/1999	1 249 (le 29-7-98)	1 428 (le 1-8-98)	1 989 (le 19-9-98)	1 989 (le 19-9-98)	Année la plus humide des 4 dernières décennies de la période sèche dans la sous-région
2010/2011	1 262 (le 31-7-10)	2 030 (le 6-8-10)	2 120 (le 7-9-10)	2 120 (le 7-9-10)	Les débits maximums mensuels de juillet à septembre sont les plus forts jamais enregistrés en 3 mois successifs à Niamey depuis 1929
2011/2012	957 (le 31-7-12)	2 473 (le 21-8-10)			Le débit maximum enregistré le 21 Août 2012 est le plus fort jamais enregistré à cette station depuis le début des observations en 1929

Tableau 1 : Débits du Niger à Niamey pendant les années humides exceptionnelles

La valeur du débit de pointe (2473 m<sup>3</sup>/s) enregistrée le 19 août 2012 est la plus forte jamais enregistrée à la station hydrométrique de Niamey, depuis le début des observations en 1929. La montée de la crue a par ailleurs été très rapide, comparativement aux années antérieures, puisqu'on est passé d'un débit de 1000 à 2473 m<sup>3</sup>/s en une semaine.

Le 21 août 2012, la pointe de la crue a atteint la cote de 617 cm à l'échelle de la station hydrométrique de Niamey, pour un débit de 2473 m<sup>3</sup>/s (mesuré à l'ADCP, Fig. 14). Sur le plan statistique, cette valeur du débit de pointe de la crue à une période de retour de près de 125 ans. En revanche, en se référant aux écoulements d'août, cette valeur a une récurrence supérieure à la bicentennale humide.

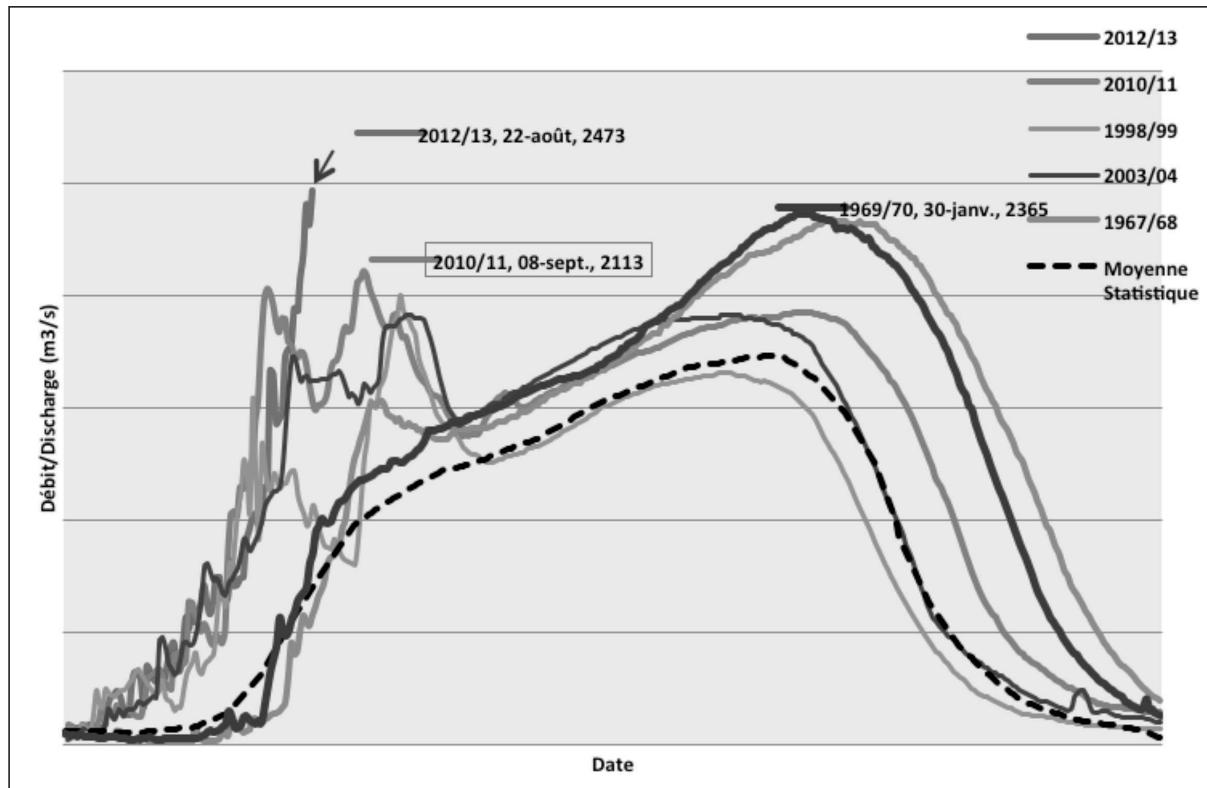


Figure 14 : Evolution de la crue 2011/2012  
comparativement aux plus importantes crues connues à Niamey

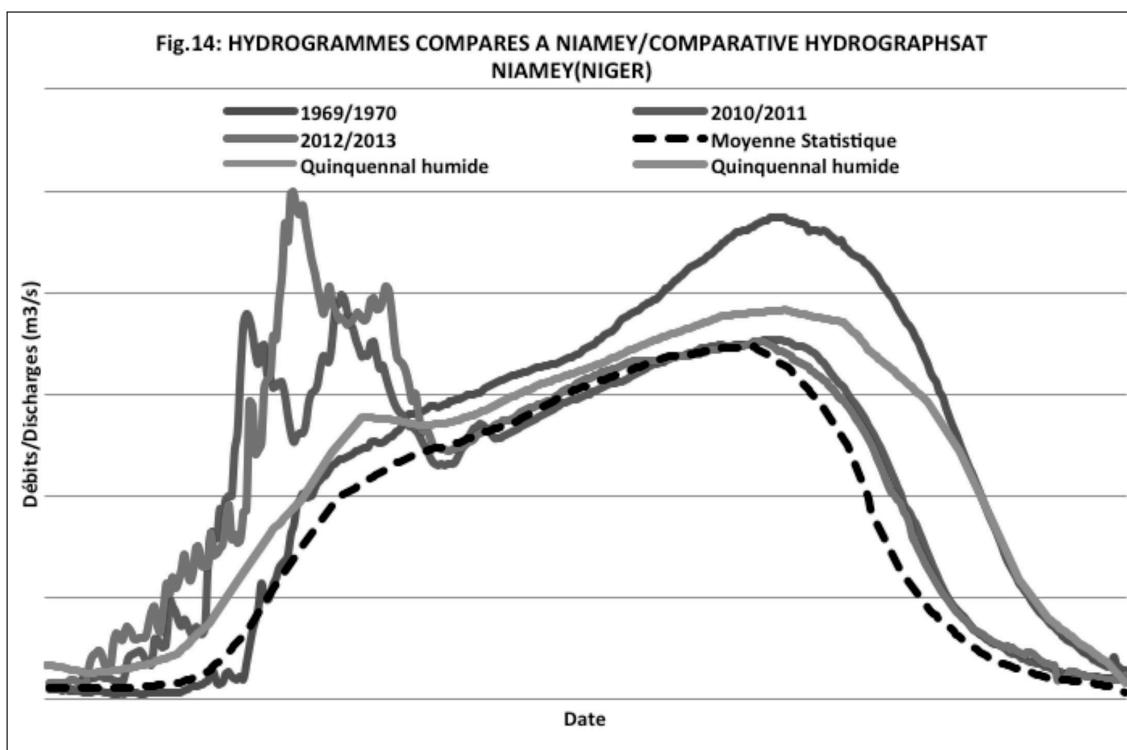


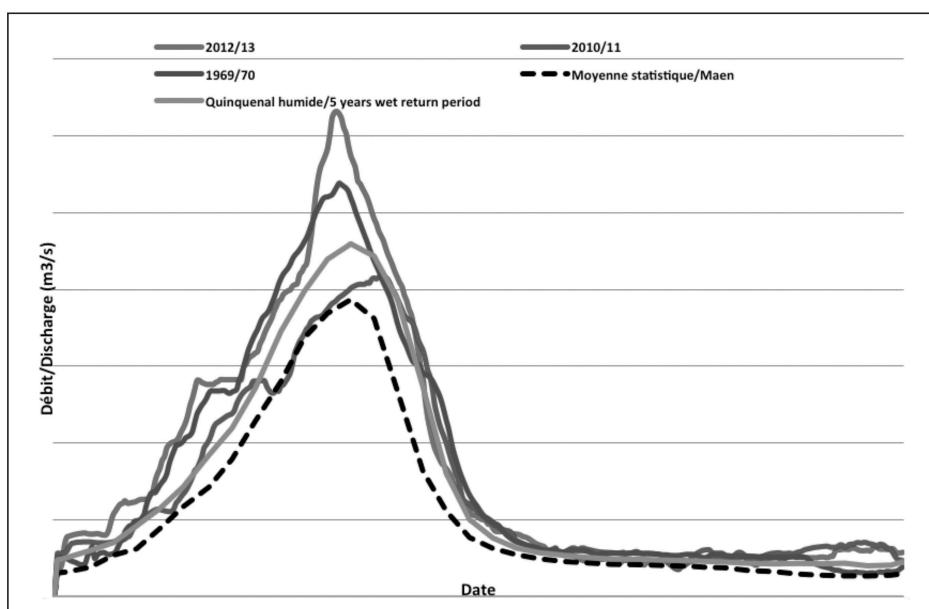
Figure 15 : Hydrogrammes du Fleuve Niger à Niamey



*Fleuve Niger*

Plus à l'aval du fleuve Niger, à la station Lokoja au Nigeria (Niger inférieur), le débit moyen annuel enregistré était  $8612 \text{ m}^3/\text{s}$  avec un maximum de  $31\,692 \text{ m}^3/\text{s}$  enregistré le 29 septembre 2012 (Fig. 15), qui a environ 125 ans de période de retour. C'est la plus forte valeur jamais enregistrée à cette station depuis sa création en 1914.

Le débit moyen annuel enregistré était  $8612 \text{ m}^3/\text{s}$  avec un maximum de  $31.692 \text{ m}^3/\text{s}$  enregistré le 29 septembre 2012 qui a environ 125 ans de période de retour comme montre la Figure 5. Le minimum est de  $1731 \text{ m}^3/\text{s}$  enregistré le 1<sup>er</sup> juin 2013.



*Figure 16 : Hydrogrammes comparés à Lokoja (Nigeria)*

Le bilan humain est terrible puisque 81 personnes ont perdu la vie au Niger ; les dégâts matériels sont énormes. La mousson de 2012 est remarquable par le nombre d'inondations relevées en Afrique de l'Ouest, du Sénégal au lac Tchad. Cela démontre que le risque de crue est en augmentation. La crue du Niger moyen en 2012 (Sighomnou et al., 2012) a provoqué des dégâts considérables.

## 2.7. ANALYSE DES TEMPÉRATURES

### 2.7.1. Tendances et variations des températures minimales, maximales et moyennes observées

Le réchauffement global du climat, tel que décrit par le GIEC est une réalité dans la zone d'étude au regard de l'évolution actuelle des températures observées depuis le milieu du 19<sup>ème</sup> siècle. Les températures observées montrent une tendance généralisée à la hausse.

Les décennies 1990-1999 et 2000-2009 sont les plus chaudes. Depuis 1980, la hausse s'est nettement accélérée et devient continue. Il faut souligner que la hausse des températures minimales a été plus rapide et plus régulière que celle des températures maximales.

Les écarts de température dans la zone d'étude (Fig. 17), entre la période actuelle 1981-2010 et la période 1961-1990 sont compris :

- Pour les températures minimales entre + 0.08 et +1.3°C
- Pour les températures maximales entre -0.33 et +1.29°C.

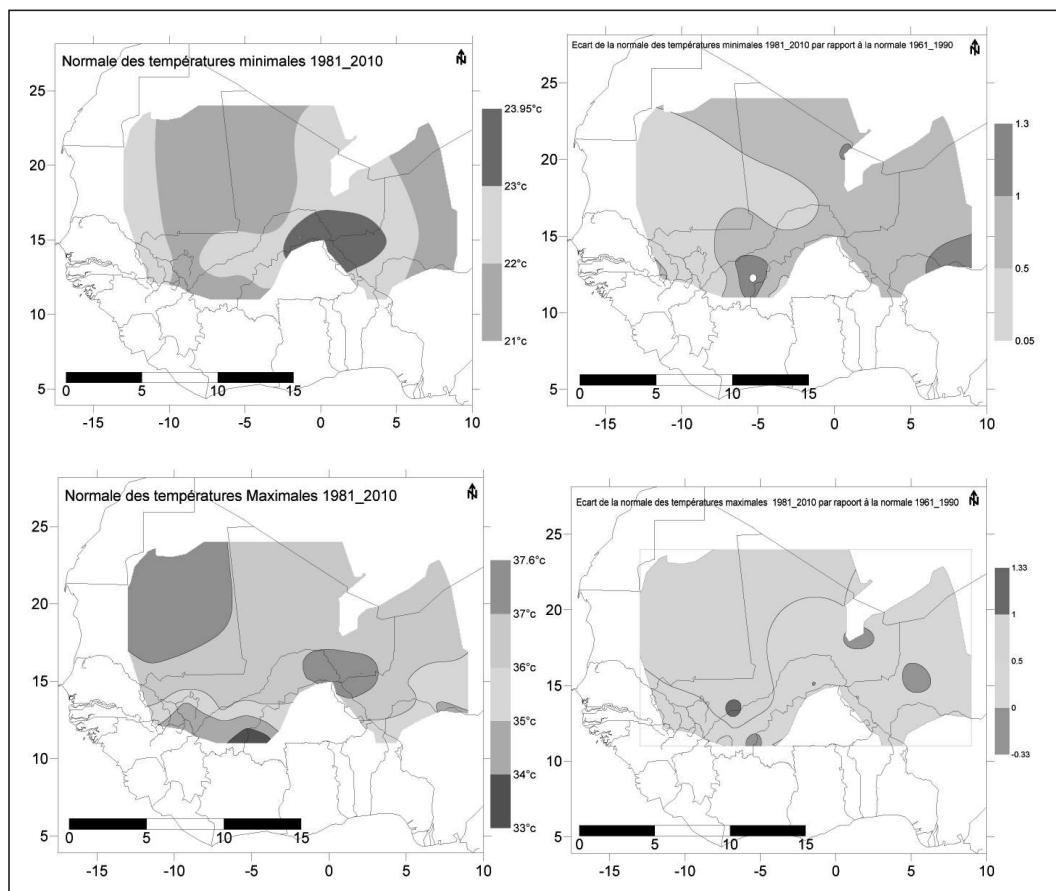


Figure 17 : Spatialisation des normales 1981-2010 de températures minimales et maximales et leurs écarts par rapport à la normale de référence 1961-1990

## 2.8. IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES AQUIFÈRES

Des modèles mathématiques ont été développés pour, entre autres, les effets des accroissements de prélèvements à l'horizon 2050 soumis à différentes contraintes climatiques, selon deux scénarios :

- Un **Scénario standard** avec les variations climatiques observées de 1960 à 2000 pour simuler le climat de 2010 à 2050.
- Un **Scénario pessimiste** pour simuler un climat avec un très fort déficit pluviométrique, en reproduisant la décennie 1980-1990, dans laquelle a été substituée l'année 1985 pluvieuse par l'année 1983 qui est l'année la plus sèche des 50 dernières années. Pour accentuer les effets d'une sécheresse très sévère et continue dans le temps, cette décennie ainsi reconstituée a été reproduite sur deux décennies successives (2030-2040 et 2040-2050).

Le Scénario pessimiste a consisté à dupliquer les calculs de la recharge pour les années 1960 à 2000 pour simuler les années 2010 à 2050 avec les correspondances suivantes :

(2 décennies sèches : (1980-1990)\*2 mais en substituant 1985 par 1983)

- Départ : juillet 1960- juin 1970  $\leftarrow \rightarrow$  juillet 2010 - juin 2020
- Juillet 1970- juin 1980  $\leftarrow \rightarrow$  juillet 2020 - juin 2030
- Juillet 1980- juin 1990\*  $\leftarrow \rightarrow$  juillet 2030 - juin 2040 \* **1985 substituée par 1983**
- Juillet 1980- juin 1990\*  $\leftarrow \rightarrow$  juillet 2040 - juin 2050 \* **1985 substituée par 1983**

Les résultats calculés au bout de 40 années de simulation (année 2050) sont ci-après décrits pour le modèle pessimiste.

Dans le Système Aquifère de Taoudéni/Tanezrouft (SAT), l'impact de l'augmentation des besoins en eau telle que simulée reste faible dans le cas d'un scénario classique. Les rabattements calculés ne dépassent pas 3,5 mètres. Les secteurs les plus sensibles sont situés près des zones qui exploitent déjà les eaux souterraines : agglomération de Sikasso, Douentza, Goundam au Mali, secteur de Bordj Badji Mokhtar en Algérie et Fossé de Nara (Mali) / Dhar de Néma (Mauritanie).

Une augmentation des besoins en eau couplée à une succession de deux décennies sèches viendrait accentuer l'extension des cônes de rabattements liés à l'exploitation de l'aquifère. Toutefois, les rabattements engendrés seraient inférieurs à 4 mètres sur la majeure partie du système aquifère.

Dans l'ensemble du SAT, les rabattements calculés restent faibles (inférieurs à 3,5 mètres), (Fig. 18).

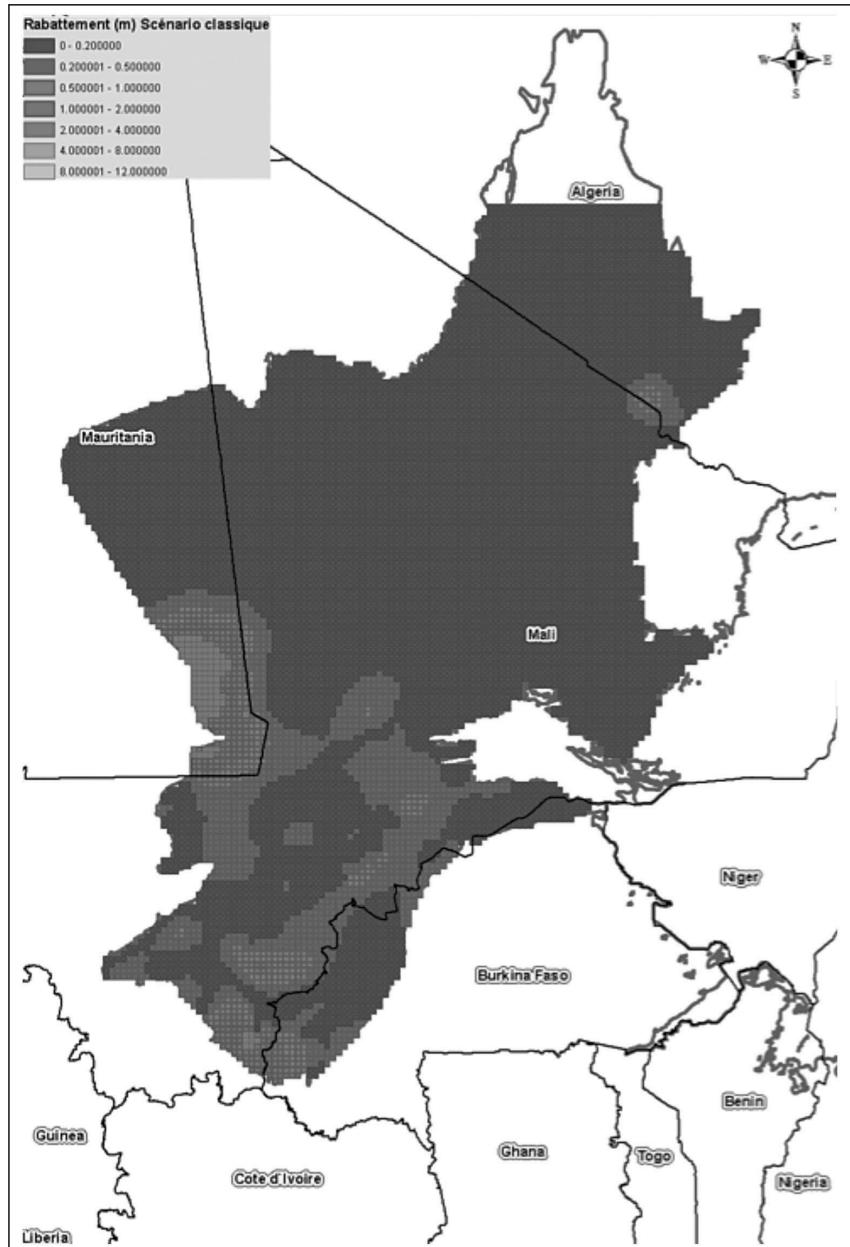


Figure 18 : Rabattements calculés dans le SAT en 2050 (Scénario classique)

Dans le Système Aquifère d'Ilulmeden (SAI), les prélèvements initiaux introduits sont 4 fois plus élevés que ceux du SAT. Au sud du 14<sup>e</sup> parallèle, l'aquifère est déjà sollicité. Une augmentation des prélèvements telle qu'introduite dans le modèle amplifierait les zones déjà sollicitées notamment dans la zone centrale entre le 12<sup>e</sup> et le 14<sup>e</sup> parallèle.

Les rabattements les plus importants calculés sont situés à la frontière nigéro-nigériane dans une zone où les perméabilités introduites sont plus faibles d'un facteur 10.

Dans le cas d'un scénario de recharge classique, les rabattements calculés ne dépassent pas 2 mètres sur une large superficie du SAI. Comme pour le SAT, les zones les plus déprimées sont observées en bordure du modèle. Une succession de deux décennies de faible recharge, viendrait accentuer ces rabattements comme pour le SAT.

Ramenés à l'épaisseur totale du Système Aquifère, de plusieurs centaines de mètres, les rabattements calculés restent toutefois très faibles), (Fig. 19).

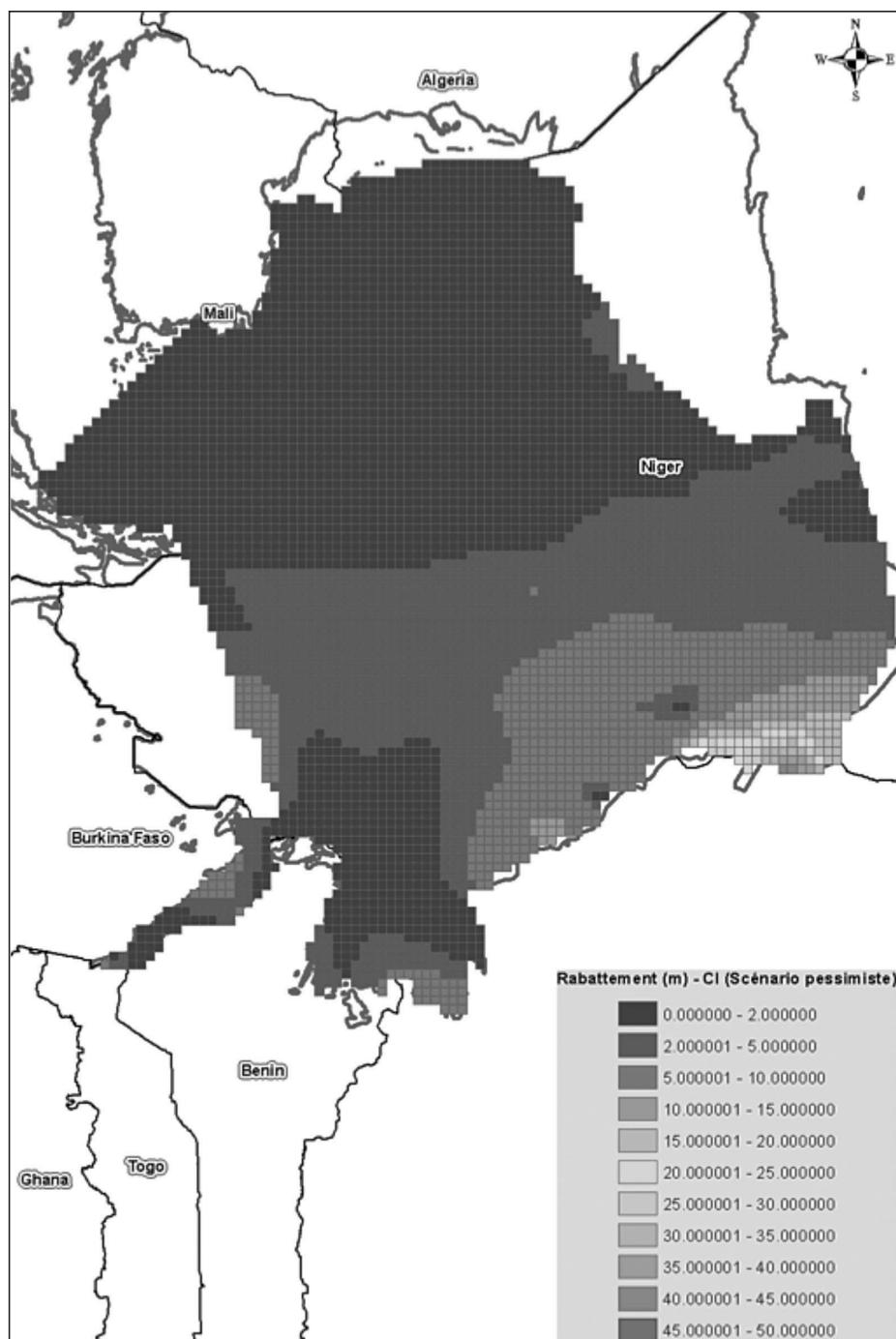


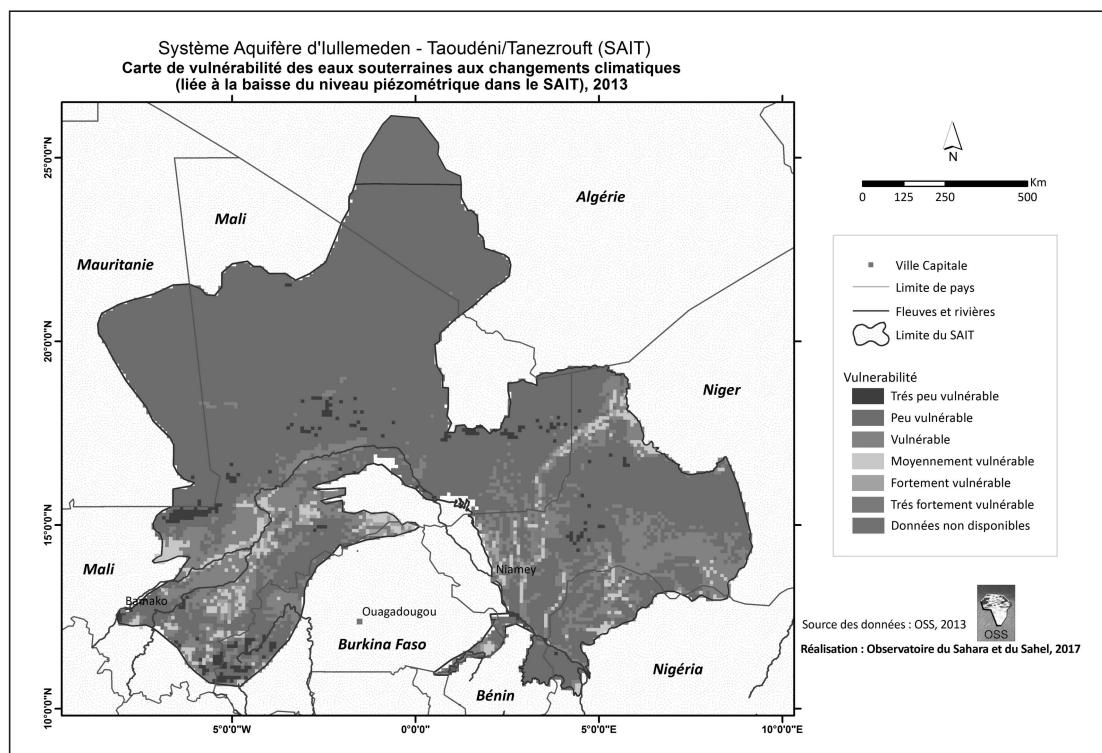
Figure 19 : Rabattements calculés dans le SAI (Continental Intercalaire) en 2050 (Scénario pessimiste)

En définitive, le scénario extrêmement pessimiste devrait permettre de montrer l'importance des eaux souterraines en tant que ressource abondante et assez bien protégée des variations climatiques, ce qui lui confère son rôle de buffer vis-à-vis des eaux de surface, et constituer ainsi une alternative de choix en cas de pénurie extrême.

## Variation du niveau des nappes face aux changements climatiques

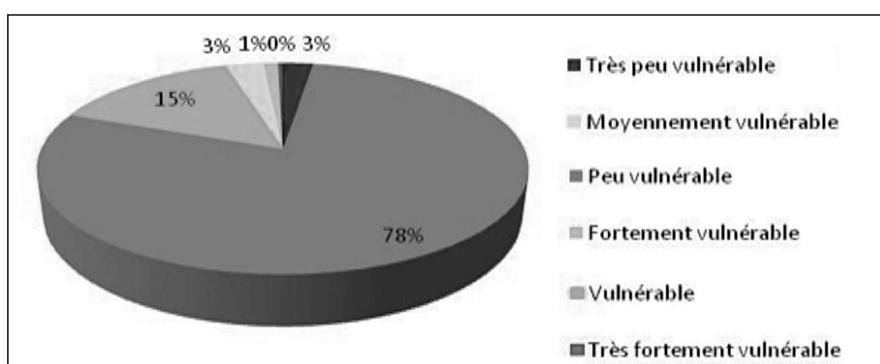
La baisse du niveau des aquifères engendrée par un stress climatique et par l'exploitation croissante de la ressource constitue un axe prioritaire pour les gestionnaires/ décideurs. Sa cartographie permet de mettre en évidence les zones «vulnérables» et «à risque» pour lesquelles ou la baisse du niveau de la nappe peut se faire de manière rapide et importante aux vues des conditions climatiques extérieures. Ces zones nécessitent une l'attention tant en terme de «surveillance / vigilance» que d'amélioration des connaissances. Ces zones s'inscrivent comme des «secteurs prioritaires de gestion».

D'un point de vue global, plus de 80% du Système aquifère reste très peu à peu vulnérable à la baisse des niveaux piézométriques (Fig. 20). Le secteur Nord apparaît assez «préservé» de cette vulnérabilité, les nappes étant profondes et le secteur peu peuplé. Un peu moins de 20% de la zone est soumise à une vulnérabilité plus ou moins accrue.



Source : OSS, 2013 Réalisation

Figure 20 : Vulnérabilité des eaux souterraines liée au changement climatique



## CONCLUSION

Le Système Aquifère d'Iullemeden-Taoudéni/Tanezrouft fait partie des régions arides et hyper-arides d'Afrique.

Durant les 50 dernières années, ces zones ont connu des épisodes de forts déficits hydriques en 1972-73, 1982-84 et 1997 traduits par un glissement des isohyètes de près de 200 km vers le Sud, la réduction de la recharge des aquifères (de l'ordre de 30% compromettant la disponibilité de l'eau) et des années exceptionnellement humides en 1967-1968, 1969-1970, 1998-1999, 2010-2011 et 2011-2012.

Les ressources en eau souterraines du Système Aquifère d'Iullemeden-Taoudéni/Tanezrouft ne sont vulnérables au changement climatique que dans les grandes plaines amont du fleuve Niger (Mali) et dans la zone médiane du bassin du fleuve Niger (Niger – Nigeria) qui représentent près de 20% de la superficie totale du Système Aquifère. Dans ces secteurs, la nappe affleurante ou sub-affleurante et la baisse du niveau de la nappe peut se faire de manière rapide et importante aux vues des conditions climatiques extérieures. . Un peu moins de 20% de la zone SUD est soumise à une vulnérabilité plus ou moins accrue ; il s'agit principalement des aires du réseau hydrographique du fleuve Niger où la nappe est proche du sol.

Toutefois, les variations du niveau des nappes relevées au Burkina Faso et au Niger (Fig. 21 et 22) dans cette partie sud témoignent que certaines zones qui sont particulièrement alimentées même pendant des sécheresses prolongées.

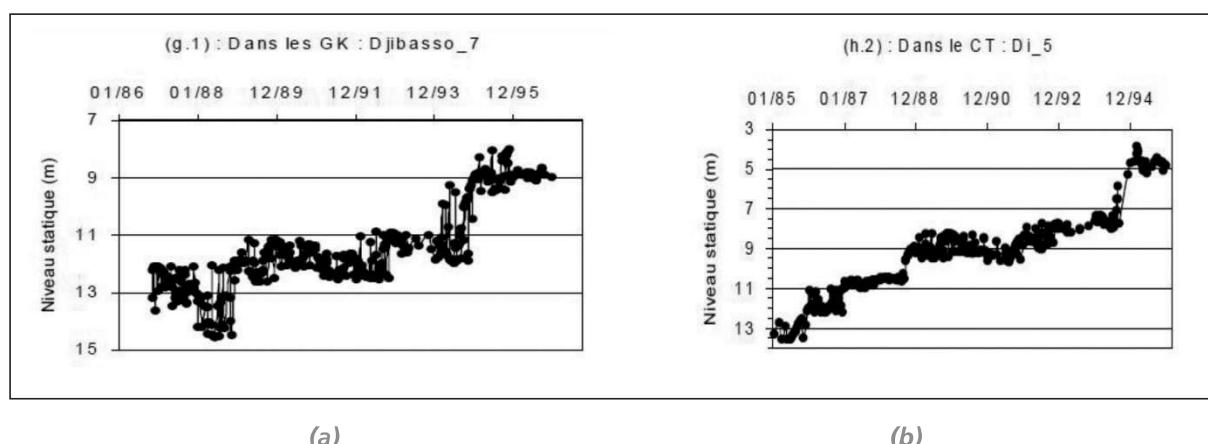


Figure 21 : Variations piézométriques à Djibasso-7 et à Kira-1 (a), et au DI-5 dans la plaine de Gondo (b), (Burkina Faso) : Une seule année excédentaire permet de combler la baisse des niveaux liée à plusieurs années déficitaires dans les zones où il y a une recharge significative

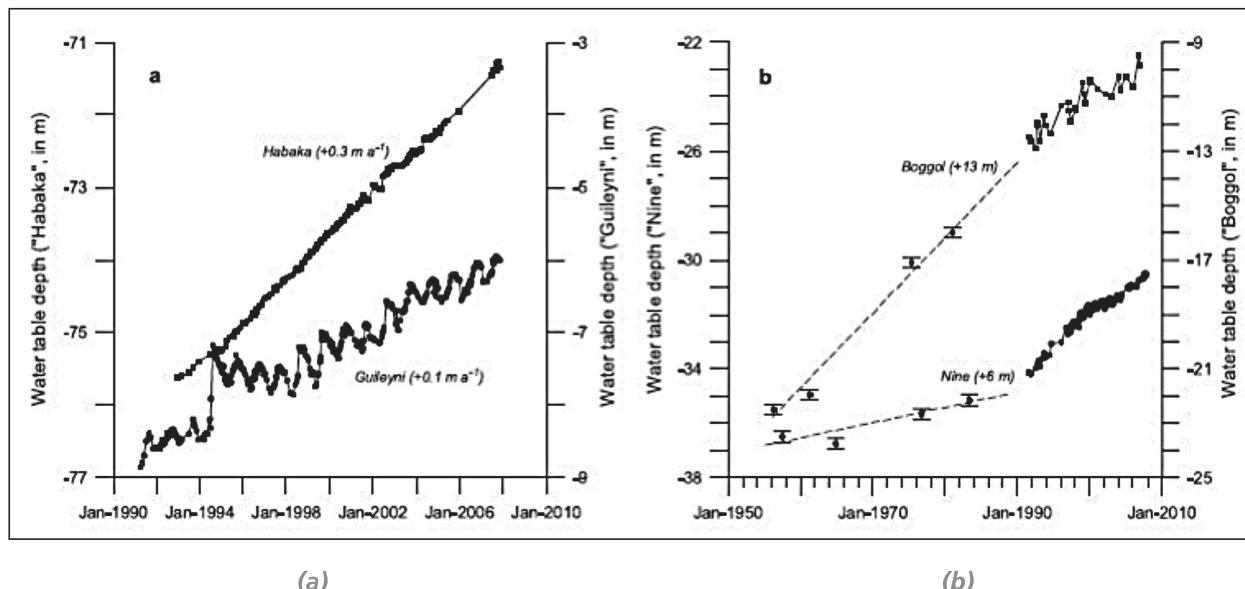


Figure 22 : Évolution des niveaux de la nappe dans la région Est de Niamey entre (a) 1990 et 2010, et (b) 1955 et 2007 : Haute continuelle du niveau des nappes d'environ 0,2 m par an en moyenne depuis les années 1960 (Leduc et al., 2001 ; Favreau et al., 2009 ; IRD, 2011).

En conclusion, les ressources en eau du Système Aquifère d'Ullemeden-Taoudéni/Tanezrouft sont assez bien protégées des variations climatiques. Elles constituent une excellente alternative en cas de sécheresse prolongée.

### 3. LISTE DES DOCUMENTS CONSULTÉS

- Ali A, Lebel T. 2008. *The sahelian standardized rainfall index revisited. International Journal of climatology*. DOI : 10.1002/joc.1832. Published online in Wiley Interscience. www.interscience.wiley.com ).
- Autorité du Bassin du Niger, *Projet Niger-Hycos*. Bulletin Mensuel Septembre 2012.
- Bricquet Jean-Pierre, Mahé Gil, Bamba F., Olivry Jean-Claude, 1996. *Changements climatiques récents et modification du régime hydrologique du fleuve Niger à Koulikoro (Mali)*. <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010009808>.
- CILSS, 2008. *Le climat et les changements climatiques. Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest*. Publié par Club du Sahel, FAO et CILSS, 24 p.
- IPCC, 2007 : *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.
- Le Barbé, L., and T. Lebel, 1997. *Rainfall climatology of the HAPEX-Sahel region during the years 1950-1990*. J. Hydrol., 188-189, 43-73.
- Favreau, G., B. Cappelaere, S. Massuel, M. Leblanc, M. Boucher, N. Boulain, and C. Leduc, 2009. *Land clearing, climate variability, and water resources increase in semiarid southwest Niger: A review*, Water Resour. Res., 45, W00A16, doi:10.1029/2007WR00678.
- IRD, 2011. *Integrated surface water-groundwater modelling in the context of increasing water reserves of a regional Sahelian aquifer*, Hydrological Sciences Journal, I, 2011.
- Leduc et al, 2001. Leduc, C., G. Favreau, and P. Schroeter, 2001. *Long-term rise in a Sahelian water table: The Continental Terminal in south-west Niger*, J. Hydrol., 243, 43– 54, doi : 10.1016/S0022-1694(00)00403-0.
- Nicholson S.E. 2001. *Climatic and environmental change in Africa during the last two centuries*. Climate Research 17, 123-144.
- Sivakumar MVK. 1998. *Predicting rainy season potential from the onset of rains in Southern Sahelian and Soudanian Climatic Zones of West Africa*. Agr and For. Meteorol 1988; 42 : 295-305.
- Stern R, Knock J, Rijks D, Dal I, 2006. *Instat + for windows*. Version 3.30. An interactive Statistics Package. Reading : University of Reading UK, 2006, 40 p.

## BIBLIOGRAPHIE GICRESAIT - OSS

- OSS, 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
- OSS, 2017. **GICRESAIT I Gestion intégrée et concertée des ressources en eau : synthèse finale**\OSS. \_ Tunis, OSS : 2017. \_ 20 p. \_ ISBN : 978-9938-933-04-8
- OSS, 2017. **La Mobilisation des eaux souterraines du Système Aquifère d'Iullemeden - Taoudéni/Tanezrouft - Un élément de solution ?**\OSS . \_ OSS : Tunis, 2017 . \_ 12p. \_ ISBN : 978-9938-933-01-7
- 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. - 16 pp.
- 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 : 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 . \_ 43 p.
- 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 . \_ 86 p.
- 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 . \_ 41 p.
- 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 . \_ 25 p.
- 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 . \_ 53 p.
- 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 . \_ 46 p.
- 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 . \_ 76 p.

- 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 . \_ 98 p.
- 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 . \_ 57 p.
- 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 . \_ 38 p.
- 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 . \_ 59 p.
- 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 . \_ 78 p.
- OSS, 2011. **Système Aquifère d'Iullemeden : analyse diagnostique transfrontalière.** Tome I\ OSS. \_ OSS : Tunis, 2011. \_ 112 p. ; 21 cm. \_ ISBN : 978-9973-856-41-8
- OSS, 2011. **Système Aquifère d'Iullemeden : Base de données commune.** Tome II\ OSS. \_ Tunis, 2011. \_ 98 p. ; 21 cm. \_ 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. \_ 57 p. . \_ 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. \_ 45 p. . \_ 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, Nigeria) : 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



## CONTACT



**Observatoire du Sahara et du Sahel**  
Boulevard du Leader Yasser Arafat  
BP31, 1080 Tunis Carthage, Tunisie  
Tél. : +216 206 633 - Fax : +216 206 636  
Courriel : [boc@oss.org.tn](mailto:boc@oss.org.tn)  
[www.oss-online.org](http://www.oss-online.org)

 [twitter.com/OSS\\_Comms](http://twitter.com/OSS_Comms)

 [facebook.com/osscommunity](http://facebook.com/osscommunity)  
[facebook.com/sawapbricks](http://facebook.com/sawapbricks)

**ISBN : 978\*9938-933-12-3**

## PARTENAIRES DE COOPÉRATION



Facilité africaine de l'eau

