

Projet AGES – Appui à l’Autorité du Bassin du  
Fleuve Niger pour la Gestion des Eaux Souterraines

## Rapport de suivi des eaux souterraines dans le bassin du Fleuve Niger

- Année 2018 -



Rapport Technique N° 7

Niamey, Septembre 2019



Autorité du Bassin du Fleuve Niger (ABN)

**BGR** Bundesanstalt für  
Geowissenschaften  
und Rohstoffe

  
coopération  
allemande  
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Auteur: Kolja Bosch avec les contributions de Abdoulahi Abou, Matthias Heckmann et Didier Sèyivè Zinsou

Commissionné par: Ministère Fédéral de la Coopération Économique et du Développement (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, BMZ)

Projet: Appui à l'ABN pour la Gestion des Eaux Souterraines (AGES)

BMZ-N°: 2013.2465.6

BGR-N°: 05-2373

Date: Septembre 2019

# 1 Inhalt

2	Justification.....	1
3	Objectif du réseau de suivi des eaux souterraines.....	2
4	Evaluation des piézomètres proposés par les états membres pour le réseau de suivi à l'échelle du bassin.....	3
4.1	Critères de sélection.....	3
4.2	Piézo-mètres proposées par les états membres.....	3
5	Réseaux de suivi des eaux souterraines dans les zones pilotes.....	5
5.1	Réseau de suivi dans la zone pilote 1 – Niger, Bénin, Nigéria.....	5
5.1.1	Contexte géographique.....	5
5.1.2	Contexte géologique.....	7
5.1.3	Contexte hydrogéologique.....	10
5.1.4	Caractéristiques du réseau de suivi des eaux souterraines.....	15
5.1.5	Résultats du suivi des eaux souterraines.....	16
6	Conclusions.....	26
	Références.....	28
	Annexe 1 : Fiches d'identités des forages suivis par le projet AGES.....	30

## Liste de figures

Figure 1 : Répartition des 214 piézomètres proposés par les états membres .....	4
Figure 2 : Carte topographique de la zone pilote 1 .....	6
Figure 3 : Carte géologique de la zone pilote 1 .....	8
Figure 4 : Coupe géologique N-S suivant l'axe du Dallol Maouri dans la partie nigérienne du Bassin des lullemeden .....	9
Figure 5 : Coupe géologique O-E du Bassin de Kandi.....	9
Figure 6 : Coupe géologique O-E dans la partie nigérienne du Bassin des lullemeden .....	9
Figure 7 : Coupe géologique O-E dans partie nigérienne de la zone pilote 1 où les séries du CT forment un complexe aquifère interconnecté et phréatique.....	11
Figure 8 : Cartes piézométriques du CIH et du CT3 .....	12
Figure 9: Coupe géologique interprétative du Bassin de Kandi.....	13
Figure 10: Carte piézométrique du Bassin de Kandi.....	14
Figure 11 : Carte générale des forages suivis dans la zone pilote 1 .....	15
Figure 12 : Carte des piézomètres suivis dans la partie nigérienne de la zone pilote 1 .....	17
Figure 13 : Signatures $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^2\text{H}$ dans la partie nigérienne de la zone pilote 1 en 2018....	18
Figure 14 : Facies hydrochimiques des eaux souterraines captées dans la partie nigérienne de la zone pilote 1 en 2018 .....	18
Figure 15 : Coupe géologique SO de la partie nigérienne de la zone pilote 1.....	19
Figure 16 : Coupe géologique ONO-ESE dans le Nord de la partie nigérienne de la zone pilote 1 .....	19
Figure 17 : Fluctuations du niveau piézométrique dans les forages suivis au Niger (AGES) et précipitations à la station météorologique de Dosso.....	20
Figure 18 : Carte des piézomètres suivis dans la partie béninoise de la zone pilote 1 .....	22
Figure 19 : Signatures $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^2\text{H}$ dans la partie béninoise de la zone pilote 1.....	23
Figure 20 : Forages dans la vallée du Fleuve Niger captant des eaux souterraines avec une signature isotopique paléoclimatique.....	23
Figure 21 : Facies hydrochimiques du fleuve Sota et des eaux souterraines captées dans la partie béninoise de la zone pilote 1 en 2018.....	24
Figure 22 : Fluctuations du niveau piézométrique dans les forages suivis au Bénin (AGES) et précipitations à la station météorologique de Kandi.....	25

## Liste de tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques générales du système aquifère dans le sud du Bassin des lullemeden.....	10
Tableau 2 : Caractéristiques générales du système aquifère dans le Bassin de Kandi.....	13

## Liste des abréviations

ABN	Autorité du Bassin du Fleuve Niger
AEP	Approvisionnement d'Eau Potable
AGES	Appui à l'ABN pour la Gestion des Eaux Souterraines
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe = Institut Fédéral des Géosciences et des Ressources Naturelles de l'Allemagne
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung = Ministère Fédéral de la Coopération Économique et du Développement
CE	Conductivité électrique
CIH	Continental Intercalaire Hamadien
CT	Continental Terminal
DRH	Direction Régionale Hydraulique
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
GPS	Global Positioning System
AIEA	Agence Internationale de l'Energie Atomique
JICA	Japan International Cooperation Agency
m s.n.m	mètres sur le niveau de la mer
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PVC	Polychlorure de vinyle

## 2 Justification

Le projet « Appui à l'Autorité du Bassin du Fleuve Niger pour la Gestion des Eaux Souterraines » (AGES) est un projet de partenariat entre l'Autorité du Bassin du Fleuve Niger (ABN) et l'Institut Fédéral des Géosciences et des Ressources Naturelles de l'Allemagne (BGR). Il est financé par le Ministère Fédéral de la Coopération Économique et du Développement de l'Allemagne (BMZ). Le projet a pour but d'appuyer l'ABN dans la gestion des eaux souterraines à l'échelle régionale du bassin du Niger.

Dans le cadre de ce projet, l'objectif visé par l'ABN et ses états membres est la mise en place d'un réseau régional de suivi des eaux souterraines dans l'emprise du bassin du Fleuve Niger avec un accent particulier sur les aquifères continus transfrontaliers pour faire face aux défis de la gestion concertée et durable des ressources en eaux dans le bassin.

Dans une analyse préliminaire les principaux défis auxquels sont confrontés les états membres pour une gestion durable des eaux souterraines ont été définis:

- 1) L'insuffisance de connaissances de base sur les eaux souterraines (quantité et qualité)
- 2) Insuffisance/Inexistence du suivi piézométrique et du suivi qualitatif des aquifères exploités ou potentiellement exploitables
- 3) Manque de données et de cartes hydrogéologiques actualisées
- 4) Méconnaissance des limites des bassins hydrogéologiques
- 5) Mauvaise connaissance du mécanisme de recharge des eaux souterraines
- 6) Insuffisance des mesures de protection des eaux souterraines
- 7) Pollution anthropique des eaux souterraines
- 8) Méconnaissance des impacts des changements climatiques sur les eaux souterraines
- 9) Insuffisance d'une politique de gestion des ressources en eau souterraine
- 10) Insuffisance de modélisation des eaux souterraines.

Ce rapport présente les activités de suivi des eaux souterraines du projet AGES en 2018, contribuant à l'acquis d'informations nécessaires pour surmonter les défis cités.

### 3 Objectif du réseau de suivi des eaux souterraines

Le réseau de suivi constitue l'infrastructure de base dans l'acquisition de données pour une gestion durable des ressources en eaux souterraines. La mise en place d'un réseau de suivi efficace doit satisfaire des critères techniques sur le choix des piézomètres. A l'échelle régionale du bassin du fleuve Niger l'objectif du suivi et les critères de sélection de ces piézomètres ont été définis au cours d'un atelier technique organisé par le projet AGES à Niamey (Niger) en novembre 2016 avec la participation de tous les états membres de l'ABN.

Lors de cet atelier l'ABN et ses pays membres ont convenu que le suivi de l'impact du changement climatique sur les ressources en eaux souterraines soit retenu comme objectif principal du réseau de suivi régional avec toutefois un accent sur la problématique du suivi des ressources en eaux souterraines des aquifères transfrontaliers.

Le suivi des eaux souterraines dans le cadre du projet AGES s'est ainsi focalisé sur les aquifères continus transfrontaliers tels que les aquifères sédimentaires du Bassin des lullemeden dont l'extension spatiale est répartie sur les territoires nationaux du Mali, du Niger, du Nigeria et du Bénin. L'exploitation de ces aquifères par les différents pays impose un cadre de gestion concertée pour une utilisation commune et durable de ces ressources en eaux souterraines.

D'autres régions d'intérêt pour ce suivi sont des zones représentatives pour des défis identifiés dans plusieurs parties du Bassin du Fleuve Niger. Les connaissances obtenues dans ces zones représentatives seront donc transférables à autres parties du bassin versant. Des zones représentatives peuvent être des régions concernées par une contamination d'origine géogénique des eaux souterraines ou bien des régions d'activités humaines potentiellement polluantes vis-à-vis des eaux souterraines (exploitation minière ou d'agriculture intensif).

C'est dans cette logique que deux zones pilotes ont été définies avec l'ABN et les états membres.

- La zone pilote 1 est située autour du point d'intersection des frontières entre le Niger, le Bénin et le Nigéria où le contexte hydrogéologique est sédimentaire avec une extension transfrontalière des aquifères entre ces trois pays.
- La zone pilote 2 s'étend autour de point frontalier triple entre le Mali, la Guinée et la Côte d'Ivoire. Le contexte géologique prédominant est le socle cristallin avec des aquifères discontinus. Dans la zone plusieurs activités minières (exploitations industrielle, semi-industrielle et artisanale de l'or) ont été identifiées.

Dans le cadre du renforcement des réseaux de suivi nationaux dans ces zones pilotes, le projet AGES apporte un appui matériel et technique aux états membres de l'ABN afin d'équiper des forages choisis pour ce suivi, avec des enregistreurs automatiques et procéder à l'échantillonnage régulier des eaux souterraines.

Ce soutien du projet AGES à l'ABN et ses pays membres a abouti à l'équipement de 30 forages avec des enregistreurs automatiques et à la réalisation de plus que 150 échantillonnages hydrochimiques et isotopiques dans ces zones pilotes.

C'est sur la base d'une validation des différents réseaux de suivi nationaux qu'un processus d'établissement d'un réseau régional de suivi des eaux souterraines à l'échelle du Bassin du Fleuve Niger a été entamé. La mise en place de ce réseau de suivi régional permettra de mieux appréhender la dynamique et la qualité des ressources en eaux souterraines à l'échelle du bassin versant.

## **4 Evaluation des piézomètres proposés par les états membres pour le réseau de suivi à l'échelle du bassin**

Un atelier technique a été organisé à l'ABN en novembre 2016 avec la participation de tous les états membres afin de définir les critères techniques pour la sélection des ouvrages pouvant servir de piézomètres pour le réseau de suivi des eaux souterraines dans le bassin du Fleuve Niger.

À l'issue de cette atelier les états membres ont proposés des piézomètres qui ont été validés par le projet AGES selon les critères définis afin de les intégrer dans un système de suivi, de transmission, de traitement et de stockage de données régulier.

### **4.1 Critères de sélection**

La liste de critères de sélection suivants a été retenue pour le réseau de suivi :

- 1) Le piézomètre appartient à l'État
- 2) Les coordonnées (X, Y, Z) et le système des coordonnées géographiques sont connus
- 3) Position hydrogéologique appropriée (triangulaire, profils auprès de rivières, loin de forages d'approvisionnement en eau potable (AEP) ou d'irrigation agricole)
- 4) La coupe géologique et la coupe technique du forage sont disponibles
- 5) La date de réalisation est connue
- 6) Le piézomètre a un petit diamètre (< 150 mm/ < 6") pour éviter qu'il soit transformé dans un forage d'exploitation
- 7) Les crépines sont courtes ( $\pm 3$  m) pour éviter des circuits d'eau et pour garantir la reproductibilité des mesures
- 8) L'espace annulaire est protégé par un bouchon d'argile ou une cimentation
- 9) La crépine ne capte qu'un seul aquifère. Le remplissage de l'espace annulaire garantit la séparation hydraulique des différents aquifères
- 10) Le piézomètre est hydrauliquement bien connecté à l'aquifère (confirmer avec essai de pompage)
- 11) Le piézomètre est protégé contre le vandalisme et les intempéries
- 12) Le piézomètre est accessible au moins une bonne partie de l'année
- 13) Piézomètres dont des données de surveillance sont disponibles seront favorisés pour l'installation dans le réseau de suivi.

### **4.2 Piézomètres proposées par les états membres**

Depuis 2016, le projet a reçu plus que 200 propositions de piézomètres qui ont été validées par rapport à 5 critères de sélection préliminaires basés sur les informations disponibles dans les documents reçus par les états membres :

- 1) Les coordonnées géographiques sont disponibles
- 2) Le piézomètre est situé dans le bassin versant du Fleuve Niger
- 3) Les coupes lithologique et technique sont disponibles
- 4) Le forage capte un seul aquifère
- 5) Le piézomètre a déjà été suivi dans le passé et les données du niveau piézométrique sont disponibles



La carte ci-dessous montre la répartition des 214 piézomètres proposés par les états membres dans le bassin versant du Fleuve Niger avec le résultat de la validation selon les 5 critères préliminaires.

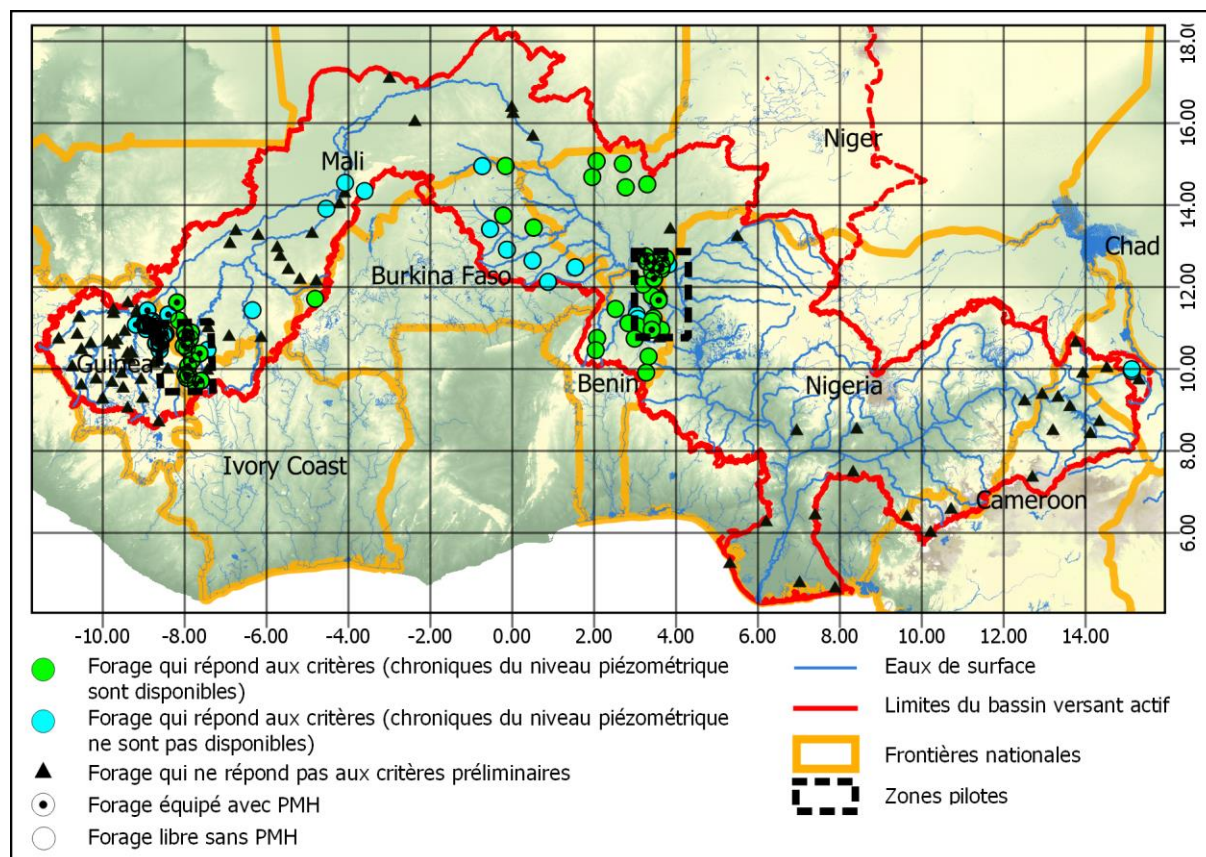


Figure 1 : Répartition des 214 piézomètres proposés par les états membres

La validation des 214 piézomètres proposés, dont les coordonnées géographiques sont connues et qui sont situés dans le bassin versant du Fleuve Niger, montre que 116 piézomètres disposent d'une coupe lithologique et technique. Parmi eux 96 captent un seul aquifère et 16 d'entre eux ont déjà été l'objet d'un suivi par les états membres avant l'intervention du projet. Dans les zones pilotes le projet AGES a augmenté la densité du réseau avec 30 forages qui sont suivis avec des enregistreurs automatiques et avec une analyse semestrielle de l'hydrochimie (cf. Figure 1).

Les pays qui disposent d'un réseau de suivi étatique dans le bassin du Fleuve Niger sont le Mali, le Burkina Faso, le Bénin, le Niger et le Nigeria. Les problèmes communs des réseaux étatiques sont les suivants :

- À cause de manque des moyens financiers et de la situation sécuritaire dégradée dans quelques régions du bassin, les piézomètres ne sont pas visités régulièrement
- Les coupes lithologiques et techniques ne sont pas disponibles pour la plupart des forages suivis
- Souvent les réseaux étatiques ne sont pas orientés vers le besoin d'informations pour répondre à des problèmes spécifiques de la gestion des eaux souterraines.

Due à ces problèmes rencontrés, le projet AGES n'as pas réalisé des collectes de données sur les réseaux étatiques, en dehors de la collecte de données dans les zones pilotes. Afin d'assurer le bon fonctionnement et l'efficacité du réseau régional il est nécessaire que les états membres s'engagent davantage dans la résolution des problèmes listés.

## **5 Réseaux de suivi des eaux souterraines dans les zones pilotes**

Pendant l'année 2018, le projet AGES a soutenu l'ABN et ses états membres à renforcer leurs réseaux nationaux de suivi des eaux souterraines dans deux régions transfrontalières du bassin. La zone pilote 1 est située autour du point d'intersection des frontières entre le Niger, le Bénin et le Nigéria (cf. Figure 1). La zone pilote 2 s'étend sur la zone frontalière du Mali, de la Guinée et de la Côte d'Ivoire.

En 2018, dix-huit (18) forages dans la zone pilote 1 ont été équipés et suivis avec des enregistreurs automatiques, avec un échantillonnage hydrochimique et isotopique semestriel. Dans la zone pilote 2, douze (12) forages ont été équipés avec des enregistreurs automatiques en octobre 2018 et mars 2019.

Par manque de piézomètres dédiés exclusivement au suivi de la nappe dans les zones pilotes, certains forages en exploitation équipés avec des pompes à motricité humaine ont été intégrés dans le réseau de suivi afin d'atteindre une densité optimale du réseau permettant des analyses hydrogéologiques à l'échelle du système aquifère.

Dans ce rapport de suivi de l'année 2018 seuls les résultats de suivi dans la zone pilote 1 sont représentés, car les données des enregistreurs dans la zone pilote 2 ne seront téléchargées qu'en fin 2019.

### **5.1 Réseau de suivi dans la zone pilote 1 – Niger, Bénin, Nigéria**

La zone pilote 1 a été choisie comme région d'importance sur le plan de ressources en eaux souterraines partagées dans des aquifères sédimentaires transfrontaliers du Bassin des lullemeden.

#### **5.1.1 Contexte géographique**

La zone pilote 1 fait partie de la région biogéographique et éco-climatique soudanienne caractérisée par une savane arborée humide à sèche. Les précipitations varient entre 1000 mm au sud (près de Kandi) et 500 mm au nord (près de Sokoto). Les cours d'eau pérennes les plus importants sont le Fleuve Niger et ses affluents béninois (l'Alibori et la Sota) ainsi que le fleuve Rima Sokoto au Nigéria. Au Niger le Dallol Maouri et le Dallol Foga sont des paléo-vallées de drainage sans écoulements réguliers.

La zone est peu peuplée avec une densité contrastée de 50 à 100 habitants/km<sup>2</sup> au Niger et au Nigeria ; et moins que 50 habitants/km<sup>2</sup> au Bénin (Brinkhoff, 2018). L'agriculture est l'activité la plus importante et en majorité pluviale avec l'accent sur le mil/sorgho, le blé, le maïs, l'arachide, des végétales, la canne à sucre, les haricots et le coton. Autour des eaux de surface pérennes la culture irriguée de riz peut être observée. L'irrigation à partir des eaux souterraines est peu développée et se concentre aux aquifères peu profondes, souvent alluviaux, dans les vallées des Dallols et des fleuves. L'approvisionnement en eau potable est par contre réalisé en majorité à partir des eaux souterraines comprenant des puits traditionnels dans les aquifères peu profonds et des forages qui atteignent en générale des profondeurs entre 40 m et 150 m. Quelques villes et villages disposent d'un système d'approvisionnement en eau potable (AEP) avec des pompes à fonctionnement électrique. Mais dans la majorité des cas les forages d'alimentation en eau potable sont équipés des pompes à motricité humaine.





Figure 2 : Carte topographique de la zone pilote 1 (BGR & NBA, 2019)

### 5.1.2 Contexte géologique

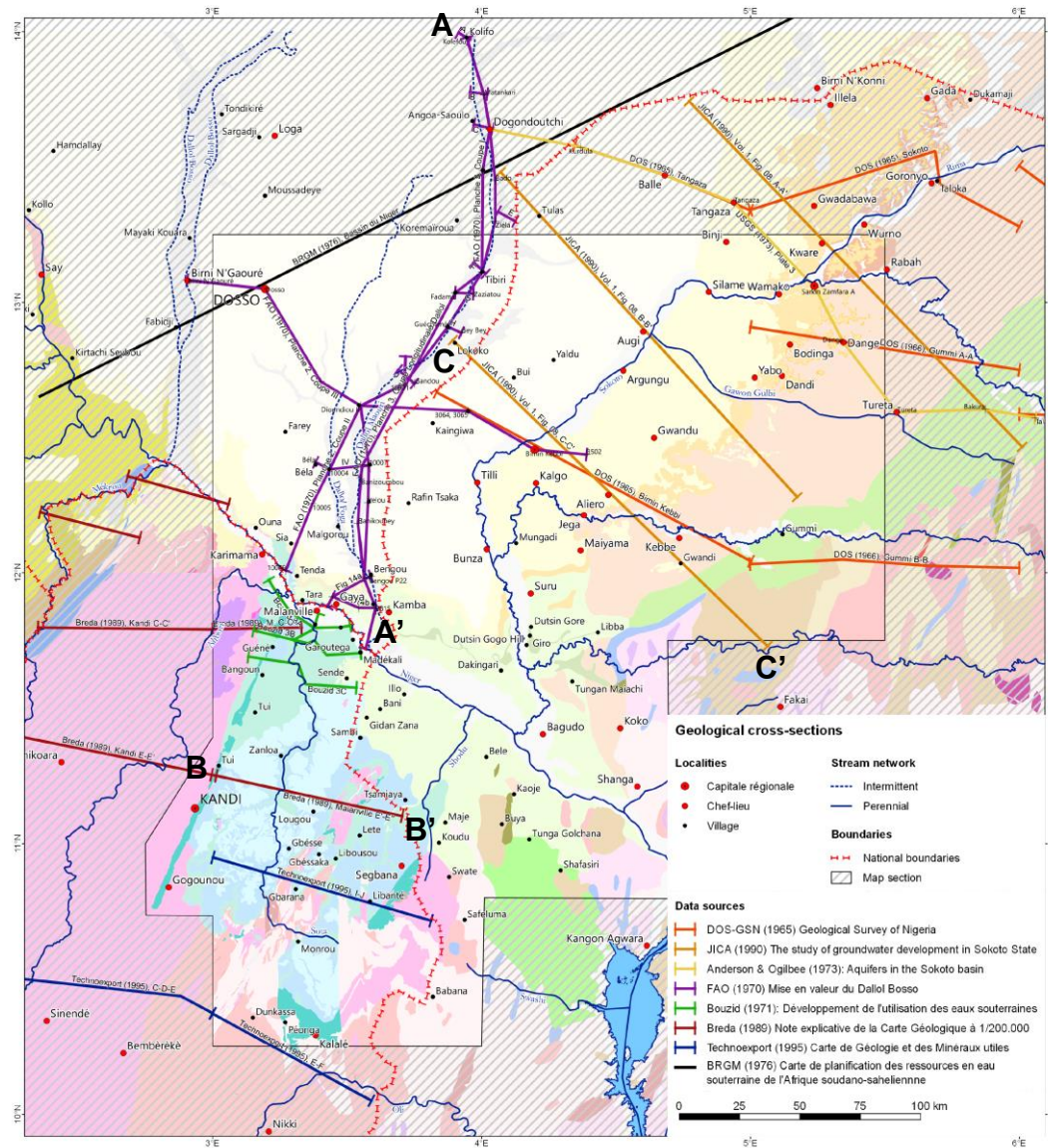
La zone pilote 1 s'étend entre 3° - 5° Ouest et 10° - 13° Nord (cf. Figure 2). Plusieurs études géologiques ont été réalisées dans cette zone à partir des années 1960 dont plusieurs ont abouti à des cartes géologiques dans les différentes portions nationales. Une synthèse des cartes géologiques avec une harmonisation des légendes stratigraphiques et des descriptions lithologiques a été élaborée par le projet AGES (BGR & NBA, 2019) avec le soutien des pays membres afin de permettre une analyse hydrogéologique transfrontalière.

Géologiquement la zone pilote est située à la transition du socle Dahoméen au sud et le Bassin des Iullemeden au Nord. Ce bassin mésozoïque est en majorité constitué des sédiments continentaux d'âge crétacé nommés « Continental Intercalaire ». Une sédimentation marine marque les transgressions globales du Cénomaniens à l'Eocène inférieur. Pendant l'Oligocène et le Miocène la dernière phase de sédimentation continentale a eu lieu et forme les dépôts du « Continental Terminal ».

Au Bénin le Bassin de Kandi est un bassin sédimentaire débutant à l'âge mésozoïque /paléozoïque avec des dépôts continentaux grossiers de l'Ordovicien supérieur (Formation de Wéré) et des sédiments plus fins (Formation de Kandi) comprenant des dépôts marins de l'Ordovicien supérieur jusqu'au Silurien inférieur. La géométrie du bassin est marquée par des structures horst et graben avec comme limite ouest la faille de Kandi.

Dans les figures suivantes la carte géologique harmonisée du BGR & NBA (2019) et les coupes géologiques sont représentées. La description détaillée de la géologie est donnée dans les notes explicatives de cette carte.





### Stratigraphy

Cenozoic	Quaternary		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Qa2 Recent alluvial and fluvial deposits</li> <li>Qa1 Older alluvial and fluvial deposits</li> </ul>	
Paleogene	Oligocene	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ct3 CT3: Grès argileux du Moyen-Niger</li> <li>Ct1/2 CT1/2: Séries argilo-sableuse et sidérolithiques</li> <li>Ct1 CT1: Sidérolithique de l'Adar Doutchi</li> <li>Ctc CT1: Complexe de base</li> <li>Ct Continental Terminal (undiff.)</li> </ul>	terrestrial
		Eocene	
	Palaeocene	<ul style="list-style-type: none"> <li>K Kalambaina Formation</li> <li>D Dange Formation</li> <li>KD Kalambaina &amp; Dange Formation</li> </ul>	marine
Mesozoic	Upper Cretaceous	<ul style="list-style-type: none"> <li>W Wurno Formation</li> <li>Dk Dukamaje Formation</li> <li>T Taloka Formation</li> <li>WT Wurno &amp; Taloka Formation</li> </ul>	terrestrial
	Lower Cretaceous	<ul style="list-style-type: none"> <li>Io Illo / Sende Formation</li> <li>lBx Illo Formation - pisolithic bauxite</li> <li>Gu Gundumi Formation</li> <li>N Nupe Sandstone</li> </ul>	terrestrial
Palaeozoic	Ordovician - Silurian		marine
			fluvio-glacial
Proterozoic	Orogeny		
	<b>Crystalline basement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>gV Série du Voltaïen</li> <li>mC Metaconglomerate</li> <li>Sp Slate &amp; phyllite</li> <li>Sc Schists (undiff.)</li> <li>qz Quartzites</li> <li>qzA Quartzites de l'Atacora</li> <li>Gn Granite-Gneiss (undiff.)</li> <li>gnP Complexe granulitique-charnockitique de Pototoumana-Komp.</li> <li>gnF Complexe amphibolitique gneissique de Founogo</li> <li>Mi Migmatites</li> <li>mK Complexe migmatitique de Kandi (Dahomeyan)</li> <li>My Mylonites (undiff.)</li> <li>mA Complexe mylonitique de l'Alibori</li> <li>G Granites (undifferentiated)</li> <li>SA Serpentine, amphibolite, basic sills</li> <li>vsA Complexe volcano-sédimentaire d'Alibori,</li> </ul>		

Figure 3 : Carte géologique de la zone pilote 1 (BGR & ABN, 2019)

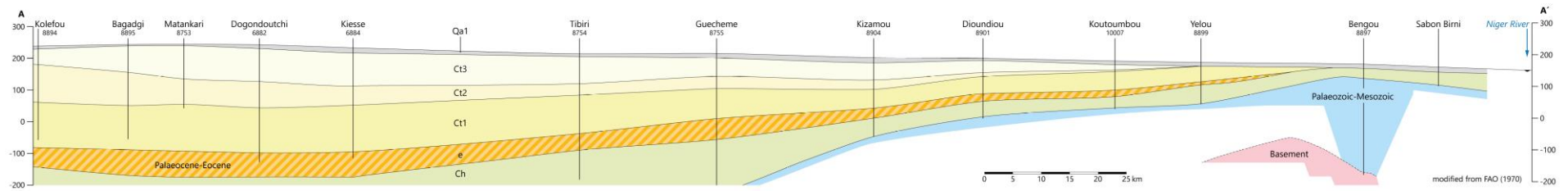


Figure 4 : Coupe géologique N-S suivant l'axe du Dallol Maouri dans la partie nigérienne du Bassin des lullemeden (BGR & NBA, 2019 modifié d'après FAO, 1970)

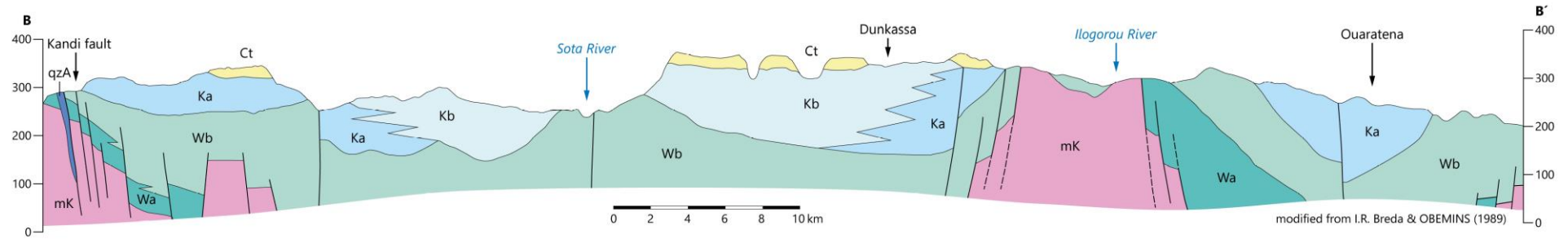


Figure 5 : Coupe géologique O-E du Bassin de Kandi (BGR & NBA, 2019 modifié d'après Istituto Ricerche Breda & OBEMINS, 1989)

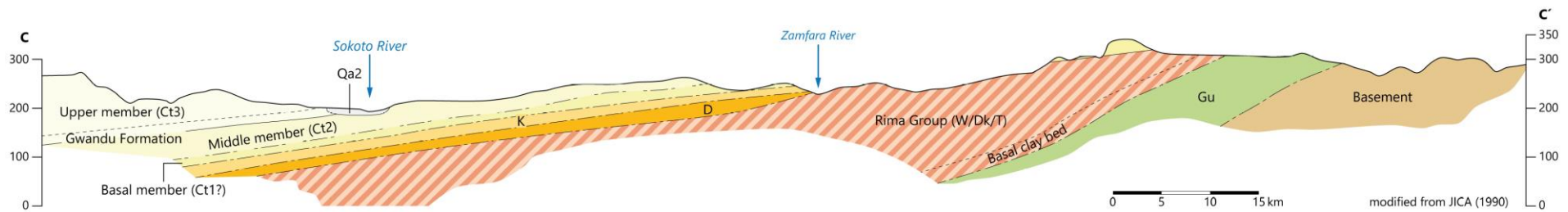


Figure 6 : Coupe géologique O-E dans la partie nigérienne du Bassin des lullemeden (BGR & NBA, 2019 modifié d'après JICA, 1990)

### 5.1.3 Contexte hydrogéologique

Des études hydrogéologiques à l'échelle des portions nationales de la zone pilote 1 ont été réalisées par la FAO/UNDP (1970) au Niger, par USGS (1973) et JICA (1990) au Nigéria et par Achidi et al. 2012 et Kpegli et al. (2015) au Bénin. Autres études à plus grand échelle dans le Bassin des lullemeden qui prennent en compte l'hydrogéologie de la zone pilote ont été effectués par Greigert (1957, 1978), Boeckh (1965), Daddy (1993), Guéro (2003), l'OSS (2011) et le projet de AIEA RAF/7/011 (2017).

À continuation un bref aperçu de la situation hydrogéologique de la zone pilote au Niger et au Bénin est présenté.

#### Niger

Dans la partie nigérienne de la zone pilote 1 les études citées décrivent un système aquifère sédimentaire multicouche, avec comme exutoire la vallée du Fleuve Niger et les vallées du Dallol Foga et du Dallol Maouri. La FAO (1970) et autres auteurs différencient les composantes suivantes pour le système aquifère:

Tableau 1 : Caractéristiques générales du système aquifère dans le sud du Bassin des lullemeden

	Lithologie	Hydraulique
Alluvions récents	Sables et argiles récentes	Aquifère continu, phréatique
Continental Terminal 3 (CT3)	Série supérieure des grès ferrugineux à pavage discontinu de cuirasse latéritique	Aquifère continu, phréatique
Continental Terminal 2 (CT2)	Série argilo sableuse à lignite, oolithes ferrugineuses	Aquitard à l'est du Dallol Foga
		Aquifère à l'ouest du Dallol Foga et à l'extrême nord de la zone pilote
Continental Terminal 1 (CT1)	Série sidérolithique à argiles ferrugineuses et grès à oolithes	Aquifère continu, captif au nord de la zone pilote
Paléocène	Marnes blanches	Aquitard présent au nord de la zone pilote qui disparaît dans une bande NO-SE entre Yélou et Bengou
Continental Intercalaire/ Hamadien (CIH)	Grès et grès argileux	Aquifère continu, captif au nord de la zone pilote et artésien dans les vallées. Aquifère phréatique où l'aquitard du paléocène disparaît
Socle précambrien	Formations métamorphiques (schistes cristallisés et gneiss)	Aquitard (sauf zones altérées/fissurées)

Pour la majorité de la partie nigérienne de la zone pilote 1 cinq aquifères peuvent être différenciés, qui selon leur répartition forment des complexes aquifères interconnectés:

1. Alluvions
2. Continental Terminal 3 (CT3)
3. Continental Terminal 2 (CT2)
4. Continental Terminal 1 (CT1)
5. Continental Intercalaire/ Hamadien (CIH)

Le biseautage des formations vers le sud est associé avec une diminution de l'épaisseur des aquitards, permettant l'interaction hydraulique entre les différents aquifères (cf. Figure 4). D'après Guéro (2003), dans une bande au sud d'environ 12,25°N les séries du CT (CT1,CT2



et CT3) forment un complexe aquifère interconnecté phréatique (cf. Figure 7 et Figure 8). Au sud de ce complexe aquifère, dans une autre bande d'orientation NO-SE, les formations du CIH ne sont plus recouvertes par des horizons imperméables (cf. cf. Figure 4 et Figure 8). Dans cette zone le CIH forme un système multicouche de nappes phréatiques et de nappes captives (FAO, 1970). Le système multicouche du CIH peut être observé sur le site d'étude de la FAO (1970) à Bengou où deux forages captent la partie inférieure captive et la partie supérieure phréatique du CIH. Dans la vallée du Fleuve Niger, le CIH peut être artésien où il est recouvert d'alluvions imperméables (forage de Malan Yaro Koara).

D'après les cartes piézométriques pour le CIH et le CT3 de la FAO (1970) (cf. Figure 8), l'exutoire majeur pour tous les deux aquifères à l'échelle régionale est la vallée du Fleuve Niger. Les vallées du Dallol Maouri et du Dallol Foga représentent des exutoires importants surtout dans le sud de la partie nigérienne de la zone pilote 1. Des forages artésiens captant le CIH peuvent être observés le long du Dallol Maouri à Dioundiou, à Koutoumbou, à Yélou et à Bengou, démontrant le caractère captif du CIH dans ces zones. Un plateau topographique entre les Dallols et la vallée du Fleuve Niger forme une zone de recharge pour les aquifères du CIH et du CT3 (cf. Figure 8).

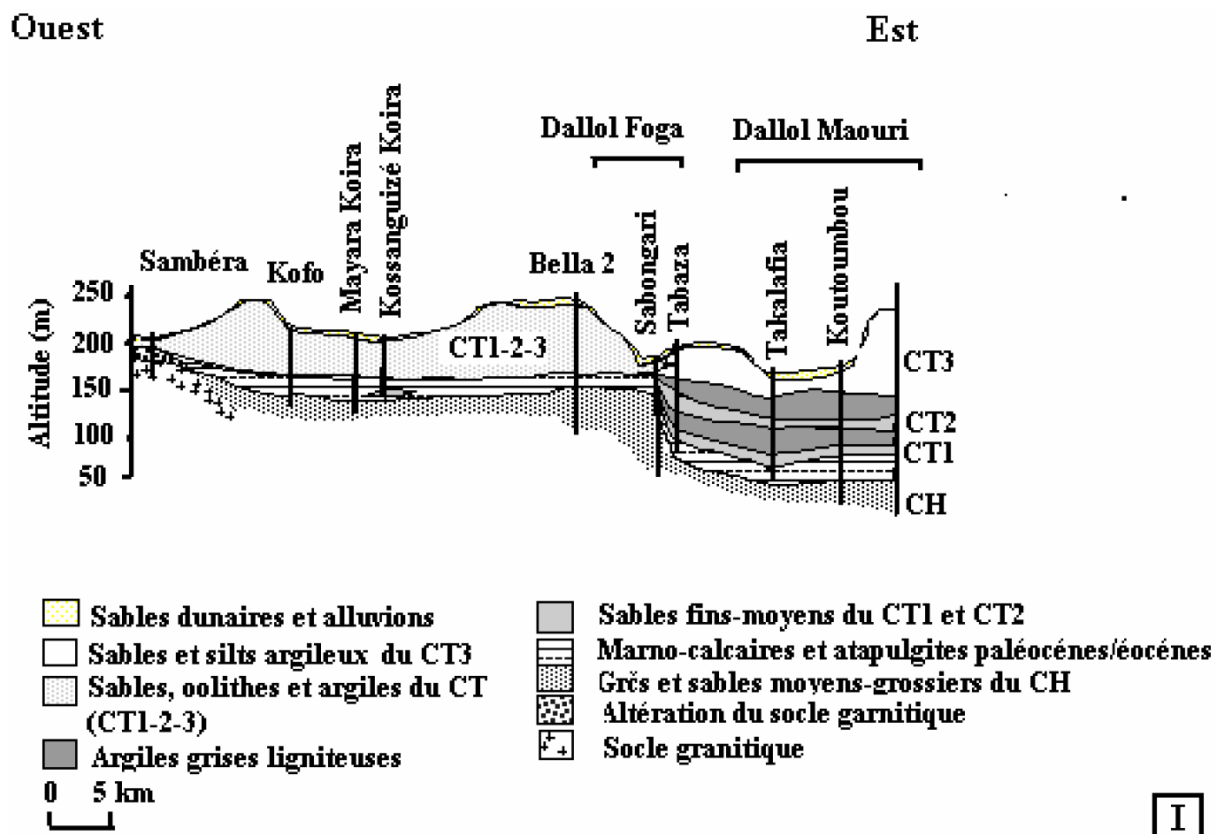


Figure 7 : Coupe géologique O-E dans partie nigérienne de la zone pilote 1 où les séries du CT forment un complexe aquifère interconnecté et phréatique (Guéro, 2003)



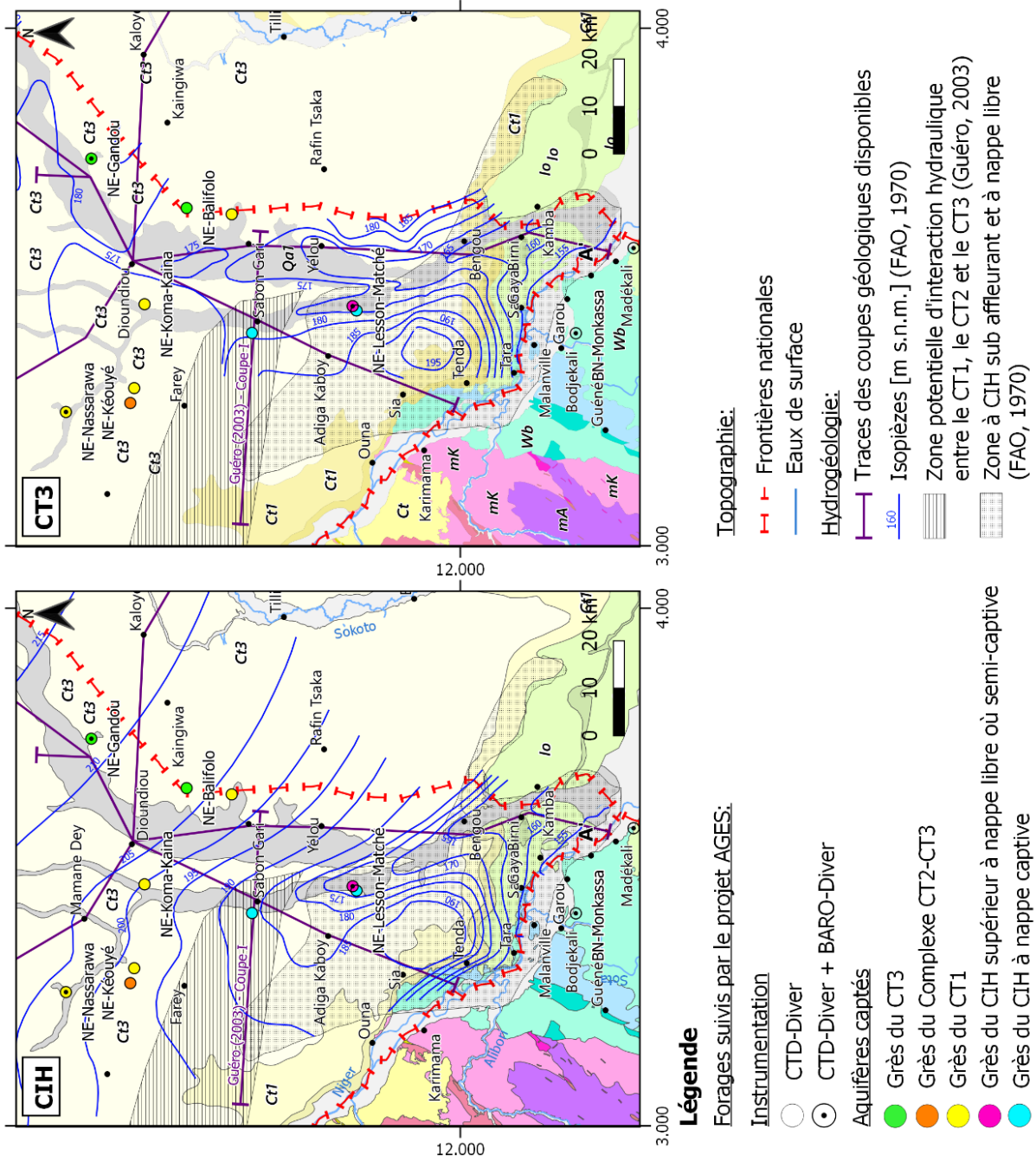


Figure 8 : Cartes piézométriques du CIH et du CT3 (modifié d'après FAO 1970)

## Bénin

La partie béninoise de la zone pilote 1 est marquée par le bassin sédimentaire de Kandi. Il est limité au sud et à l'ouest par le socle précambrien. La bordure à l'ouest est caractérisée par la faille régionale de Kandi. A l'est les sédiments du Bassin de Kandi sont en contact avec les sédiments du Bassin des Iullemeden au Nigeria. Le Bassin est subdivisé par le horst de Gbessé-Lété d'orientation SO-NE, qui forme une ligne de partage d'eau tant pour les eaux souterraines comme pour les eaux de surface (Konaté, 1996, Kpegli et al., 2015) (cf. Figure 9 et Figure 10).

La vallée du Fleuve Niger représente une zone de décharge régionale pour les aquifères du Bassin de Kandi. Dans cette vallée, un artésianisme peut être observé où les formations gréseuses sont recouvertes d'alluvions imperméables (forage de Madécali). Une autre structure de décharge est la vallée du fleuve pérenne Sota, qui prend sa source au sud du Bassin de Kandi et embouche au Nord dans le Fleuve Niger.

D'après Boukari (2007), Achidi et al. (2012) et Kpegli et al. (2015), Alidou et al. (1983, 1991) et Konaté et al. (1994, 1996), le système aquifère dans le Bassin du Kandi peut être décrit de façon généralisée comme montré dans le Tableau 2 et dans la coupe géologique (Figure 9) ci-dessous:

Tableau 2 : Caractéristiques générales du système aquifère dans le Bassin de Kandi

	Lithologie	Hydraulique
Alluvions récentes	Sables/Argiles	Aquifère phréatique
Aquifère supérieur (Formation de Kandi)	Grès fins de marée, siltites, microconglomérats	Aquifère continu, phréatique
Aquifère inférieur (Formation de Wéré)	Conglomérats, brèches et grès grossiers lacustres	Aquifère continu, en majorité semi-captif, phréatique au sud et à la bordure ouest
Socle	Granites et formations métamorphiques (schistes cristallisés et gneiss)	Aquitard (sauf zones altérées/fissurées)

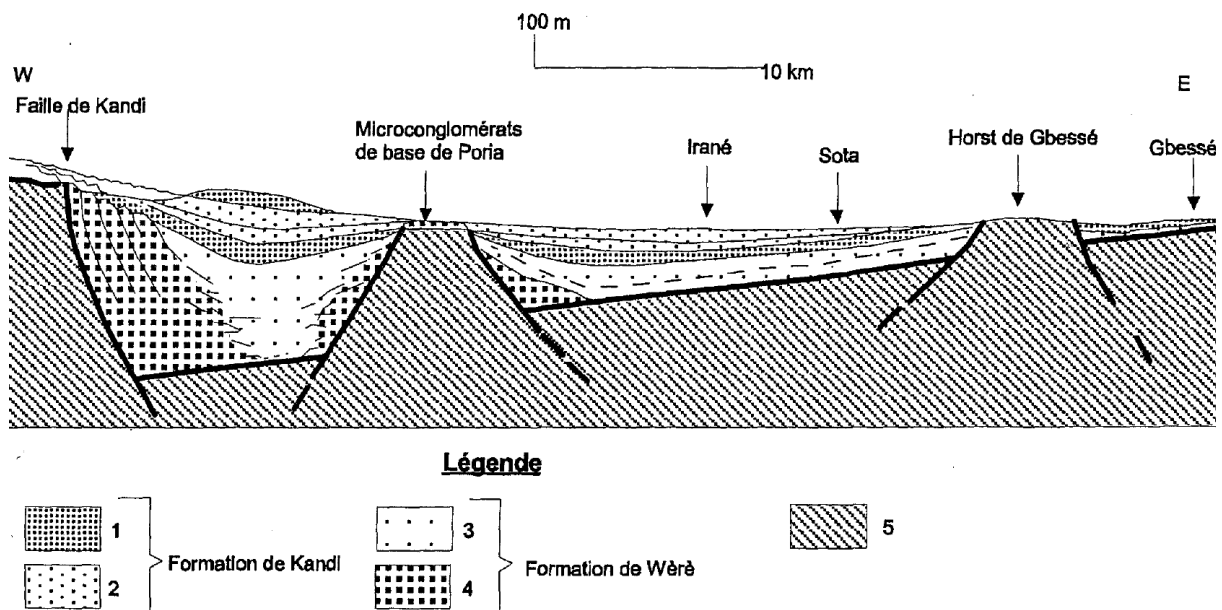


Figure 9: Coupe géologique interprétative du Bassin de Kandi (Boukari 2007, d'après Konaté 1996). 1) Siltites; 2) Grès fins tidaux avec un fond micro-conglomératique 3) Grès fluviatiles 4) Conglomérats et brèches 5) Socle

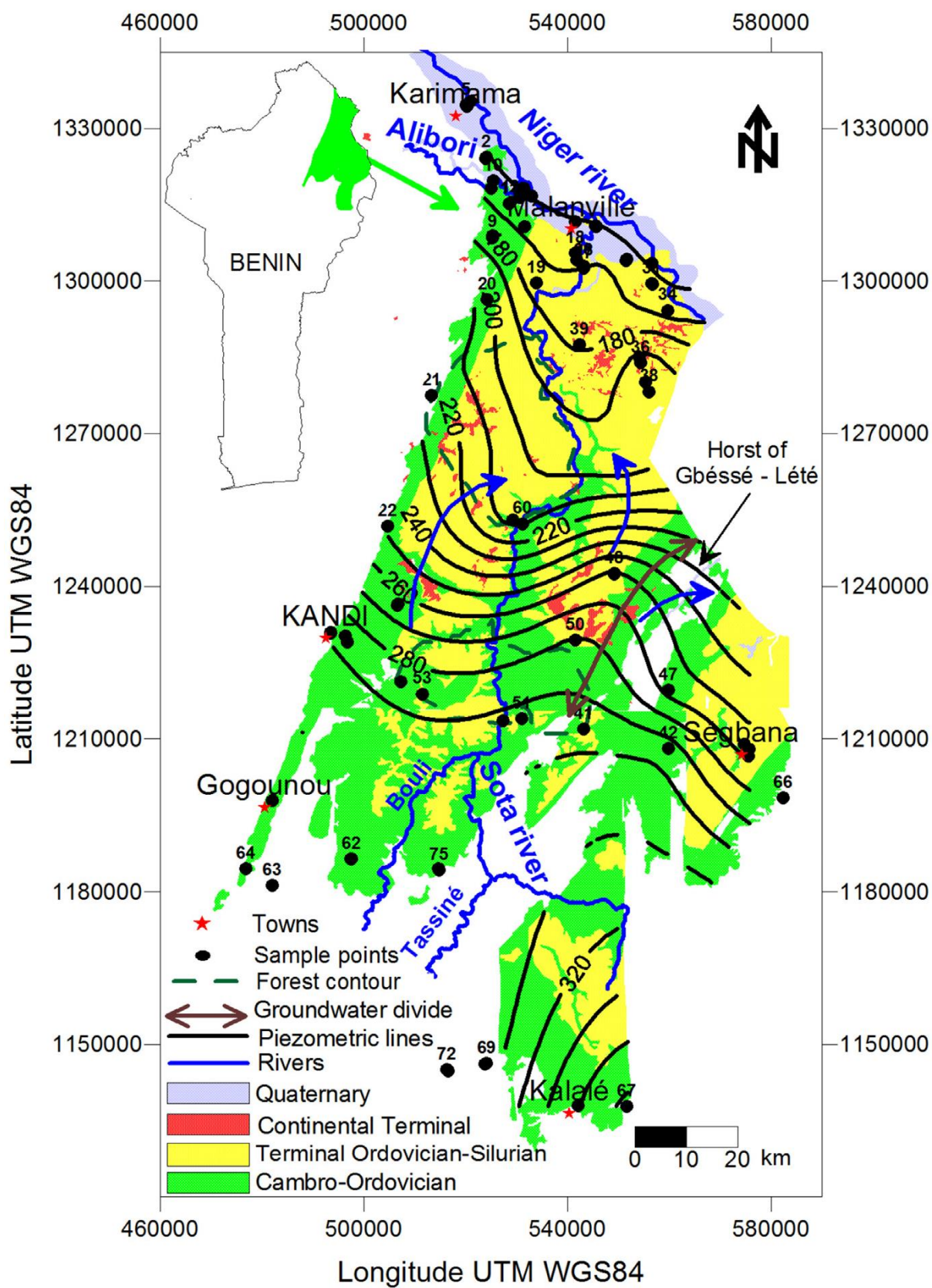


Figure 10: Carte piézométrique du Bassin de Kandi (Kpegli et al, 2015).



#### 5.1.4 Caractéristiques du réseau de suivi des eaux souterraines

Dans la zone pilote 1, 18 forages ont été suivis en 2018, dont 10 au Niger et 8 au Bénin (Figure 11). Le manque d'informations de base (coordonnées, coupes techniques et lithologiques des forages) au Nigéria a empêché l'extension du réseau de suivi dans la partie nigériane. Les caractéristiques des forages et les résultats du suivi sont résumés sur les fiches d'identité des forages extraites de la base de données AGES (Annexe 1) (Version : 20190502\_1742\_RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER). Les coordonnées des forages ont été déterminées avec un GPS manuel (exactitude maximale ~ 3 m).

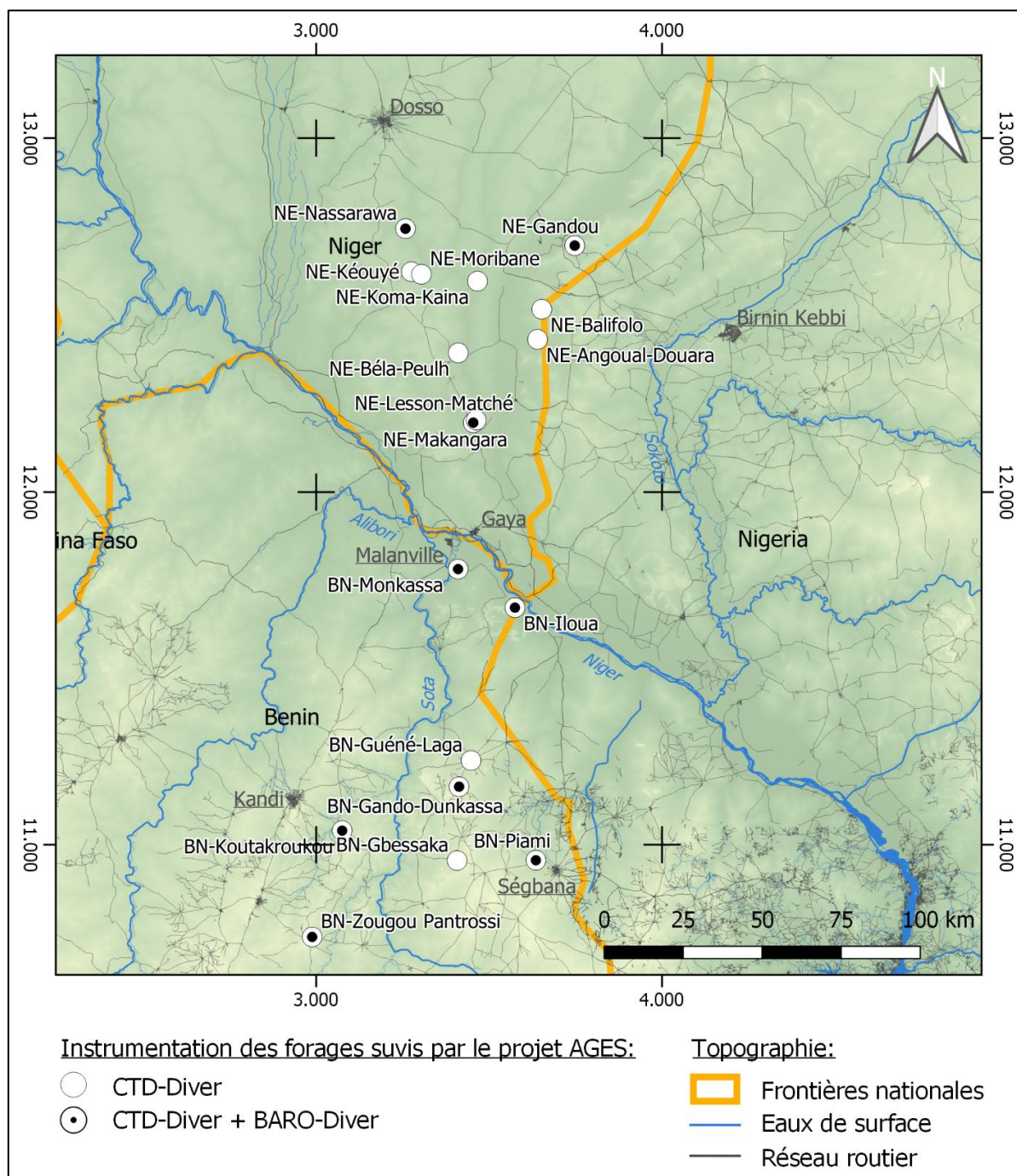


Figure 11 : Carte générale des forages suivis dans la zone pilote 1

### 5.1.5 Résultats du suivi des eaux souterraines

#### Niger

Dans la partie nigérienne, l'ABN et de la DRH Niger, avec le soutien du projet AGES, ont équipé dix forages avec des enregistreurs automatiques et effectué des échantillonnages hydrochimiques et isotopiques ( $^{18}\text{O}$  et  $^2\text{H}$ ) à fréquence semestrielle. Les ouvrages suivis sont des forages dédiés à l'approvisionnement en eaux potable et ne sont pas de véritables piézomètres. Tous ces forages sont équipés de pompes à motricité humaine dont trois étaient en panne pendant toute la période de suivi (Nassarawa, Moribane et Angoual-Douara). Pour mesurer le niveau statique sans influence de pompage, les enregistreurs sont programmés pour mesurer la pression de la colonne d'eau toutes les 24 heures à minuit. Moins que 0,5% des mesures montrent des événements de pompage. Le fait que les pompes sont enlevées et remises aux cours des interventions met en danger les enregistreurs et la continuité de mesures. Sur le point de mesure de Kéouyé par exemple, l'enregistreur a été enlevé par l'artisan réparateur de pompes le 02.11.2017 et gardé par la population jusqu'à l'arrivée de l'équipe AGES le 06.03.2018. A Balifolo l'enregistreur a été enlevé pour une réparation de la pompe le 16.10.2018 et n'a pas été correctement remis dans le forage par le réparateur après cette opération. Un forage qui a été objet de suivi du 10.03.2018 au 22.11.2018 a dû être abandonné parce qu'il a été transformé en forage pour l'approvisionnement en eau potable avec un château d'eau et une pompe électrique.

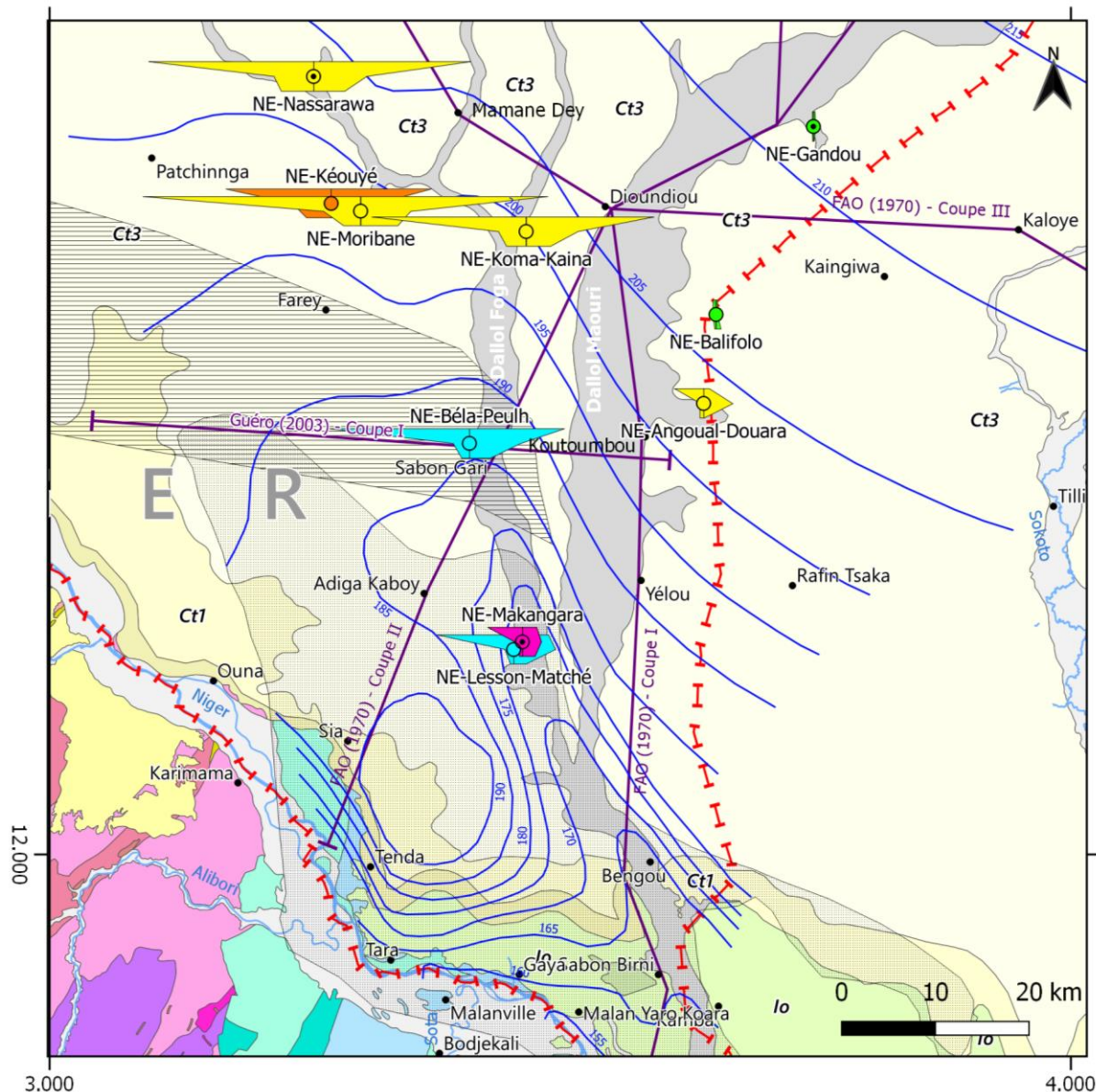
Un autre désavantage de l'équipement des forages en exploitation est que les mesures manuelles et la lecture des enregistreurs se font en générale pendant la journée donc pendant le temps d'exploitation du forage. La mesure manuelle du niveau statique peut alors être influencée par le rabattement de la nappe dû à l'exploitation. Ces désavantages mettent en évidence la nécessité de disposer des véritables piézomètres bien protégés et uniquement dédiés au suivi des eaux souterraines.

La plupart des forages suivis captent les aquifères du CT1 ou du CIH entre 70 m et 120 m (cf. Figure 12). Pour les forages à l'ouest du Dallol Foga, le manque de connaissances sur la géométrie exacte des aquifères CT1 et CIH empêche une interprétation correcte des mesures et résultats. D'après la géométrie déduite des coupes géologiques de la FAO (1970) et Guéro (2003), les forages de Béla Peulh et de Lesson-Matché captent le CIH à nappe captive et les forages de Koma-Kaina, de Moribane, de Nassarawa et de Angoual Douara le CT1.

Tous ces ouvrages montrent des signatures d'isotopes stables appauvries (moyenne  $\delta^{18}\text{O} = -8,02$  et moyenne  $\delta^2\text{H} = -55,02$ ) par rapport aux précipitations modernes (cf. Figure 13), indiquant une origine de recharge paléo climatique comme déjà proposé par Guéro (2003).

Quatre forages captent les nappes moins profondes. Les forages de Gandou et de Balifolo captent le CT3, qui forme une nappe phréatique à l'est du Dallol Maouri. Le forage de Kéouyé capte le complexe aquifère du CT2 et du CT3 à l'ouest du Dallol Foga où ces formations sont hydrauliquement interconnectées (cf. Figure 7).

Pendant que Lesson-Matché capte le CIH profond à environ 110 m s.n.m avec des signatures isotopiques clairement appauvries par rapport aux précipitations récentes, le forage de Makangara capte le CIH à environ 135 m s.n.m. avec des signatures isotopiques moins appauvris, indiquant l'influence des précipitations modernes et donc une interconnexion hydraulique avec les formations sus-jacentes du CT (cf. Figure 13).



Forages suivis par le projet AGES:

Instrumentation

- CTD-Diver
- ⊙ CTD-Diver + BARO-Diver

Aquifères captés

- Grès du CT3
- Grès du Complexe CT2-CT3
- Grès du CT1
- Grès du CIH supérieur
- Grès du CIH à nappe captive

Topographie:

- Frontières nationales
- Eaux de surface

Hydrogéologie:

- Traces des coupes géologiques disponibles
- 160 Isopièzes CIH [m s.n.m.] (FAO, 1970)
- Zone potentielle d'interaction hydraulique entre le CT1, le CT2 et le CT3 (Guéro, 2003)
- Zone à CIH sub affleurant et à nappe libre (FAO, 1970)

Diagramme Stiff échelle:

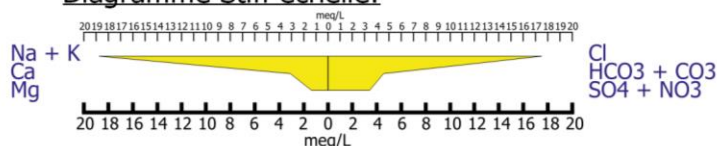


Figure 12 : Carte des piézomètres suivis dans la partie nigérienne de la zone pilote 1



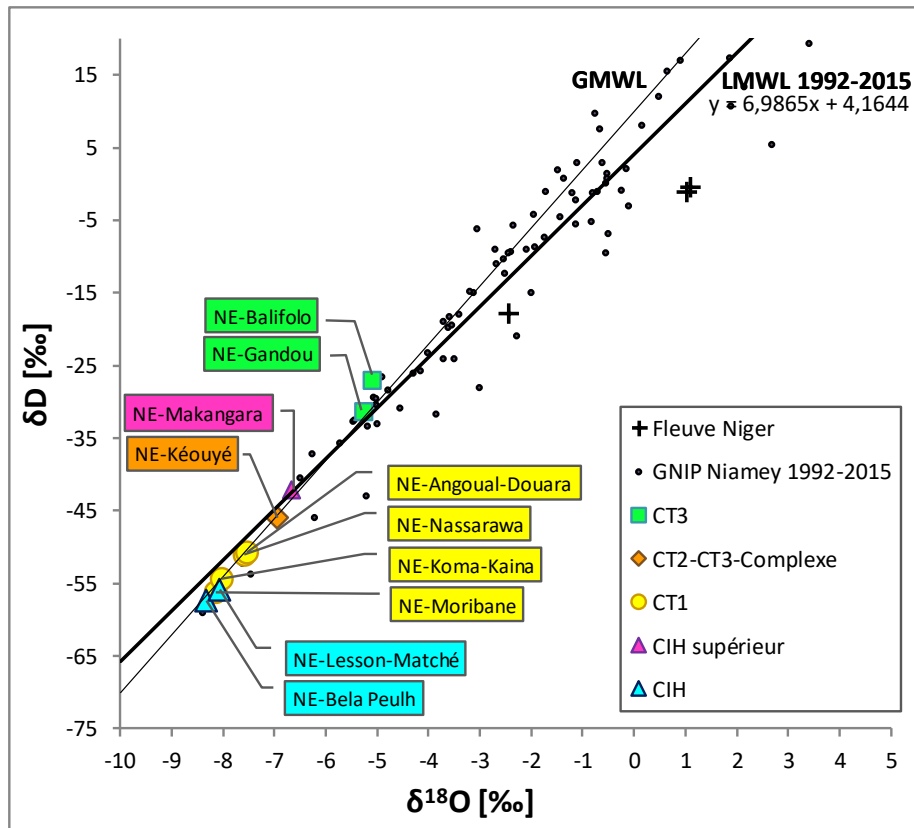


Figure 13 : Signatures  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^2\text{H}$  dans la partie nigérienne de la zone pilote 1 en 2018

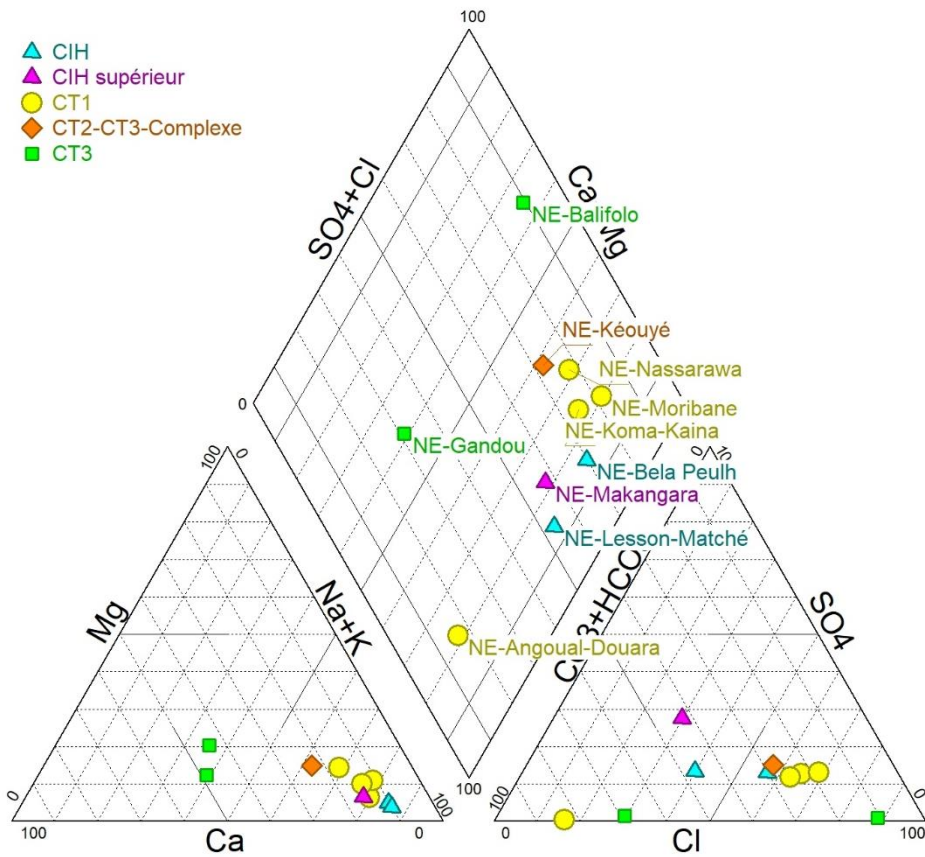


Figure 14 : Facies hydrochimiques des eaux souterraines captées dans la partie nigérienne de la zone pilote 1 en 2018

Les analyses hydrochimiques des eaux captées montrent qu'à l'ouest du Dallol Maouri, dans une bande N-S de Nassarawa jusqu'à Béla-Peulh, les eaux souterraines du CT1 et du CIH présentent un faciès hydrochimique chloruré sodique avec des conductivités électriques allant jusqu'à 2750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Moribane) (c.f. Figure 12). Les concentrations élevées en chlorure de sodium dans cette zone sont d'origine géogénique et proviennent probablement des marno-calcaires paléocènes/éocènes séparant le CIH et le CT1 (Guéro, 2003). Les minéralisations élevées sont associées avec des concentrations en fluor (concentration max. 2,1 mg/l) qui dépassent légèrement les valeurs guides de 1,5 mg/l de l'OMS (2017).

Suivant la classification Wilcox (1948), l'applicabilité de ces eaux souterraines pour l'irrigation est médiocre à mauvaise dans la zone concernée (BGR & ABN, 2018). En plus, les eaux souterraines du complexe CT2-CT3 captées à Kéouyé montrent un faciès hydrochimique chloruré sodique indiquant une influence des eaux plus profondes du CT1. Cette influence est confirmée par les valeurs  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^2\text{H}$  appauvries par rapport à la signature isotopique des eaux météoriques et du CT3 (cf. Figure 13). Une drainance ascendante du CT1 au complexe CT2-CT3 a déjà été observé par Guéro (2003) dans le forage de Patchingga ~20 km à l'ouest du forage de Kéouyé (cf. Figure 12). Dans la zone de Kéouyé une telle drainance est favorisée par un gradient hydraulique du CT1 (Moribane, côte piézométrique: ~205 m s.n.m.) au complexe CT2-CT3 (Kéouyé, côte piézométrique: 187 m s.n.m.). A l'échelle de la zone pilote une drainance ascendante du CT1 au aquifères sus-jacents est probable dans les zones de transition entre le système des aquifères bien séparées au nord de la zone pilote (Figure 16) et la zone où ces aquifères sont hydrauliquement interconnecté due au biseautage des formations vers le sud (Figure 15 entre Dioundiou et Sabongari).

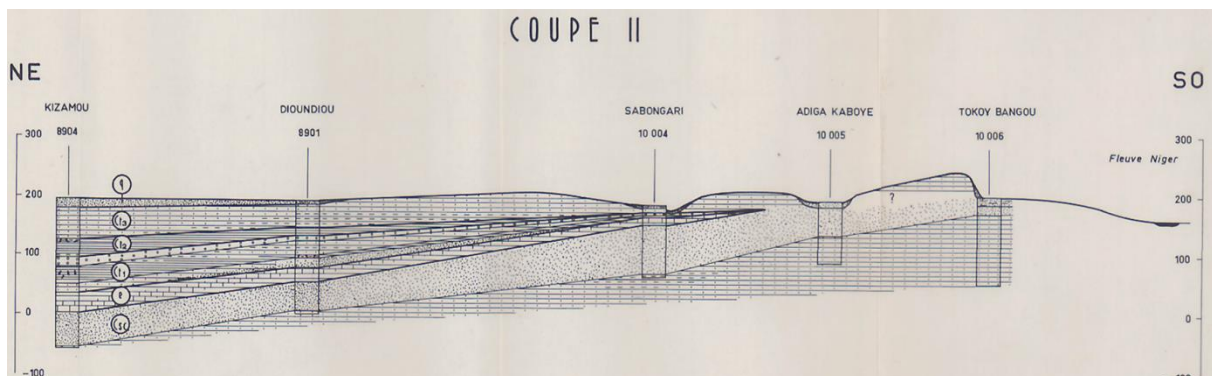


Figure 15 : Coupe géologique SO de la partie nigérienne de la zone pilote 1 (FAO, 1970).

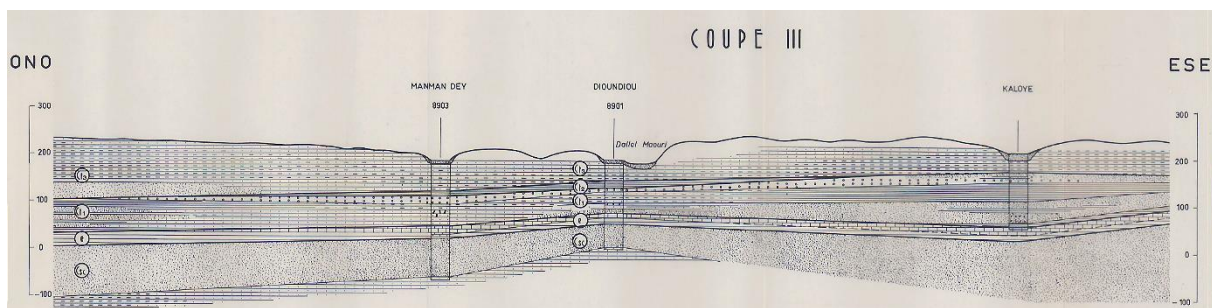


Figure 16 : Coupe géologique ONO-ESE dans le Nord de la partie nigérienne de la zone pilote 1 (FAO, 1970).



L'évolution du niveau piézométrique de tous les forages suivis dans la partie nigérienne montre que le maximum du niveau est atteint vers la fin de saison pluvieuse en septembre et octobre. L'augmentation de la cote piézométrique dans les aquifères captifs pendant la saison pluvieuse est probablement liée à un transfert latéral de flux de type « piston flow » depuis les zones de recharge qui sont situées hors de la zone pilote. Cette composante de « piston flow » a déjà été déterminée par Guéro (2003) à l'aide de datations Tritium dans le nord du Dallol Maouri. Dans la zone pilote les signatures  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^2\text{H}$  appauvries des nappes captives par rapport aux précipitations modernes soulignent que la composante de recharge diffuse moderne provenant du secteur de la zone pilote est négligeable pour les aquifères captifs du CIH et du CT1 (cf. Figure 13). Le minimum du niveau est atteint entre juillet et mi-août dans tous les forages.

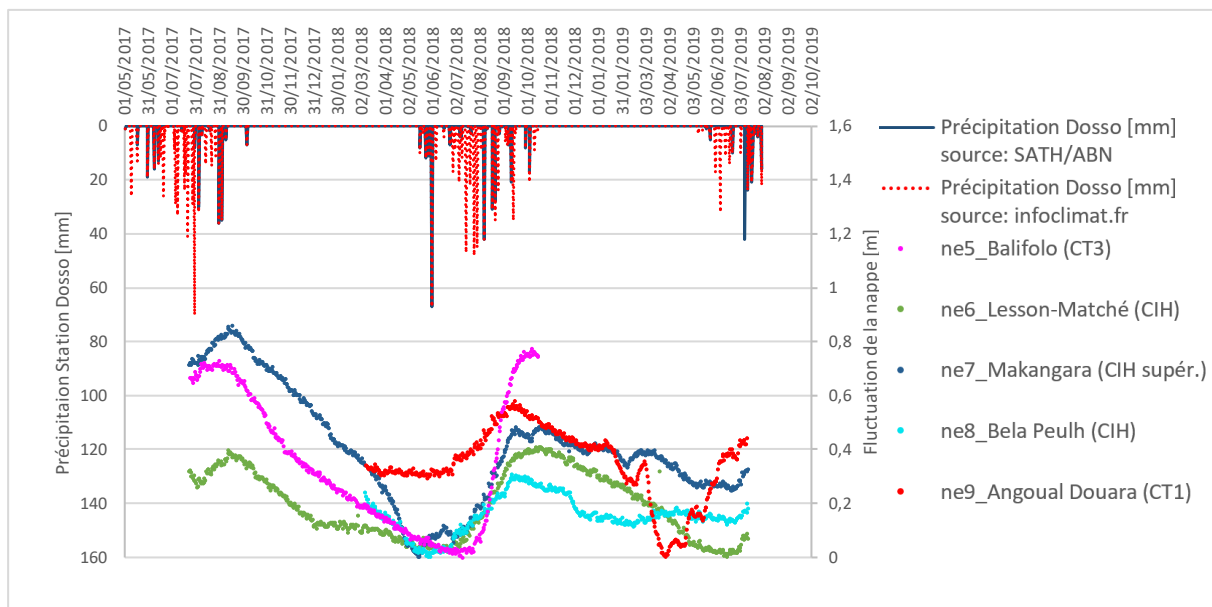
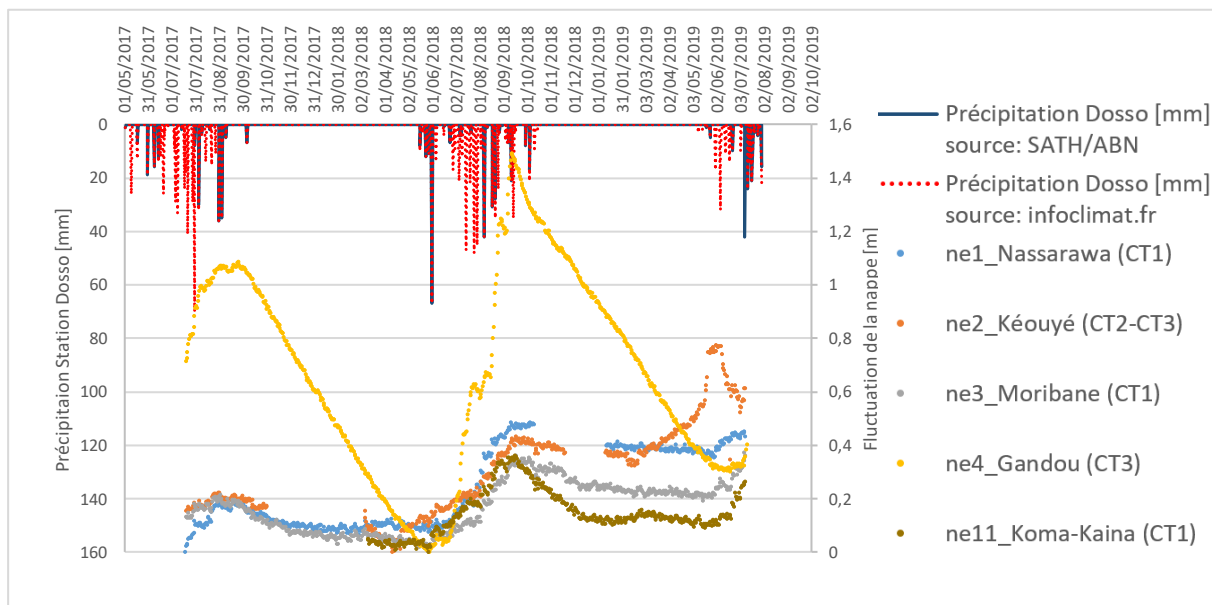


Figure 17 : Fluctuations du niveau piézométrique dans les forages suivis au Niger (AGES) et précipitations à la station météorologique de Dosso

## Bénin :

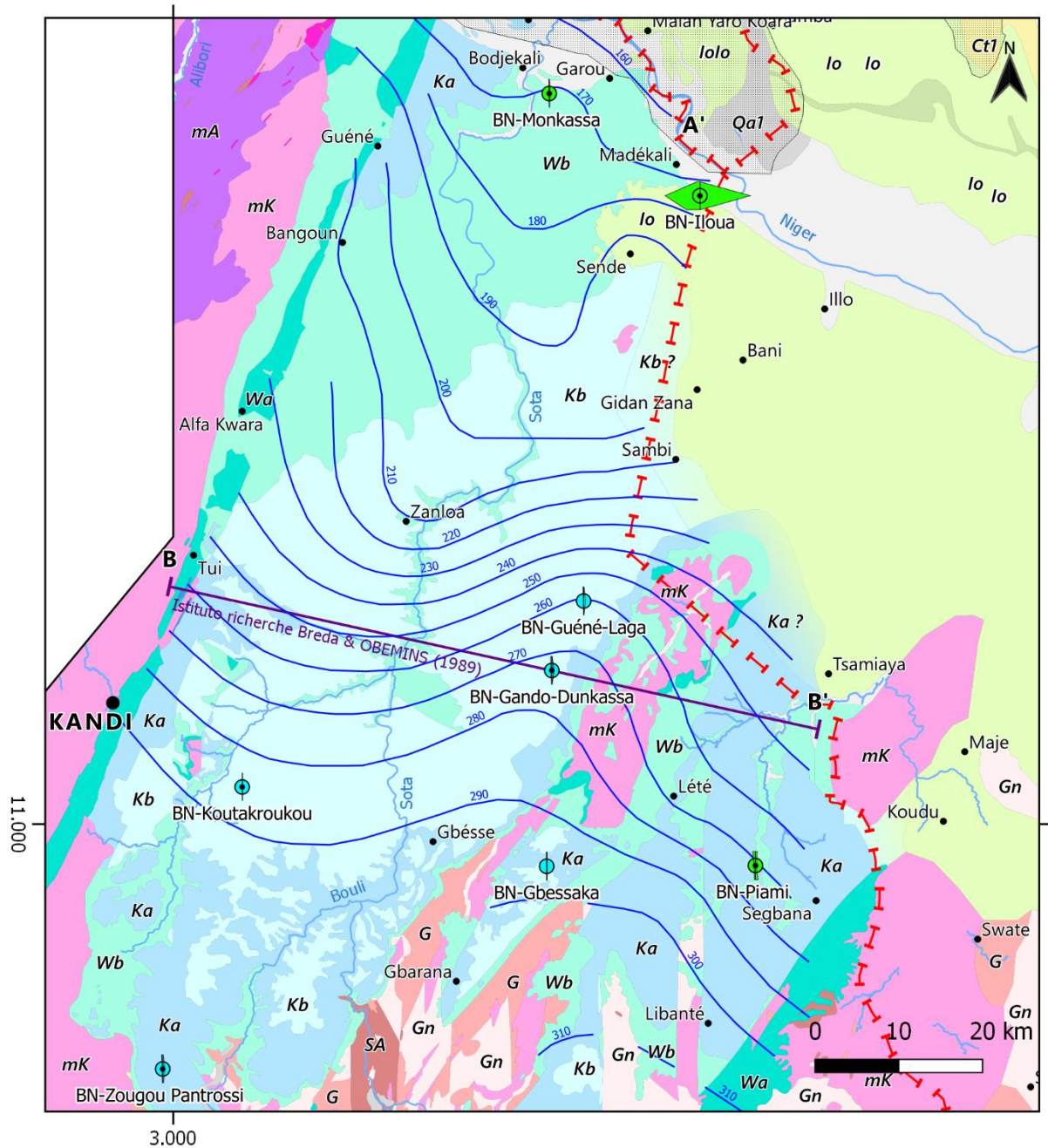
Au Bénin, 8 forages font partie du réseau de suivi dans la zone pilote 1. Les premiers enregistreurs automatiques ont été installés en octobre/novembre 2017. Pour 5 forages le suivi s'inscrit dans le cadre d'un suivi piézométrique étatique entre 2009 et 2015. 3 forages sont équipés des pompes à motricité humaine (Gando-Dunkassa, Iloua et Gbessaka). Pour mesurer le niveau statique sans influence de pompage, les enregistreurs sont programmés pour enregistrer la pression de la colonne d'eau chaque jour à minuit. Les courbes ne sont pas dérangées par des travaux sur les pompes à motricité humaine.

La description lithologique sur les coupes de forages est très générale et ne contient pas d'interprétation stratigraphique ; ce qui empêche l'association propre des forages à un aquifère précis. D'après la carte géologique (BGR & ABN, 2019), cinq forages captent l'aquifère supérieur (Formation de Kandi) : Zougou-Pantrossi, Koutakroukou, Gbesska, Gando-Dunkassa et Guene Laga. Les forages de Piami, de Monkassa et de Iloua captent l'aquifère inférieur (Formation de Wéré) dans sa partie non-confinée (Figure 18).

Les analyses des isotopes stables  $^{18}\text{O}$  et  $^2\text{H}$  montrent que la majorité des valeurs  $\delta^2\text{H}$  et  $\delta^{18}\text{O}$  sont groupées dans une marge étroite entre -23,2 ‰ et -25,8 ‰ pour  $\delta^2\text{H}$  et -4,43 ‰ et -4,81 ‰ pour  $\delta^{18}\text{O}$  (cf. Figure 19). Ces signatures sont très proches des signatures moyennes des précipitations (-26,4 ‰ pour  $\delta^2\text{H}$  et -4,3 ‰ pour  $\delta^{18}\text{O}$ ) et du CT3 phréatique observés par Guéro (2003) dans la partie nigérienne de la zone pilote 1, soulignant l'influence prédominante d'une recharge des eaux des précipitations modernes. Les signatures isotopiques dans le forage d'Iloua sont par contre clairement appauvries ( $\delta^2\text{H}$  : -38,9 ‰ et  $\delta^{18}\text{O}$  : -6,22 ‰ en mai 2018) par rapport à la signature des précipitations modernes indiquant l'influence d'eaux anciennes rechargées sous des conditions paléoclimatiques. Des signatures isotopiques similaires ont été observées par le projet AGES et l'AIEA Projet RAF/7/011 (2017) dans une bande NO-SE à Madékali, Garou Tedji et Djindegabi (cf. Figure 20). Cette bande fait partie d'une zone de décharge d'eaux anciennes plus large qui s'étend jusqu'au Niger et qui peut être observée sur les sites de Malan Yaro Koara, Kanda Koara Tegui et Gatawani. Le faciès hydrochimique de tous ces sites, à l'exception de Malan Yaro Koara, est très similaire du faciès trouvé au Bénin, indiquant la provenance des eaux du même aquifère (cf. Figure 20).

A l'intérieur du Bassin de Kandi le projet AGES n'a identifié qu'un seul site (forage de Zanloa avec 5 crépines entre 56,83 m et 231,75 m) qui démontre la présence d'eaux souterraines anciennes ( $\delta^2\text{H}$  : -37,2 ‰ et  $\delta^{18}\text{O}$  : -5,86 ‰) (voir Figure 18). Les autres études isotopiques de l'AIEA Projet RAF/7/011 (2017) et de Kpegli (2015) ont observée des signatures isotopiques appauvries ( $\delta^2\text{H} < 36$  ‰) que dans l'extrême Nord du Bassin de Kandi.

Les eaux du fleuve Sota, prélevées par le projet AGES au niveau du pont de la RNIE7 entre Kandi et Segbana, ne montrent pas une influence signifiante d'effets d'évaporation ni en mai ni en décembre 2018.



Forages suivis par le projet AGES:

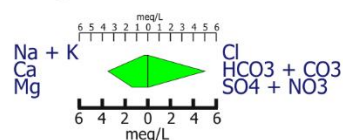
Instrumentation

- CTD-Diver
- ⊙ CTD-Diver + BARO-Diver

Aquifères captés

- Formation de Wéré
- Formation de Kandi

Diagramme Stiff échelle:



Topographie:

- Frontières nationales
- Eaux de surface

Hydrogéologie:

- Trace des coupes géologiques
- 160 Isopièzes [m s.n.m.] (Kpegli, 2015)
- Zone à CIH sub affleurant et à nappe libre (FAO, 1970)

Figure 18 : Carte des piézomètres suivis dans la partie béninoise de la zone pilote 1

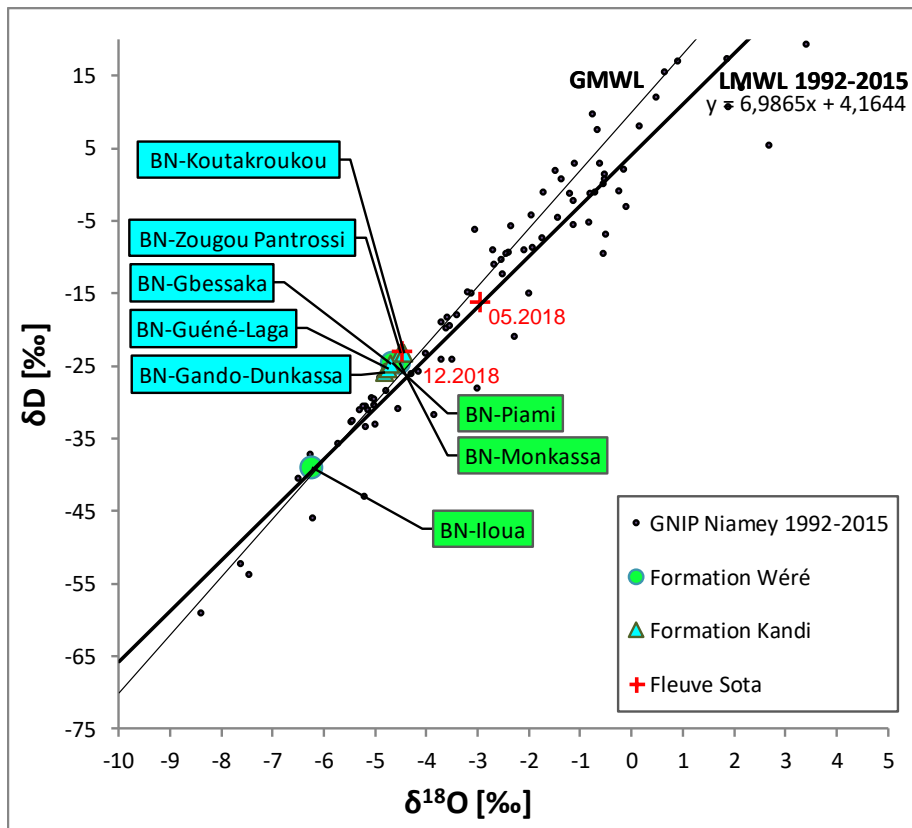


Figure 19 : Signatures  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^2\text{H}$  dans la partie béninoise de la zone pilote 1 en 2018

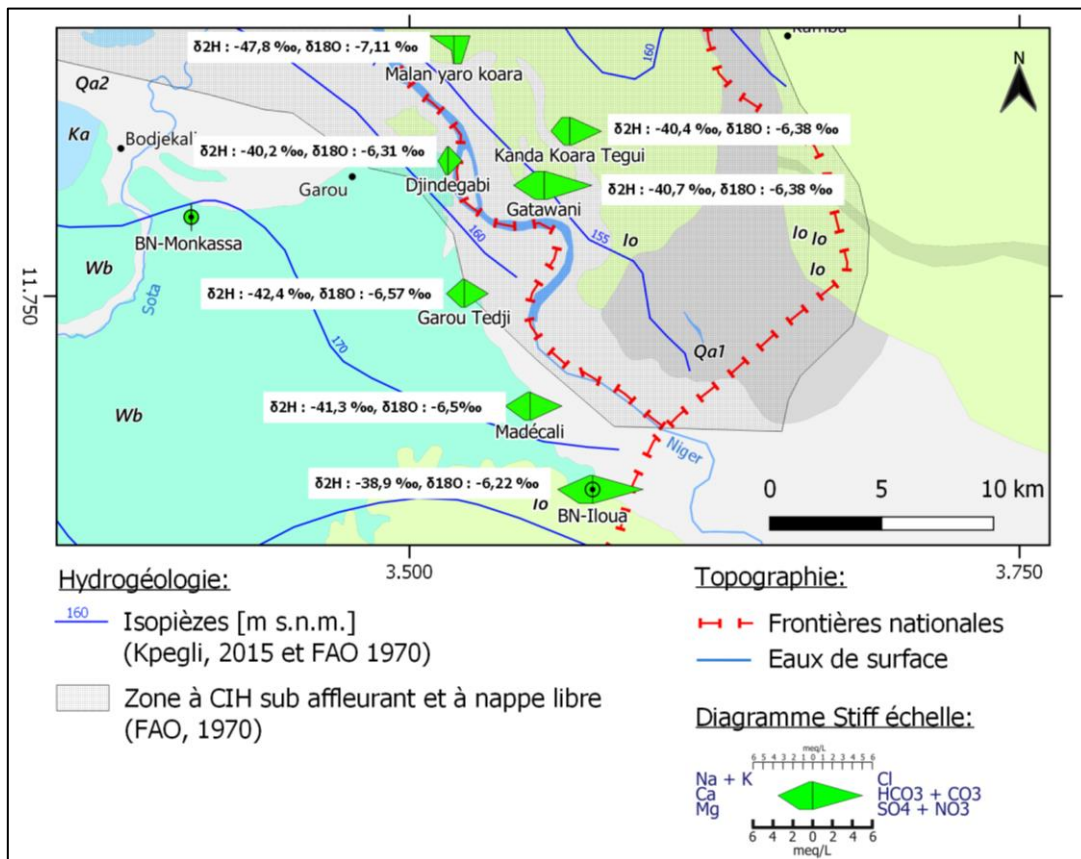


Figure 20 : Forages dans la vallée du Fleuve Niger captant des eaux souterraines avec une signature isotopique paléoclimatique



Les analyses hydrochimiques des eaux captées montrent que toutes les eaux, sauf à Piami, ont un faciès bicarbonaté sodique et potassique ou un faciès bicarbonaté calcique et magnésien avec l'oua dans le pôle bicarbonaté calcique et Monkassa dans le pôle bicarbonaté sodique (cf. Figure 21). Dans le forage de Piami, situé dans un quartier ouest du village Piami, les concentrations en nitrates et en chlorures élevées ( $\text{NO}_3^{2-}$  : 8,36-15,2 mg/l ; Cl : 2,79-6,2 mg/l en 2017 et 2018) par rapport aux autres forages suivis sont probablement d'origine anthropogénique dont les sources restent à être localisées. La majorité des eaux souterraines est très peu minéralisée < 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$  avec comme exception Piami (64,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) et l'oua (359  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

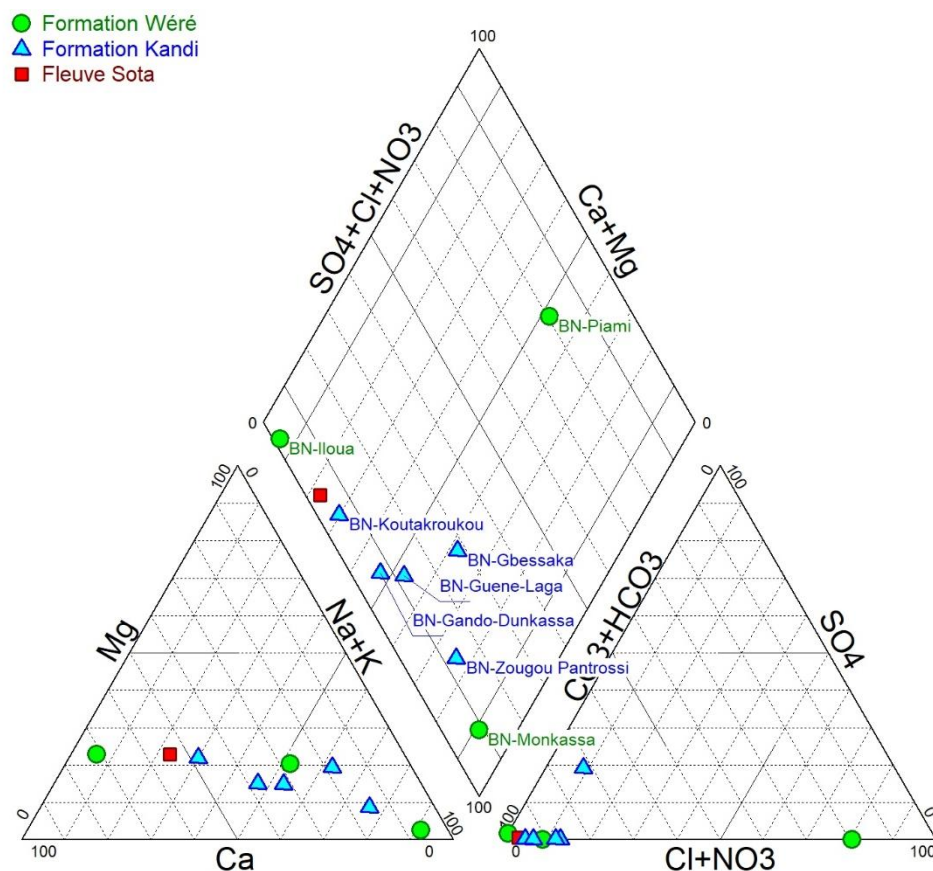


Figure 21 : Faciès hydrochimiques du fleuve Sota et des eaux souterraines captées dans la partie béninoise de la zone pilote 1 en 2018

L'évolution du niveau piézométrique dans la majorité des forages suivis montre que les minimas du niveau sont atteints en mars et en juin (voir Figure 22). Les courbes des forages de Koutaktoukou et de Monkassa atteignent le minimum plus tard en juillet et en août respectivement, donc au milieu de la saison pluvieuse. Les niveaux de la nappe dans les forages de Guéné Laga, de Koutakroukou, de Monkassa et de Gbessaka sont très élevés en décembre 2018 en comparaison avec décembre 2017, malgré que la somme de la précipitation annuelle est très similaire pour les deux années (Station météorologique à Kandi : 2017 : 716,5 mm/1102 mm ; 2018 : 727,3 mm/ 1123 mm (sources : SATH/ABN / infoclimat.fr). Pendant le rapportage, des importantes différences ont été identifiées entre les différents sources de données météorologiques disponibles. Pour le futur l'acquisition des données météorologiques sera soutenue par trois stations installées par le projet AGES sur les sites de Piami, Zougou Pantrossi et Guéné Laga.

À Piami et à Zougou Pantrossi les maxima étroits et la réaction instantanée aux précipitations indiquent que les deux forages captent des aquifères phréatiques dans une zone de recharge. Les forages de Koutakroukou et de Gbessaka par contre, montrent des courbes typiques d'aquifères captifs avec un maximum peu accentué et décalé (avril 2019) par rapport à la saison pluvieuse (mai 2018 - octobre 2018).

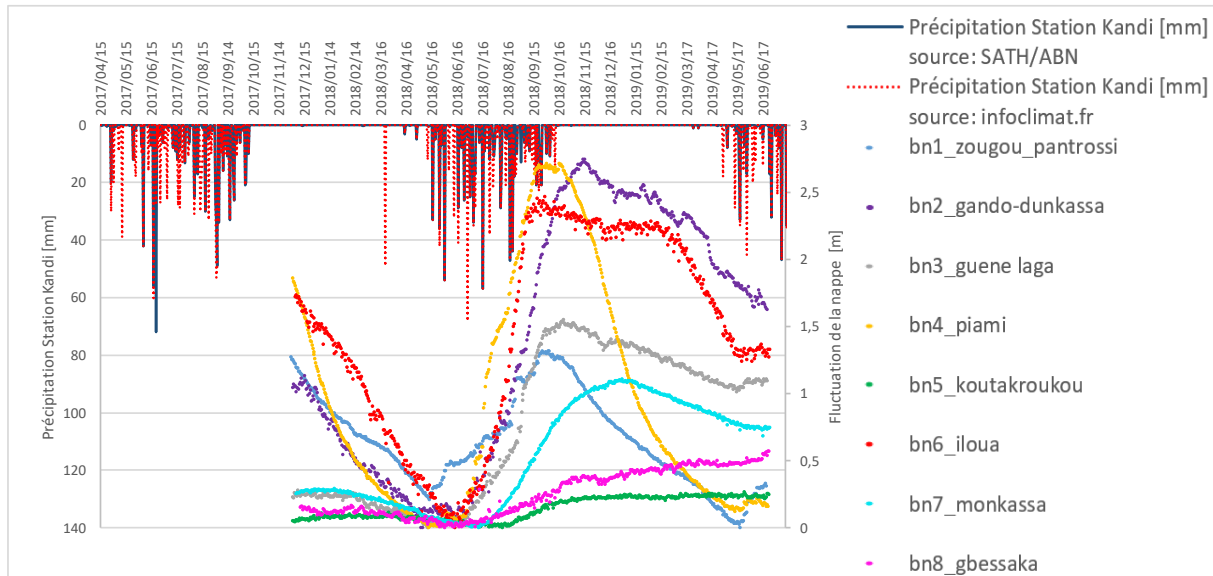


Figure 22 : Fluctuations du niveau piézométrique dans les forages suivis au Bénin (AGES) et précipitations à la station météorologique de Kandi (SATH/ORIO, 2019)

## 6 Conclusions

Ce travail constitue une contribution à l'établissement d'un réseau de suivi des eaux souterraines à l'échelle du bassin du Niger et à la connaissance du fonctionnement des aquifères dans la région transfrontalière entre le Bénin, le Niger et le Nigeria.

Les activités du projet AGES ont particulièrement porté sur la définition de critères de sélection pour les piézomètres qui peuvent être intégrés dans un réseau de suivi à l'échelle du bassin du Niger, la validation des piézomètres proposés par les états membres de l'ABN, et l'établissement d'un réseau de suivi des eaux souterraines dans la région transfrontalière entre le Bénin, le Niger et le Nigeria avec un accent sur le suivi piézométrique et la caractérisation chimique et isotopique des eaux souterraines.

L'établissement du réseau de suivi des eaux souterraines à l'échelle du bassin du Niger a pour but de collecter des données nécessaires pour une interprétation transfrontalière et régionale de l'évolution quantitative et qualitative de la ressource. Lors d'un atelier organisé par le projet AGES à Niamey en novembre 2016, l'ABN et ses pays membres ont convenus que le suivi de l'impact du changement climatique sur les ressources en eaux souterraines soit retenu comme objectif principal du réseau de suivi régional avec toutefois un accent sur la problématique du suivi des ressources en eaux souterraines des aquifères transfrontaliers. Les activités du projet ont permis de définir des critères techniques pour les piézomètres qui vont être intégrés dans le réseau de suivi. Dans un processus de validation 96 piézomètres proposés par les états membres et répondant aux critères techniques préliminaires ont été identifiés. Le processus d'établissement d'un réseau de suivi basé sur les réseaux nationaux existants est affecté par le manque d'un suivi continu et fiable dans la plupart des états membres. Les pays qui disposent d'un réseau de suivi étatique sont le Mali, le Burkina Faso, le Bénin, le Niger et le Nigeria avec comme problèmes communs le manque des moyens financiers, la situation sécuritaire dégradée, le manque d'informations techniques des forages suivis et un manque de l'orientation du suivi vers le besoin d'informations pour répondre à des problèmes spécifiques de la gestion des eaux souterraines. Une stratégie pour l'établissement d'un réseau de suivi régional doit donc d'abord se focaliser sur l'établissement et le renforcement de ces réseaux étatiques.

Dans deux zones pilotes transfrontalières (Niger-Nigeria-Bénin et Mali-Guinée-Côte d'Ivoire) les activités du projet ont permis d'établir des réseaux de suivi des eaux souterraines avec un suivi automatisé de l'évolution de nappe et des analyses hydrochimiques et isotopiques semestrielles. Pour garantir la pérennisation des résultats, les agents des états membres et de l'ABN ont été formés sur l'utilisation des enregistreurs automatiques et l'échantillonnage des eaux souterraines.

En 2018, les premières données des dix-huit (18) forages suivis dans la zone pilote 1 (Niger-Nigeria-Bénin) et l'harmonisation des différentes cartes géologiques dans cette zone transfrontalière ont permis de contribuer à la connaissance et le fonctionnement des aquifères. Les résultats suivants sont d'une importance stratégique pour une gestion durable des eaux souterraines :

- 1) Les eaux des aquifères captifs du CT1 et du CIH dans la partie nigérienne ont des signatures d'isotopes stables ( $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^2\text{H}$ ) qui indiquent qu'il s'agit de ressources en eaux fossiles ou semi-fossiles. Ceci met en évidence l'importance du suivi de cette ressource en vue de son exploitation. La qualité de ces eaux pour la consommation et pour l'irrigation est médiocre à mauvaise dans un secteur à l'est du Dallol Maouri. Dans

cette zone la concentration naturelle en chlorure de sodium et en fluor atteint des valeurs qui représentent un risque pour la santé, pour la qualité des sols et pour la productivité des plantes. Une exploitation d'eaux souterraines dans cette zone devrait être orientée vers les aquifères moins profondes avec un suivi focalisé sur la minéralisation des eaux exploitées.

- 2) Dans une partie de la vallée du fleuve Niger des eaux souterraines avec des signatures isotopiques paléoclimatiques ont été identifiées sur le côté nigérien comme sur le côté béninois. Les signatures isotopiques et hydrochimiques similaires sur les deux côtés indiquent que ces eaux proviennent du même aquifère. Des analyses hydrauliques, hydrochimiques et isotopiques plus détaillées pourraient révéler une interaction hydraulique transfrontalière dans cette zone de décharge d'eaux fossiles/semi-fossiles.
- 3) Le projet AGES a identifié un seul forage à l'intérieur du Bassin de Kandi qui indique la présence d'eaux fossiles/semi-fossiles à travers sa signature isotopique. Il s'agit du forage de Zanloa. Malheureusement la configuration de l'équipement de ce forage lors de sa réalisation ne permet pas un échantillonnage fiable. C'est probablement la raison pour laquelle les autres études de l'AIEA Projet RAF/7/011 (2017) et de Kpegli (2015) n'ont pas détecté les mêmes valeurs pour  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^2\text{H}$  sur ce même site. Le forage comporte 5 crépines entre 56,83 m et 231,75 m captant plusieurs niveaux de l'aquifère qui sont interconnectés par le remplissage de l'espace annulaire (graviers calibrés). Un échantillon dans ce forage représente donc toujours un mélange d'eaux de différentes profondeurs. En résumé, cette situation illustre le besoin de piézomètres profonds à l'intérieur du bassin de Kandi pour améliorer la connaissance des aquifères profonds et leur interaction avec les aquifères sus-jacents.
- 4) Le manque de véritables piézomètres uniquement dédié au suivi de la nappe a forcé le projet de réaliser le suivi sur des forages qui sont en exploitation avec des pompes à motricité humaine. Les travaux de réparation sur ces pompes mettent en danger l'équipement et la continuité des mesures. Pour la pérennisation du suivi la construction de véritables piézomètres est indispensable.

Pendant la rédaction du présent rapport dix-sept (17) forages dans la zone pilote 2 (Mali et Côte d'Ivoire) ont été équipés d'enregistreurs automatiques. En 2020, il est prévu d'élargir le réseau dans les zones pilotes sur les portions nationales du Nigéria et de la Guinée.



## Références

- Achidi, J.-B., Bourguet, L., Elsaesser, R., Legier, A., Paulvé, E., Tribouillard, N. (2012) : Cartes hydrogéologiques du Bénin au 1/500 000 and 1/200 000. GIZ Germany or DGEau Benin.
- Alidou, S. (1983) : Etude géologique du bassin paléo-mésozoïque de Kandi (nord-est du Bénin, Afrique de l'ouest) (PhD thesis). Université de Dijon, France, 328 p.
- Alidou, S., Lang, J., Bonvalot, J., Roman, E., Seilacher, A. (1991) : Marine influences in the so-called continental sediment of Paleozoic-Mesozoic Kandi Basin (Northern Benin-West Africa). *Journal of African Earth Sciences* 12, p. 55-65.
- BGR & ABN (2018) : Bulletin N°1 du projet AGES, Appui à la Gestion des Eaux Souterraines dans le Bassin du Niger, Hanovre, Allemagne.
- BGR & ABN (2019) : Geological map of the transboundary region of Benin, Niger and Nigeria: Sedimentary basins Iullemeden, Kandi, Sokoto. Berlin & Niamey.
- Boeckh, E. (1965) : Contribution à l'étude hydrogéologique de la zone sédentaire de la République du Niger. Rapport technique BRGM/BFBH, DAK 65-A 20. Dakar, Sénégal.
- Boukari, M. (2007) : Hydrogéologie de la République du Bénin (Afrique de l'ouest). *Africa Geoscience Review*, 14,(3),303–328. France.
- Brinkhoff, T. (2018): City Population, <http://www.citypopulation.de>. Accès 20.11.2018.
- Daddy, G. A. (1993) : Etude des nappes aquifères du continental terminal entre les Dallols Bosso et Maouri (République du Niger). Thèse, Université de Liège, Belgique.
- FAO (1970): Etudes en vue de la mise en valeur du Dallol Maouri. Niger: Les eaux souterraines. Vol 1, Rapport technique / Programme des Nations Unies pour le Développement; Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation, FAO/UNDP, Rome.
- Greigert, J. (1957) : Introduction à la connaissance hydrogéologique du Niger: deuxième partie, Structure des dépôts crétacés et tertiaires du bassin occidental du Niger. Dakar, Senegal.
- Greigert, J., Pougnet, R. (1966) : République du Niger. Carte Géologique, 1/2 000 000. BRGM, Paris.
- Greigert, J., Pougnet, R. (1967) : Notice Explicative sur la Carte Géologique de la République du Niger à l'échelle du 1/2 000 000. BRGM, Paris.
- Greigert, J. (1978) : Atlas des eaux souterraines de la République du Niger. Etat des Connaissances. Rapport BRGM, 79 AGE001. Orléans, France.
- Guéro, A. (2003) : Etude des relations hydrauliques entre les différentes nappes du complexe sédimentaire de la bordure sud-ouest du bassin des Iullemeden (Niger) - Approches géochimiques et hydrodynamiques. Dissertation thesis, Université Paris XI, Orsay
- AIEA Projet RAF/7/011 (2017) : Integrated and Sustainable Management of Shared Aquifer Systems and Basins of the Sahel Region – Iullemeden Aquifer System, Vienna, Austria.
- Istituto ricerca Breda & OBEMINS (1989) : Notice explicative de la Carte Géologique à 1/200000. Feuilles : Karimama, Porga, Kandi, Malanville. Projet FED N° 4105-011-13-20, Mémoire N°2, Istituto Breda & Office béninois des Mines (OBEMINS), Italie.
- Infoclimat.fr: [www.infoclimat.fr/climatologie-mesuelle](http://www.infoclimat.fr/climatologie-mesuelle), Accès 01.08.2019.
- JICA (1990) : The Study for Groundwater Development in Sokoto State. Federal Department of Water Resources & Japan International Cooperation Agency, Tokyo, vol 1-5.
- Konaté, M., Guiraud, M., Alidou, S., Clermonté, J., Drouet, J.-J., Lang, J. (1994) : Structuration et dynamique sédimentaire du bassin paléozoïque en demi-graben de Kandi (Bénin, Niger). *Comptes Rendus Académie des Sciences* 318 (II), 535e542. Paris, France.

Konaté, M. (1996) : Evolution tectono-sédimentaire du bassin paléozoïque de Kandi (Nord-Bénin et Sud-Niger): un témoin de l'extension post-orogénique de la chaîne panafricaine (PhD thesis). Université de Bourgogne et Université de Nancy I, France, p. 281.

Kpegli, R., Alassane A., Trabelsi R., Zouari, K., Boukari, M., Mama D., Dovonon, F.L., Yoxi, Y.V., Toro-Espitia, L.E. (2015) : Groundwater Flow pattern and resident time in Kandi basin (Benin, West Africa): a combined hydrogeological and isotopic approach. *Quaternary International* 369, p. 99-109.

SATH/ABN (2019) : Base de données des stations météorologiques synoptiques du projet SATH/ORIO à l'Observatoire du Bassin du Niger, Accès : 01.08.2019.

OMS (2017) : Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum, p. 631.

OSS (2011) : Système Aquifère d'Iullemeden: Modèle hydrogéologique. vol Tome III, Système Aquifère d'Iullemeden (Mali - Niger - Nigeria), OSS, UNESCO, GIZ, Tunis.

Wilcox, L.V. (1948) : Classification and Use of Irrigation Waters. U.S. Department of Agriculture, Washington DC, Circular 962.

## **Annexe 1 : Fiches d'identités des forages suivis par le projet AGES**

Fiches d'identité des forages suivis, extraits de la base de données AGES (Version : 20190502\_1742\_RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER) :

### **Bénin :**

Gando-Dunkassa

Zougou Pantrossi

Piami

Monkassa

Koutakroukou

Iloua

Guéné Laga

Gbessaka

### **Niger :**

Nassarawa

Moribane

Makangara

Lesson-Matché

Koma-Kaina

Kéouyé

Gandou

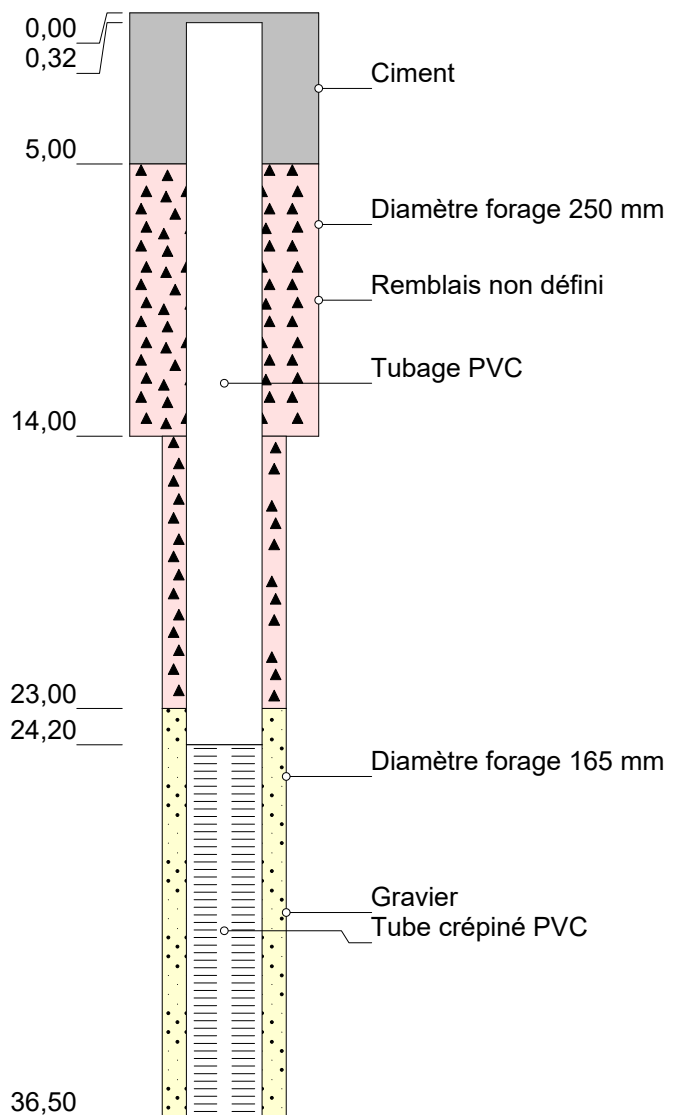
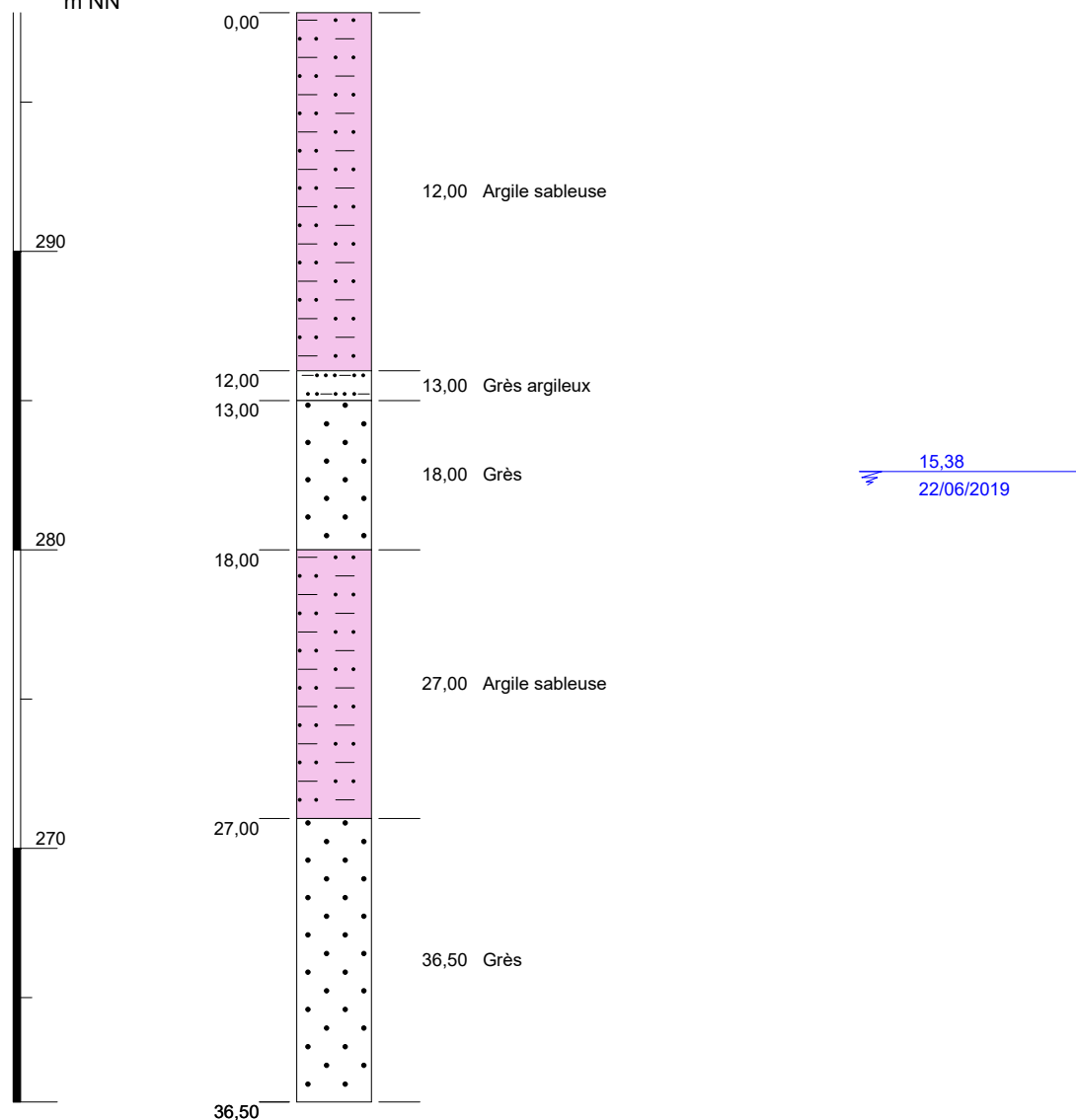
Bela-Peulh

Balifolo

Angoual-Douara

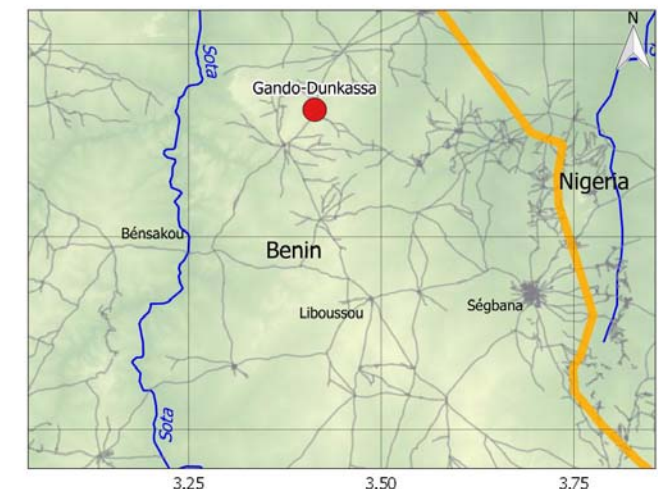
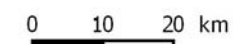
Échelle verticale: 1:250

m NN



**Légende**

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface



**Spécifications:**

Enregistreur: OUI  
 - Type: CTD  
 - ID: V5639  
 - Config.: 1 mesure/jour 00:00  
 - Longueur câble: 25 m

Baromètre: OUI  
 - Type: DIVER  
 - ID: AB391

Pompe à motricité humaine: OUI  
 Fonctionnelle: NON  
 Prof. pompe: 32  
 Tête de pompe: Pédale



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
30/11/2017	30,40	32,50	5,06	0,96	3,300	1,400	0,521	2,070	1,600	0,026	13,700	-0,030	1,010	-0,003	-0,010	0,033	-0,003	0,027	0,013	-0,020	0,075	-0,020	-0,010	-0,002	-0,003	0,005	0,028	-4,39	-25,90
02/05/2018	30,80	33,80	4,94	0,63	3,500	1,200	0,529	2,140	0,395	0,037	15,600	-0,030	0,909	-0,003	-0,010	0,034	-0,003	0,065	0,017	-0,020	0,089	-0,020	-0,010	-0,002	-0,003	0,005	0,023	-4,81	-25,80
07/12/2018	30,70	36,90	5,05	1,39	3,100	1,300	0,529	2,180	0,400	0,017	18,000	0,160	0,630	0,013	0,290	0,023	-0,003	0,657	0,029	-0,020	0,081	-0,020	-0,010	-0,002	-0,003	0,003	0,026	-4,83	-25,80



# Fiche d'identité BN-Gando-Dunkassa

Longitude: 3,41341° E Latitude: 11,16456° N Système Géodésique: WGS 84

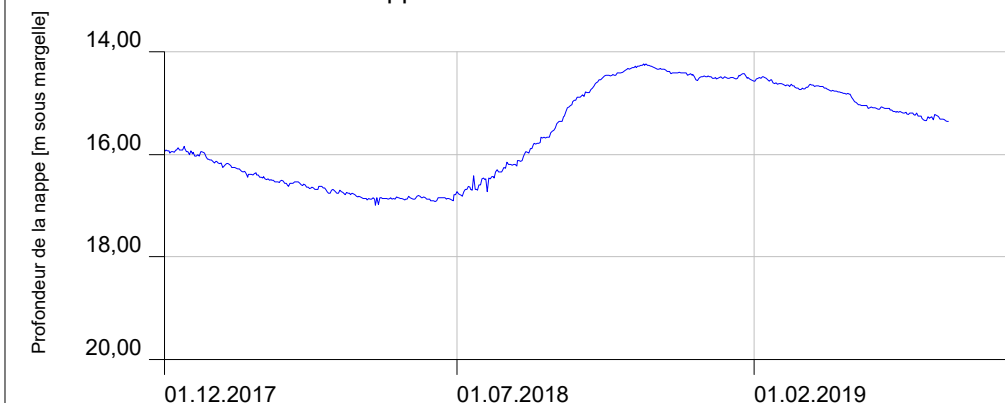
Altitude Margelle [m s.n.m]: 298,00

Date de réalisation:

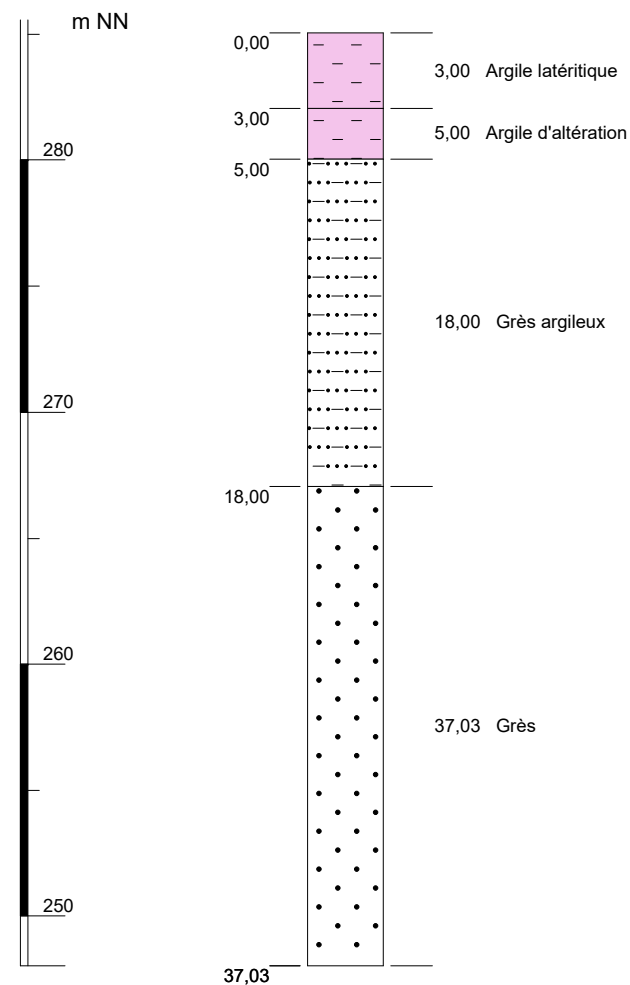
Programme/Entreprise de réalisation:

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

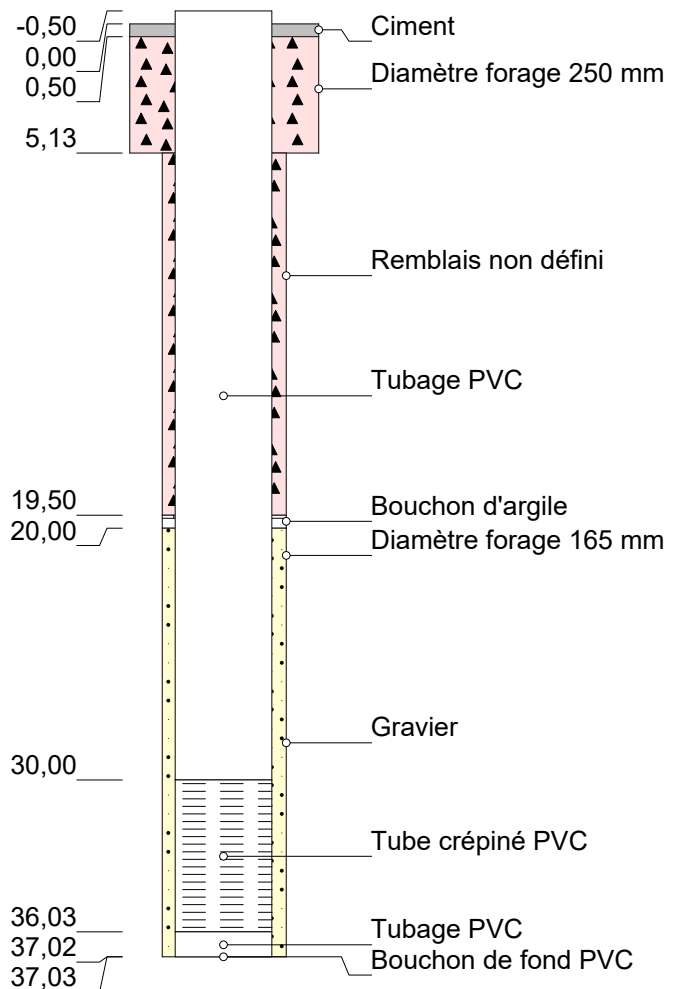
**Évolution du niveau de la nappe**



Échelle verticale: 1:300

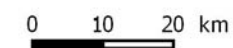


6,22  
09/12/2018



**Légende**

- Site suivi
- Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface



**Spécifications:**

- Enregistreur: OUI
- Type: CTD
- ID: V5674
- Config.: 1 mesure/jour 00:00
- Longueur câble: 15 m
- Baromètre: OUI
- Type: DIVER
- ID: BB856
- Pompe à motricité humaine: NON



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
28/11/2017	30,70	32,00	4,81	1,75	2,900	1,400	0,449	1,840	0,737	0,371	11,100	0,050	2,860	-0,003	-0,010	0,042	-0,003	0,015	0,006	-0,020	0,032	-0,020	-0,010	-0,002	-0,003	-0,003	0,016	-4,41	-23,10
04/05/2018	30,80	26,20	4,79	2,72	2,800	1,200	0,311	1,310	0,331	0,296	10,500	-0,030	1,280	-0,003	-0,010	0,038	-0,003	0,025	0,009	-0,020	0,026	-0,020	-0,010	-0,002	-0,003	-0,003	0,010	-4,50	-23,20



# Fiche d'identité BN-Zougou Pantrossi

Longitude: 2,98851° E Latitude: 10,73754° N Système Géodésique: WGS 84

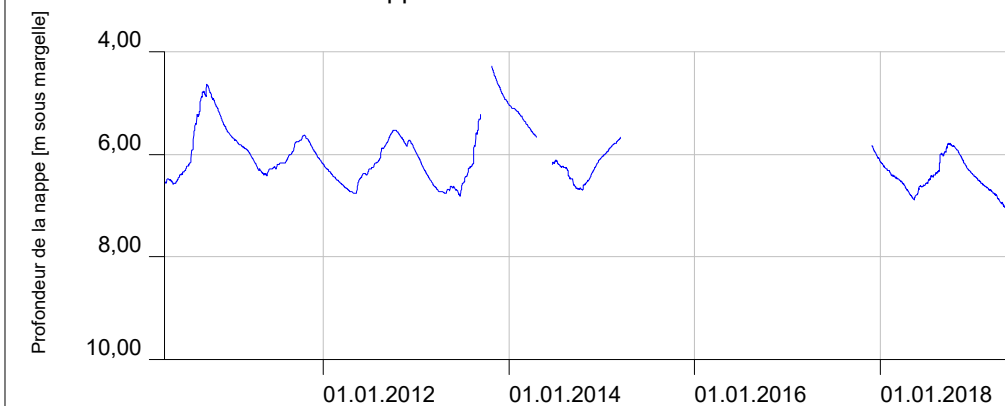
Altitude Margelle [m s.n.m]: 285,06

Date de réalisation: 14/12/2002

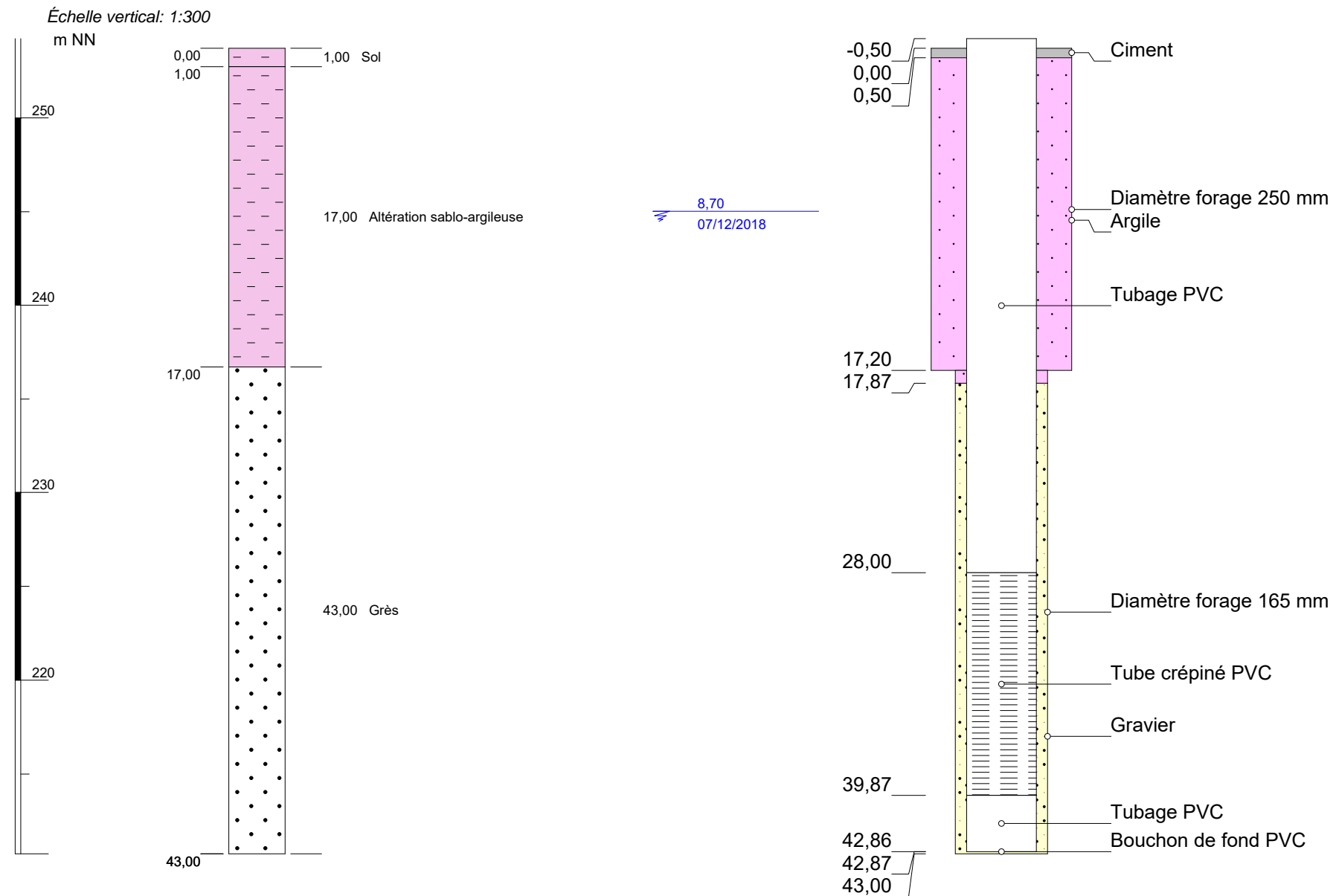
Programme/Entreprise de réalisation: FORAG.SA

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

**Évolution du niveau de la nappe**



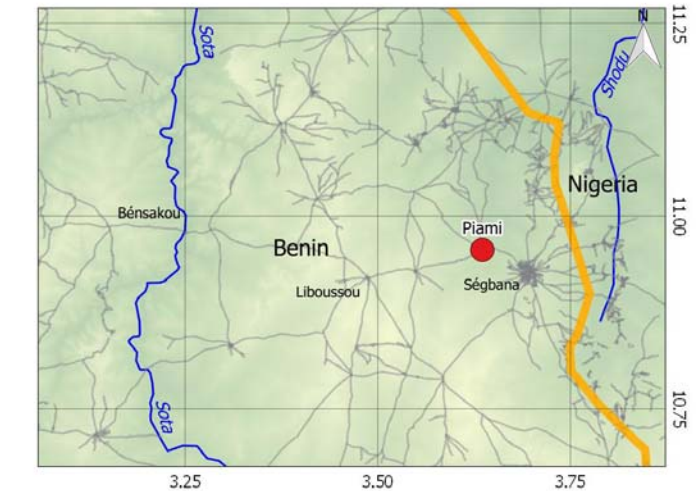




### Légende

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface

0 10 20 km



### Spécifications:

Enregistreur: OUI  
- Type: CTD  
- ID: V5778  
- Config.: 1 mesure/jour 00:00  
- Longueur câble: 14,45 m

Baromètre: OUI  
- Type: DIVER  
- ID: BB391

Pompe à motricité humaine: NON



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
19/02/2014	30,70	62,00	5,30		3,700	2,300	0,846	2,160	3,670	0,023	9,600	0,030	6,670	-0,003	0,010	0,024	0,011	0,007	0,017	-0,020	0,112	-0,020	-0,021	-0,002	0,006	0,005	0,026	-4,66	-24,60
01/12/2017	31,10	65,80	4,70	1,97	4,400	3,700	1,230	2,760	6,200	0,015	5,000	-0,030	14,500	0,003	-0,010	0,020	0,016	0,018	0,019	-0,020	0,162	-0,020	-0,010	-0,002	0,006	0,006	0,037	-4,41	-23,50
03/05/2018	31,20	44,20	4,60	0,99	3,100	1,900	0,898	2,160	2,790	0,012	7,700	-0,030	8,360	-0,003	-0,010	0,025	0,009	0,060	0,014	-0,020	0,122	-0,020	-0,010	-0,002	-0,003	0,005	0,027	-4,67	-24,60



## Fiche d'identité BN-Piame

Longitude: 3,63562° E Latitude: 10,95565° N Système Géodésique: WGS 84

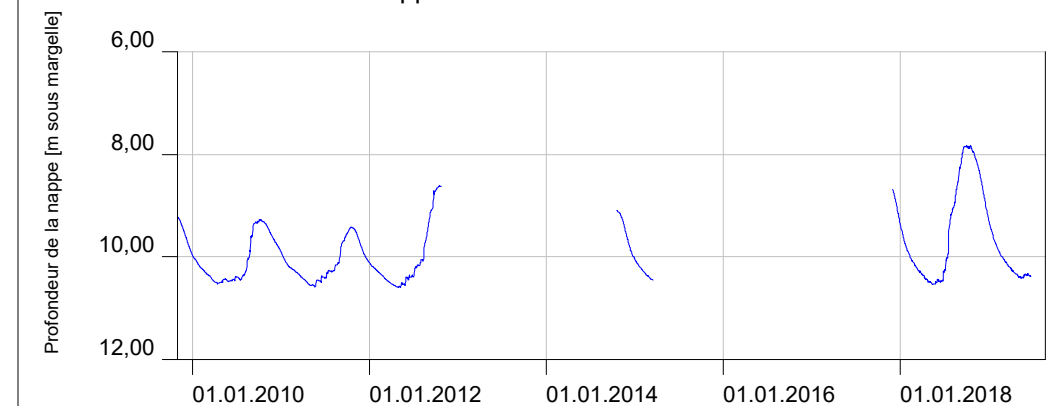
Altitude Margelle [m s.n.m]: 253,72

Date de réalisation: 27/05/2008

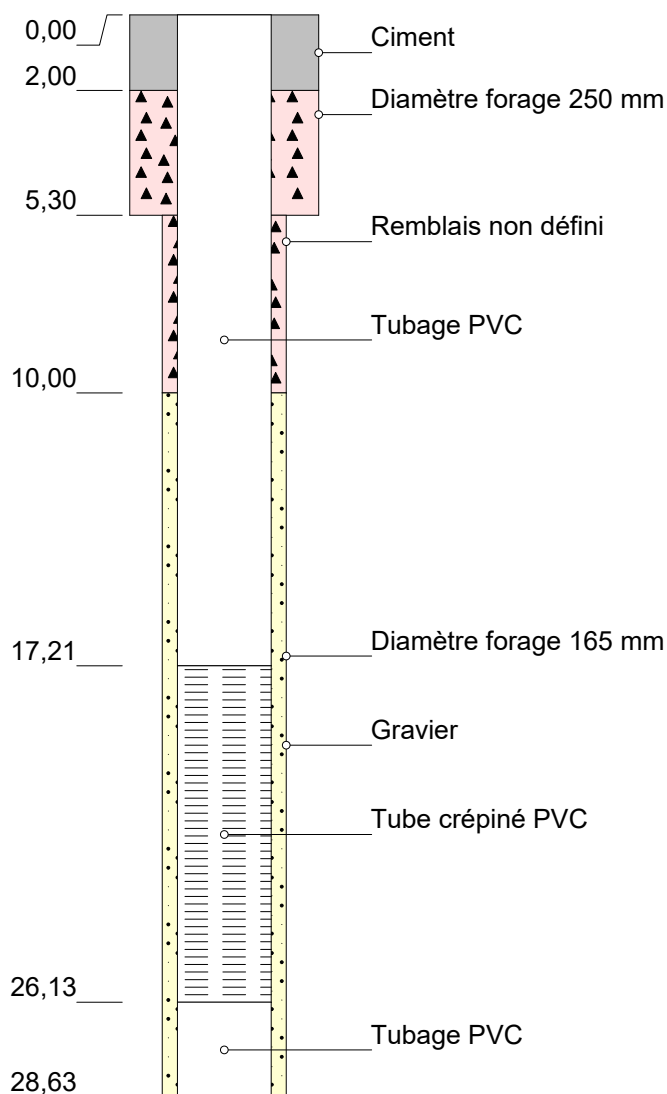
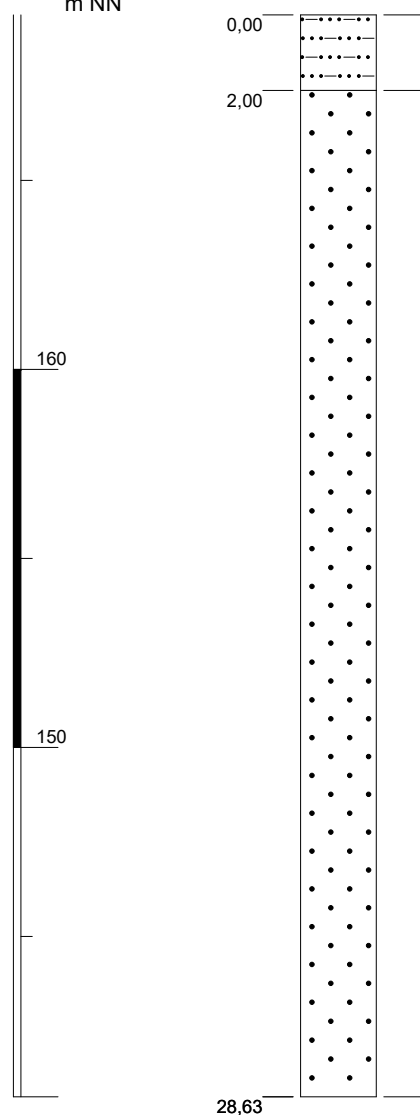
Programme/Entreprise de réalisation: FORAG.SA

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

### Évolution du niveau de la nappe

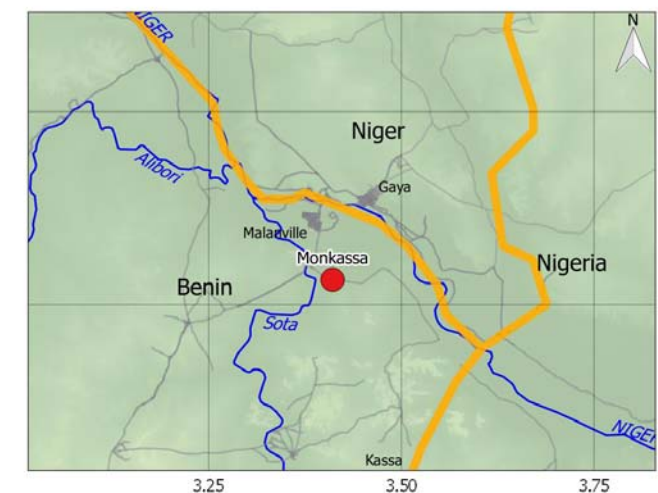
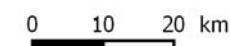


Échelle vertical: 1:200  
m NN



**Légende**

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface



**Spécifications:**

- Enregistreur: OUI  
 - Type: CTD  
 - ID: V5628  
 - Config.: 1 mesure/jour 00:00  
 - Longueur câble: 20 m
- Baromètre: OUI  
 - Type: DIVER  
 - ID: AB397
- Pompe à motricité humaine: NON



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
06/12/2018	32,80	15,20	4,30	3,60	0,400	2,900	0,045	0,190	0,128	0,005	8,300	-0,030	0,600	-0,003	0,010	0,019	-0,003	0,035	0,008	-0,020	0,011	-0,020	0,030	-0,002	-0,003	-0,003	0,014	-4,60	-24,60



# Fiche d'identité BN-Monkassa

Longitude: 3,41054° E Latitude: 11,78174° N Système Géodésique: WGS 84

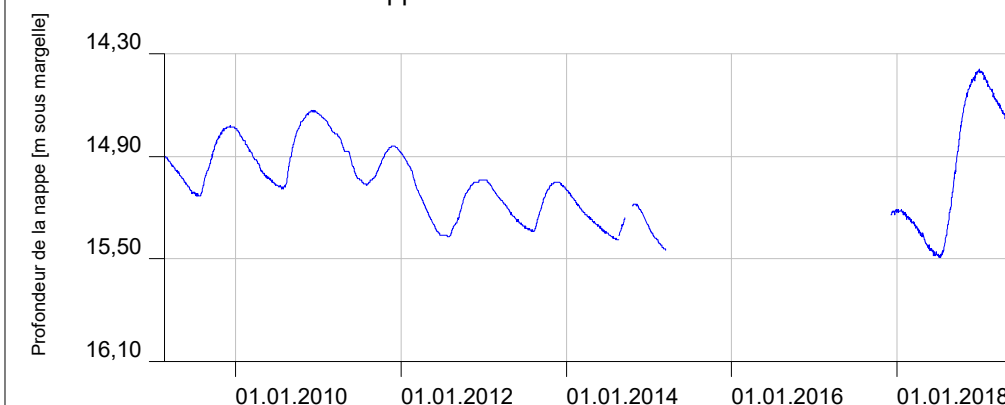
Altitude Margelle [m s.n.m]: 169,39

Date de réalisation: 06/05/2003

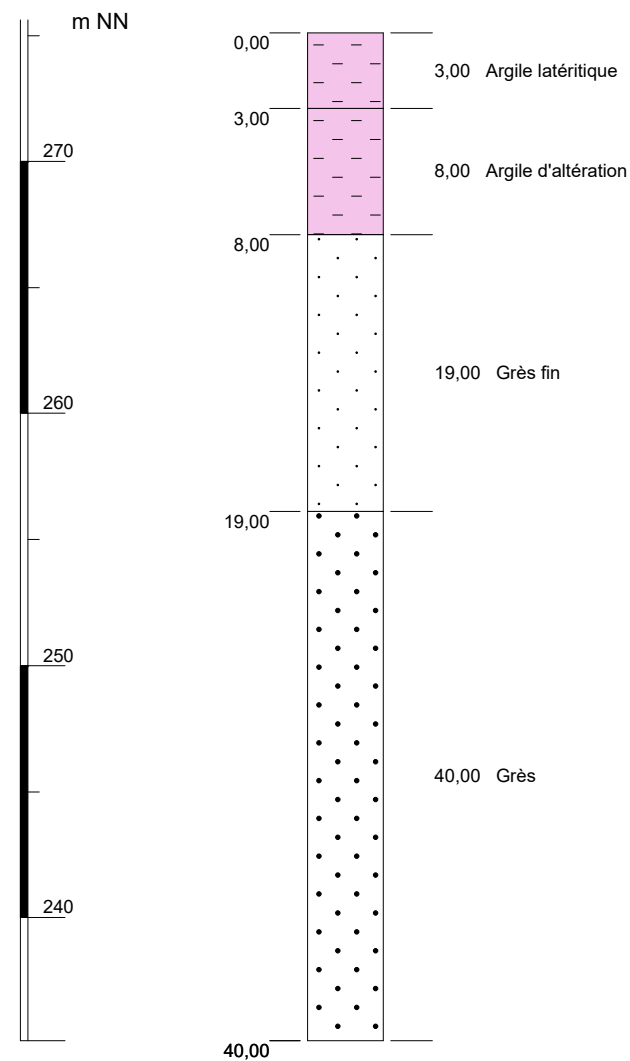
Programme/Entreprise de réalisation:

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

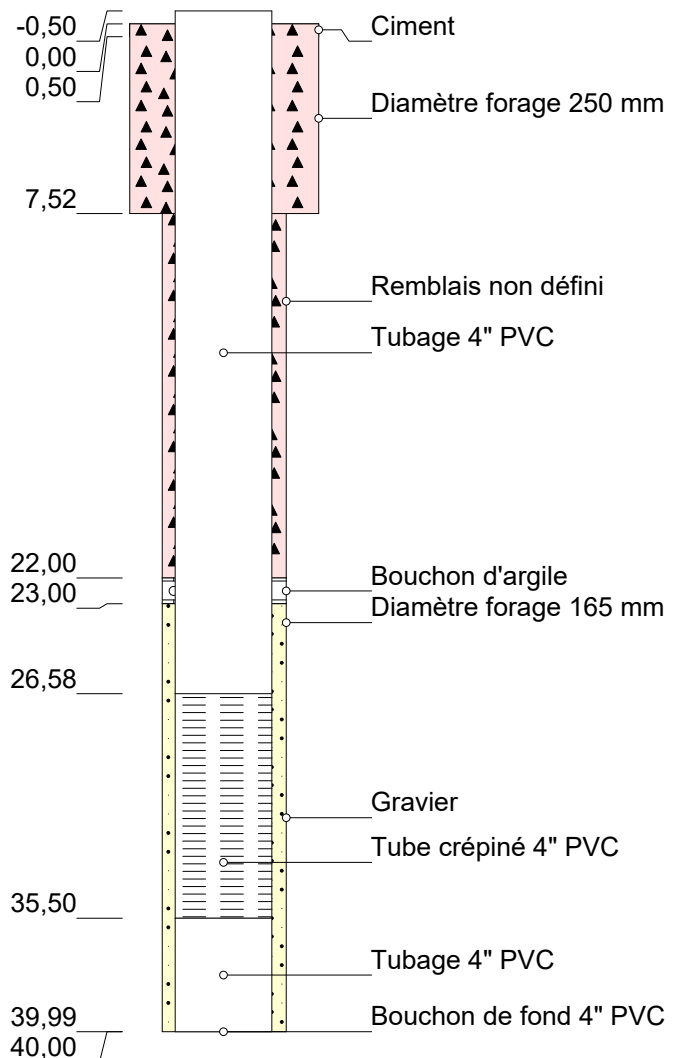
**Évolution du niveau de la nappe**



Échelle verticale: 1:300

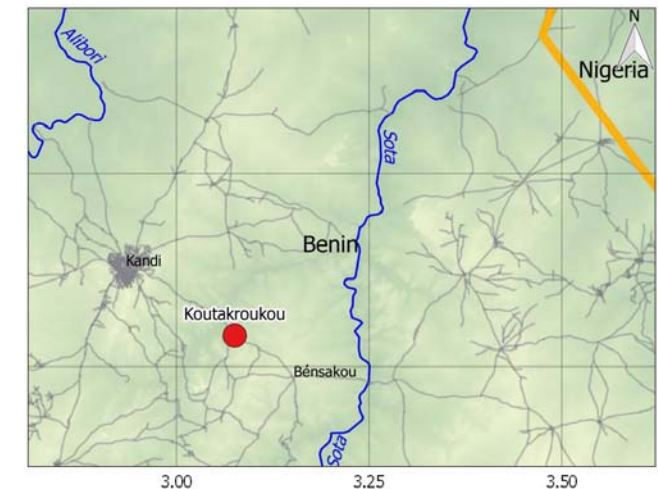
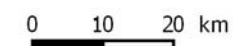


15,71  
08/12/2018



**Légende**

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface



**Spécifications:**

- Enregistreur: OUI
- Type: CTD
- ID: V5779
- Config.: 1 mesure/jour 00:00
- Longueur câble: 19 m
- Baromètre: OUI
- Type: DIVER
- ID: AB380
- Pompe à motricité humaine: NON



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
02/12/2017	31,50	16,30	4,38	1,82	0,200	0,900	0,055	0,167	0,125	0,012	3,000	-0,030	0,358	-0,003	0,120	0,019	-0,003	0,037	0,005	-0,020	0,016	-0,020	-0,010	-0,002	-0,003	-0,003	0,003	-4,37	-23,20
10/12/2018	31,70	16,00	4,36	3,63	2,400	4,400	2,250	8,130	1,160	0,078	49,900	0,040	0,600	0,030	0,050	0,072	0,005	0,685	0,111	-0,020	0,070	-0,020	0,010	-0,002	-0,003	-0,003	0,085	-3,33	-18,30



# Fiche d'identité BN-Koutakroukou

Longitude: 3,07532° E Latitude: 11,0398° N Système Géodésique: WGS 84

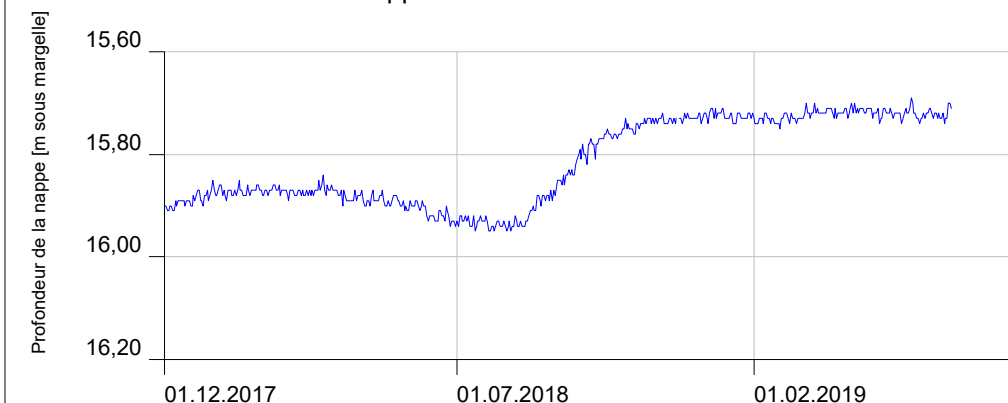
Altitude Margelle [m s.n.m]: 275,11

Date de réalisation: 13/12/2002

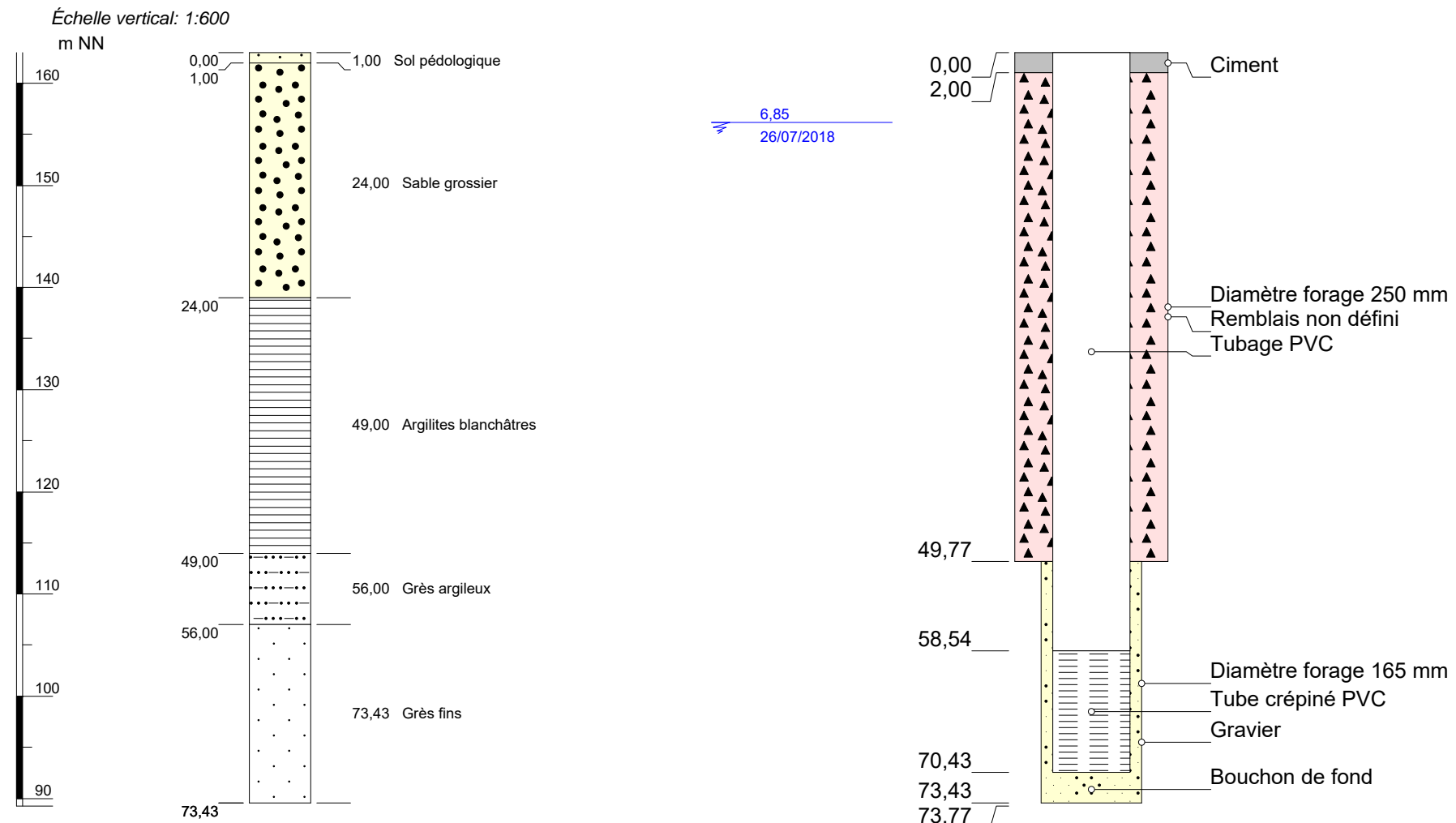
Programme/Entreprise de réalisation: FORAG.SA

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

**Évolution du niveau de la nappe**







**Légende**

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface

0 10 20 km



**Spécifications:**

Enregistreur: OUI  
 - Type: CTD  
 - ID: V5642  
 - Config.: 1 mesure/jour 00:00  
 - Longueur câble: 15 m

Baromètre: NON

Pompe à motricité humaine: OUI  
 Fonctionnelle: OUI  
 Prof. pompe: 23,70  
 Tête de pompe: Pédale



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
03/12/2017	32,40	468,00	7,00	0,05	10,200	1,800	15,700	70,300	0,678	3,780	305,000	-0,030	-0,003	-0,003	-0,010	0,213	0,007	0,013	0,251	-0,020	1,000	-0,020	0,040	-0,002	-0,003	-0,003	1,570	-6,12	-38,30
01/05/2018	33,30	469,00	6,97	0,09	9,700	1,900	14,900	71,000	0,449	3,960	299,000	-0,030	-0,003	-0,003	-0,010	0,182	0,003	0,007	0,181	-0,020	0,922	-0,020	0,040	-0,002	-0,003	-0,003	1,520	-6,22	-38,90
06/12/2018	32,50	459,00	6,99	1,18	8,400	2,100	13,700	70,800	0,193	3,700	300,000	-0,030	0,064	-0,003	0,010	0,122	-0,003	0,008	0,074	-0,020	0,857	-0,020	0,030	-0,002	-0,003	-0,003	1,330	-5,82	-35,00



**Fiche d'identité  
BN-Iloua**

Longitude: 3,57505° E Latitude: 11,67252° N Système Géodésique: WGS 84

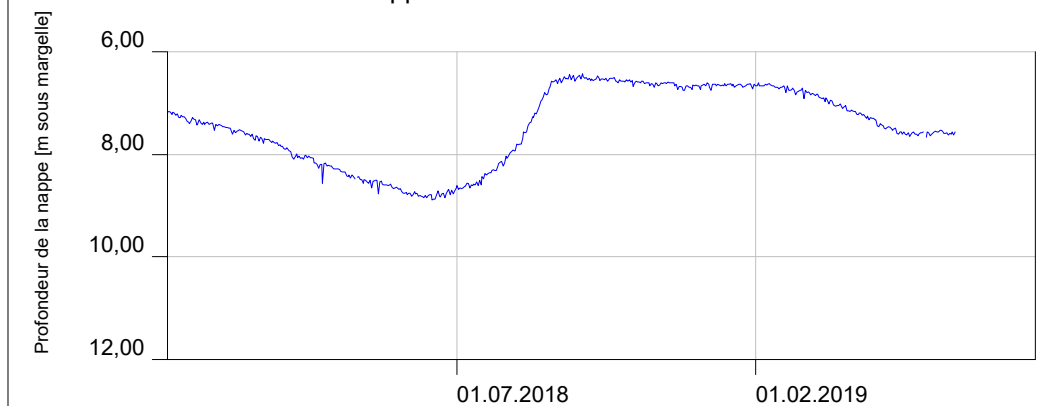
Altitude Margelle [m s.n.m]: 163,00

Date de réalisation: 23/12/2011

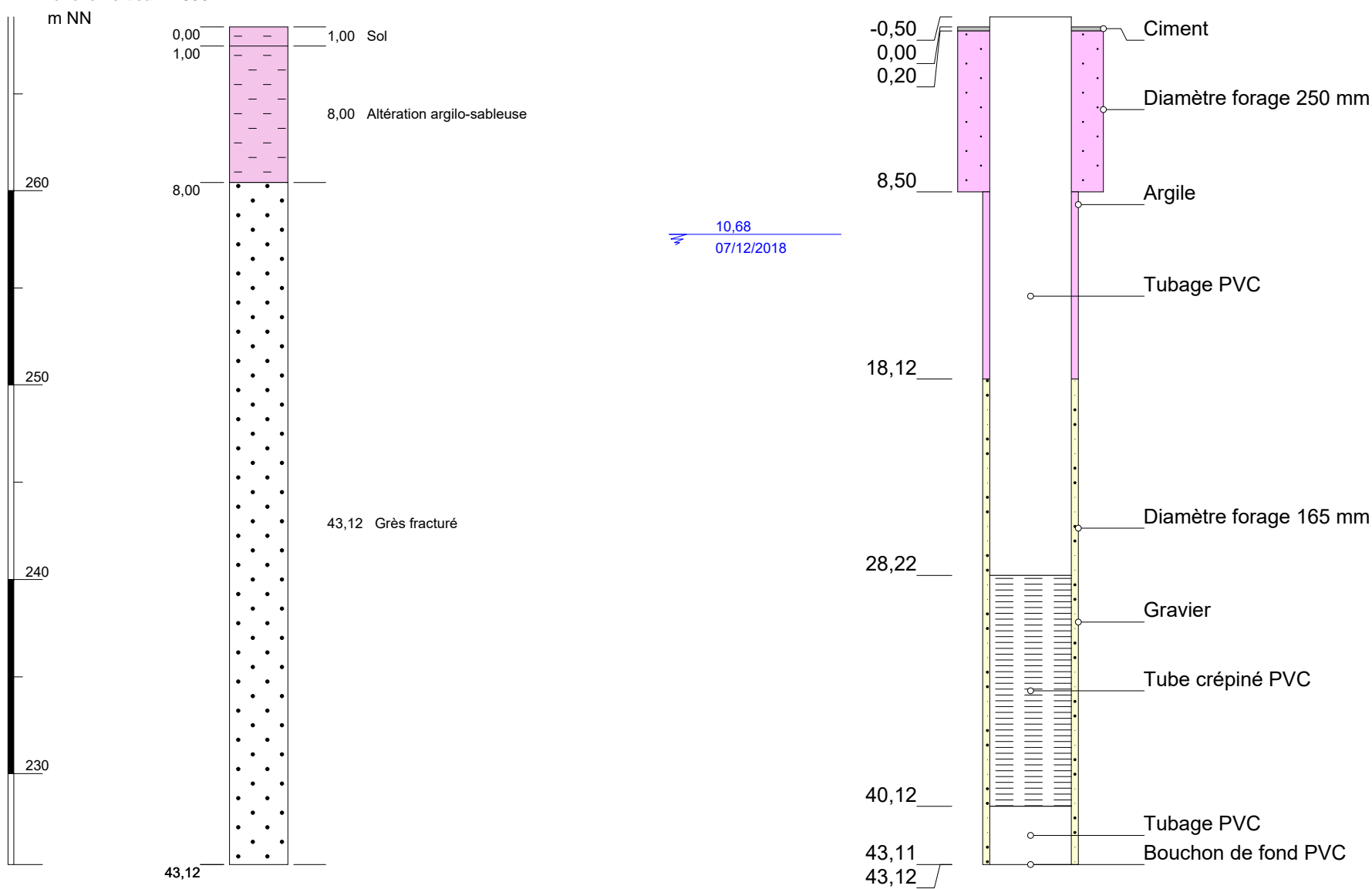
Programme/Entreprise de réalisation:

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

**Évolution du niveau de la nappe**

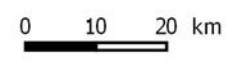


Échelle verticale: 1:300



**Légende**

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface



**Spécifications:**

- Enregistreur: OUI
- Type: CTD
- ID: V5689
- Config.: 1 mesure/jour 00:00h
- Longueur câble: 16 m

Pompe à motricité humaine: NON



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
18/02/2014	30,90	48,00	5,78		0,900	3,100	0,414	1,870	0,850	0,569	6,500	0,860	9,020	-0,003	0,010	0,033	-0,003	0,004	0,028	-0,020	0,027	-0,020	-0,022	-0,002	-0,003	0,004	0,014	-5,00	-27,10
02/05/2018	31,90	25,10	4,60	0,89	0,300	2,300	0,375	1,350	0,485	0,025	10,500	-0,030	0,803	-0,003	-0,010	0,032	-0,003	0,012	0,008	-0,020	0,033	-0,020	-0,010	-0,002	-0,003	-0,003	0,014	-4,74	-25,40
07/12/2018	31,50	24,80	4,71	1,67	0,300	2,300	0,366	1,300	0,448	0,014	11,500	-0,030	0,795	-0,003	0,010	0,025	-0,003	0,016	0,008	-0,020	0,034	-0,020	-0,010	-0,002	-0,003	-0,003	0,014	-4,75	-25,30



# Fiche d'identité BN-Guéné Laga

Longitude: 3,44810° E Latitude: 11,23895° N Système Géodésique: WGS 84

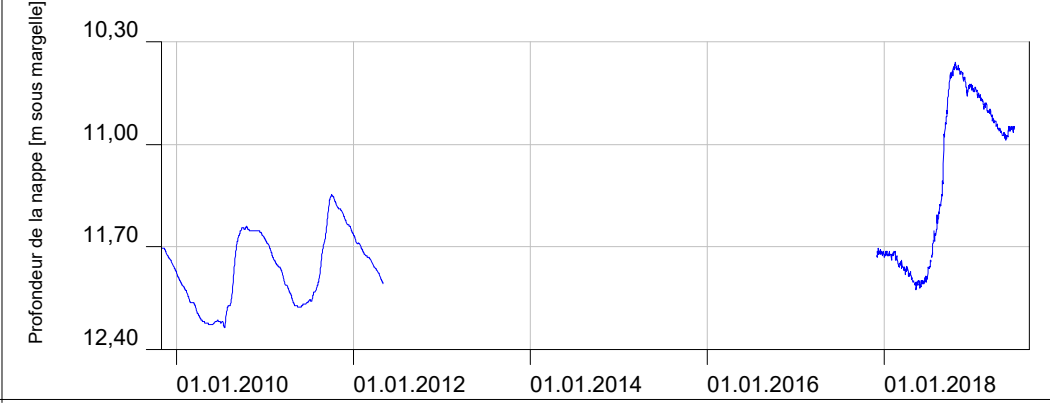
Altitude Margelle [m s.n.m]: 268,44

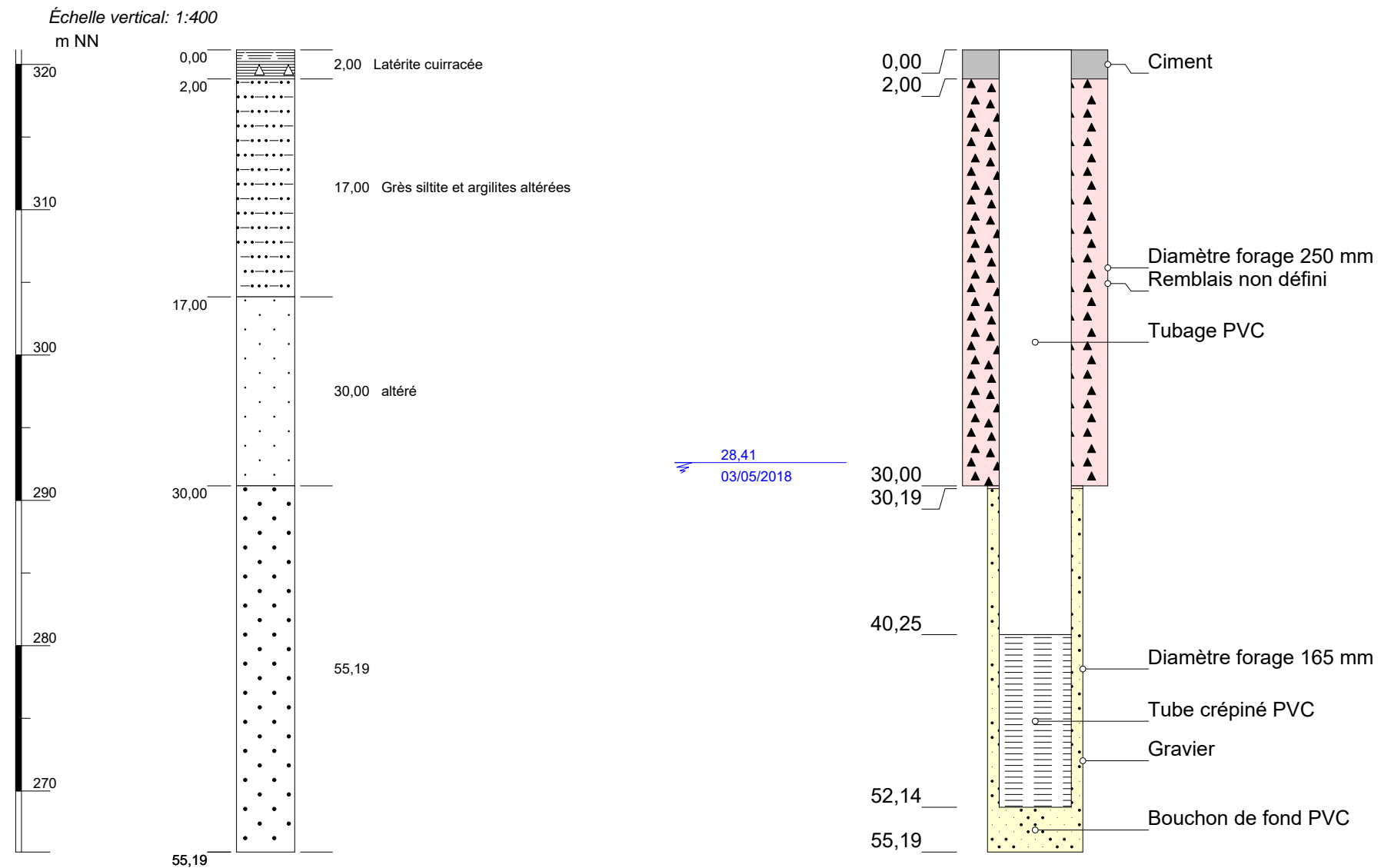
Date de réalisation: 06/06/2009

Programme/Entreprise de réalisation: FORAG.SA

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

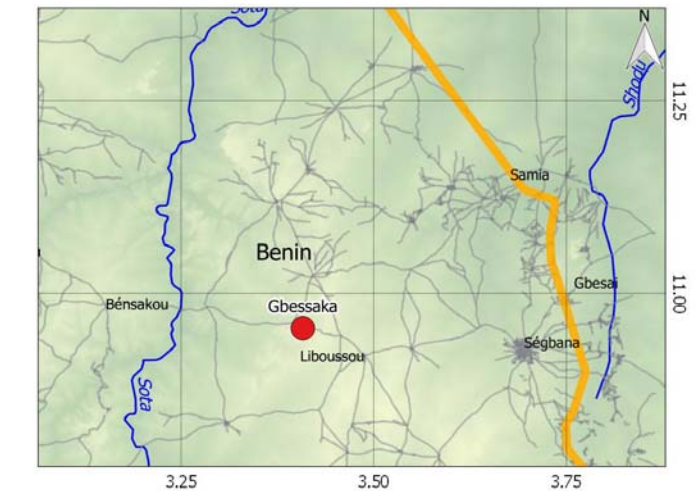
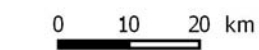
**Évolution du niveau de la nappe**





**Légende**

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface



**Spécifications:**

Enregistreur: OUI  
 - Type: CTD  
 - ID: 5657  
 - Config.: 1 mesure/jour 00:00  
 - Longueur câble: 32 m

Baromètre: NON

Pompe à motricité humaine: OUI  
 Fonctionnelle: OUI  
 Prof. pompe: 28,42  
 Tête de pompe: Pédale



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
03/05/2018	31,50	16,70	4,31	1,77	0,500	0,900	0,200	0,300	0,243	1,060	3,000	-0,030	0,162	-0,003	-0,010	0,013	-0,003	0,013	0,006	-0,020	0,017	-0,020	-0,010	-0,002	-0,003	-0,003	0,003	-4,68	-24,70



**Fiche d'identité  
BN-Gbessaka**

Longitude: 3,40775° E Latitude: 10,9548° N Système Géodésique: WGS 84

Altitude Margelle [m s.n.m]: 321,00

Date de réalisation: 24/05/2005

Programme/Entreprise de réalisation:

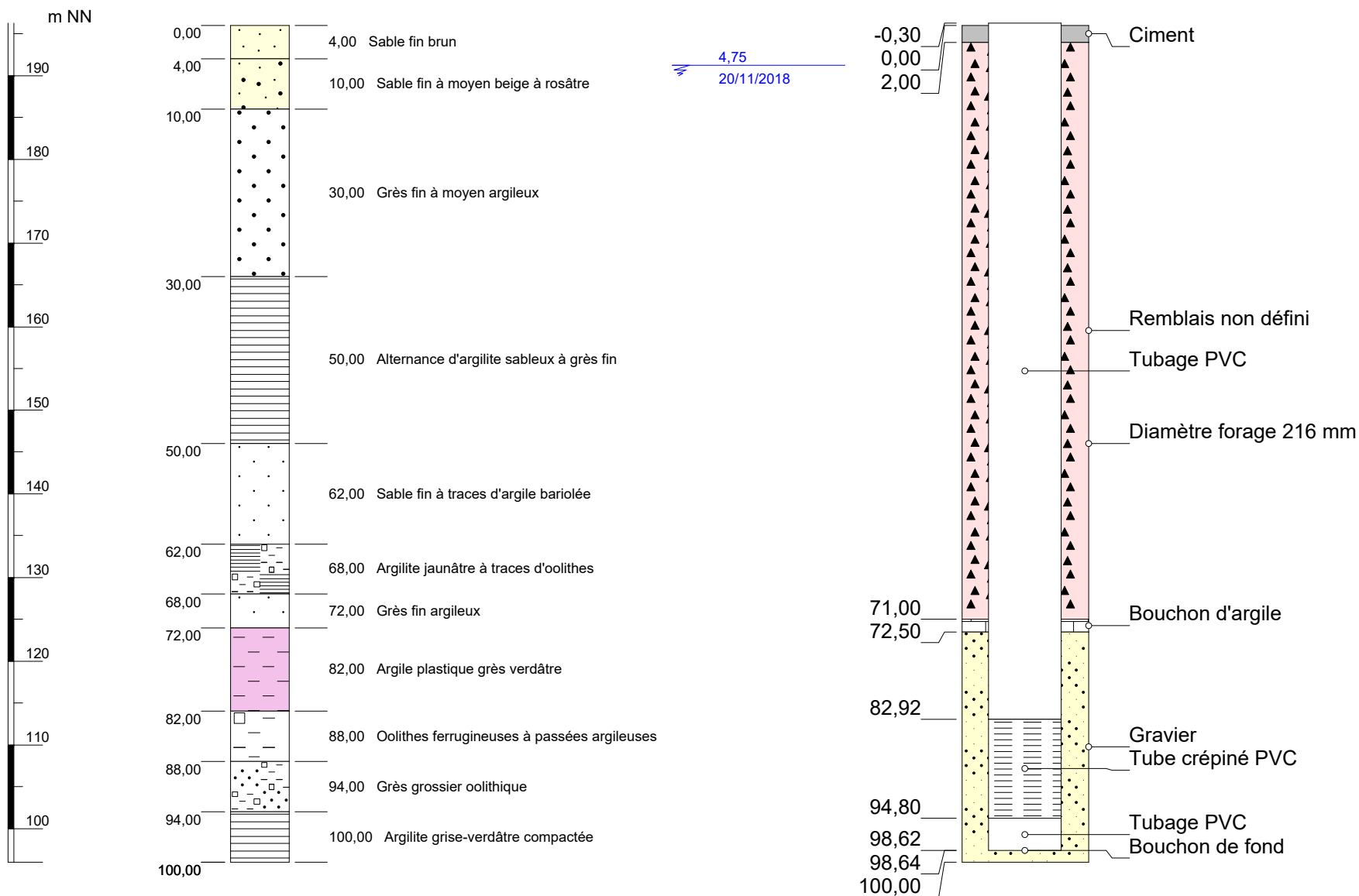
Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

**Évolution du niveau de la nappe**





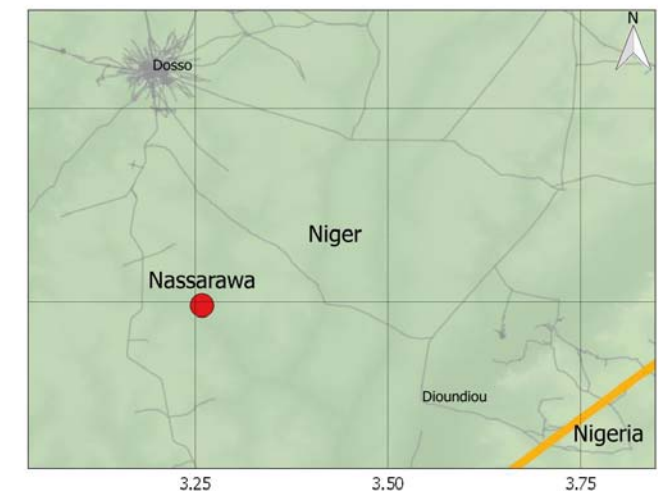
Échelle verticale: 1:700



**Légende**

- Site suivi
- Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface

0 10 20 km



**Spécifications:**

Enregistreur: OUI  
- Type: CTD  
- ID: V3155  
- Config.: 1 mesure/jour 00:00  
- Longueur câble: 20 m

Baromètre: OUI  
Type: Diver  
ID: AB351

Pompe à motricité humaine: OUI  
Fonctionnelle: NON  
Prof. pompe: 30 m  
Tête de pompe: Pédale



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
18/07/2017	33,30	2320,00	7,21	3,35	10,900	358,000	38,800	77,500	533,000	144,000	310,000	0,040	1,120	-0,003	-0,010	1,640	2,940	0,820	0,491	-0,020	0,079	-0,020	5,820	-0,002	-0,003	-0,003	2,260	-7,30	-50,70
06/03/2018	33,10	2360,00	7,17	0,03	10,600	354,000	39,800	78,100	534,000	141,000	317,000	0,060	0,150	0,780	0,820	1,640	2,930	2,320	1,130	-0,020	0,099	-0,020	5,590	-0,002	-0,003	-0,003	2,370	-7,56	-51,10
20/11/2018	33,50	2410,00	7,10	0,00	10,000	348,000	39,700	81,200	532,000	141,000	309,000	0,040	0,020	-0,003	0,400	1,470	2,910	0,749	0,137	-0,020	0,071	-0,020	5,280	-0,002	-0,003	-0,003	2,230	-7,43	-50,40



**Fiche d'identité  
NE-Nassarawa**

Longitude: 3,25845° E Latitude: 12,74467° N Système Géodésique: WGS 84

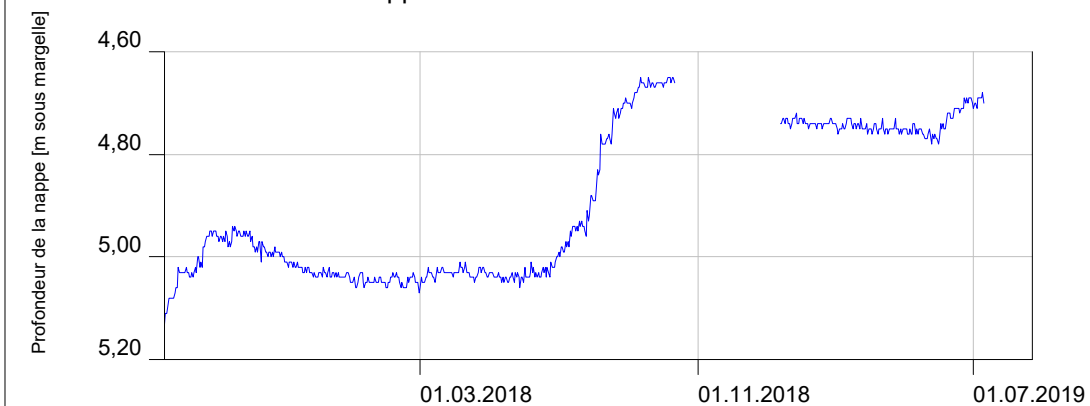
Altitude Margelle [m s.n.m]: 196,00

Date de réalisation: 24/04/1998

Programme/Entreprise de réalisation:

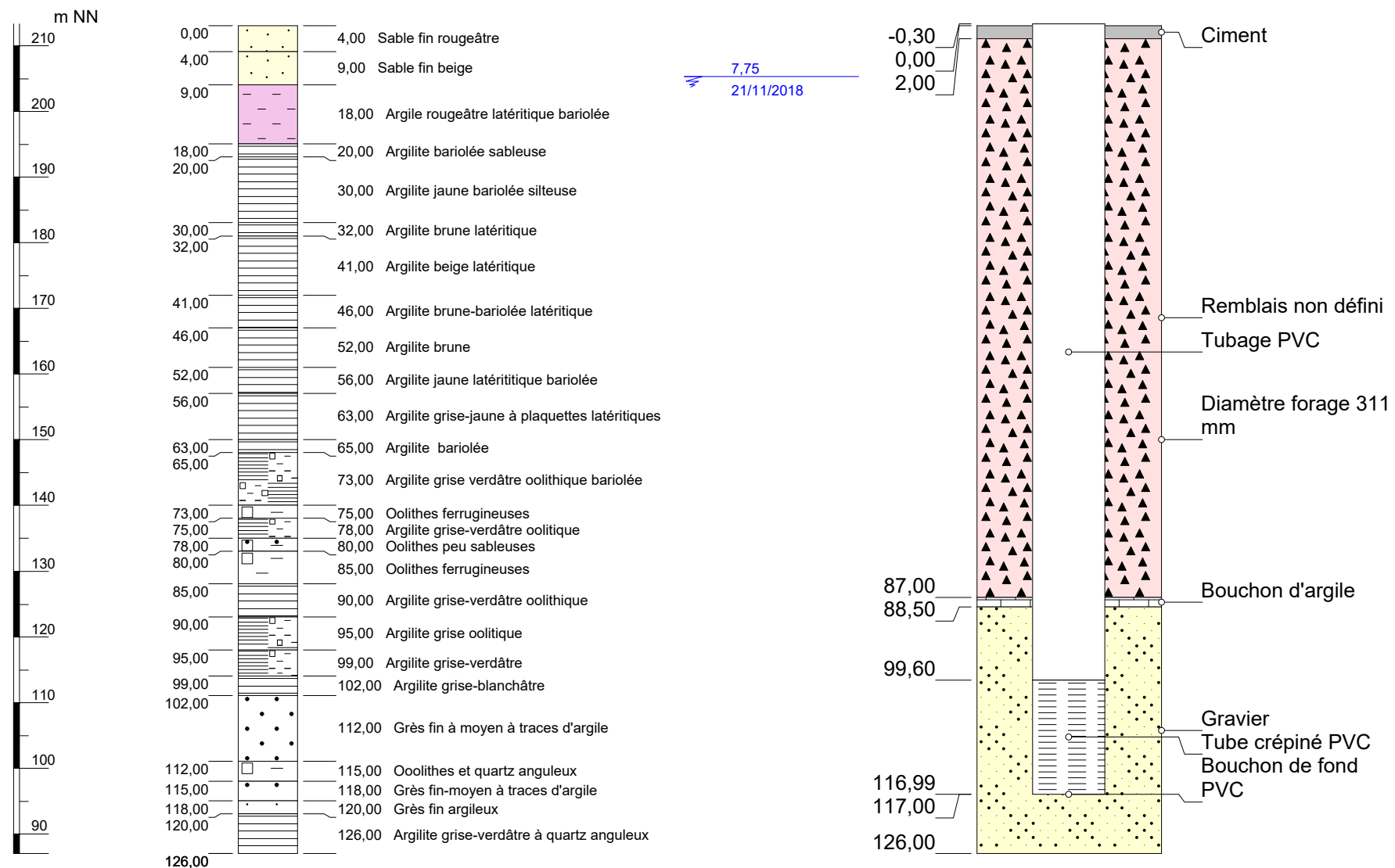
Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

**Évolution du niveau de la nappe**



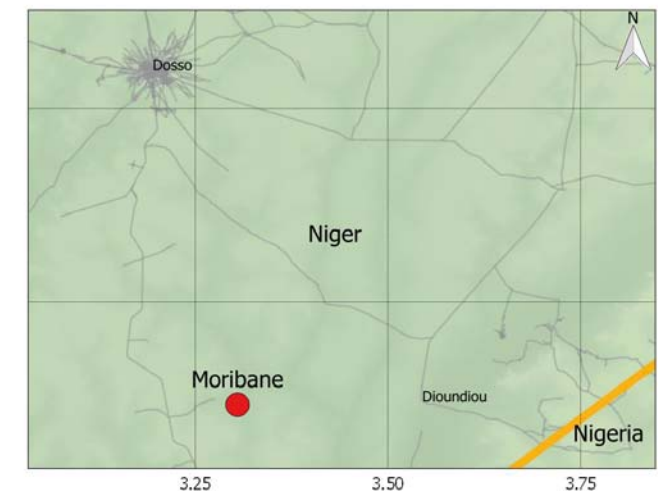
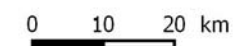


Échelle verticale: 1:900



**Légende**

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface



**Spécifications:**

Enregistreur: OUI  
 - Type: CTD  
 - ID: V5681  
 - Config.: 1 mesure/jour 00:00  
 - Longueur câble: 11 m

Baromètre: NON

Pompe à motricité humaine: OUI  
 Fonctionnelle: NON  
 Prof. pompe: 12,5 m  
 Tête de pompe: Manivelle



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
19/07/2017	33,10	2680,00	7,16	0,08	7,100	476,000	19,600	73,200	637,000	167,000	290,000	0,030	2,350	-0,003	-0,010	1,730	3,590	0,374	0,030	-0,020	0,052	-0,020	5,060	-0,002	-0,003	-0,003	2,390	-7,99	-55,60
06/03/2018	32,30	2750,00	7,25	0,07	7,400	473,000	20,000	72,100	640,000	164,000	294,000	0,050	0,920	1,220	-0,010	1,770	3,760	0,396	0,055	-0,020	0,055	-0,020	5,030	-0,002	-0,003	-0,003	2,450	-8,13	-56,30
21/11/2018	32,70	2880,00	7,21	0,77	7,100	480,000	20,300	75,300	668,000	168,000	295,000	0,040	0,142	-0,003	0,830	1,570	3,700	0,493	0,036	-0,020	0,057	-0,020	4,590	-0,002	-0,003	-0,003	2,400	-7,99	-55,80



# Fiche d'identité NE-Moribane

Longitude: 3,30454° E Latitude: 12,61592° N Système Géodésique: WGS 84

Altitude Margelle [m s.n.m]: 213,00

Date de réalisation: 28/10/1998

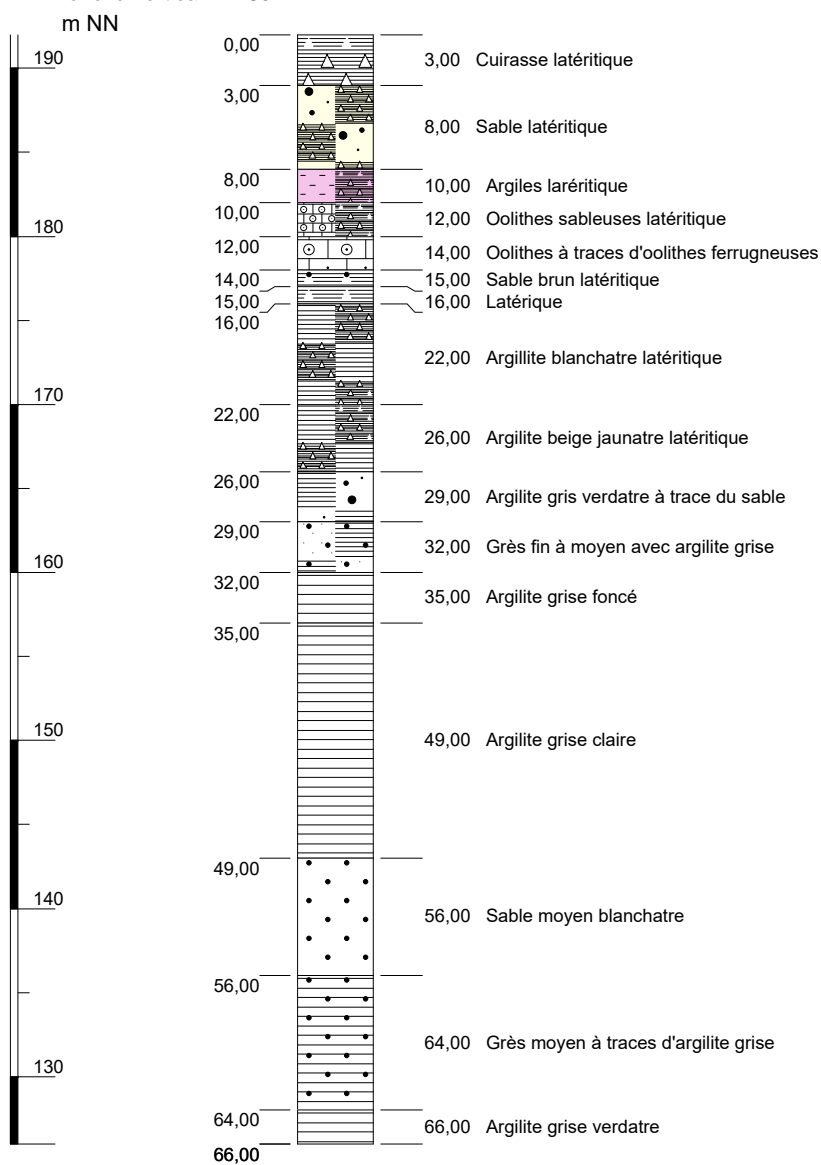
Programme/Entreprise de réalisation:

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

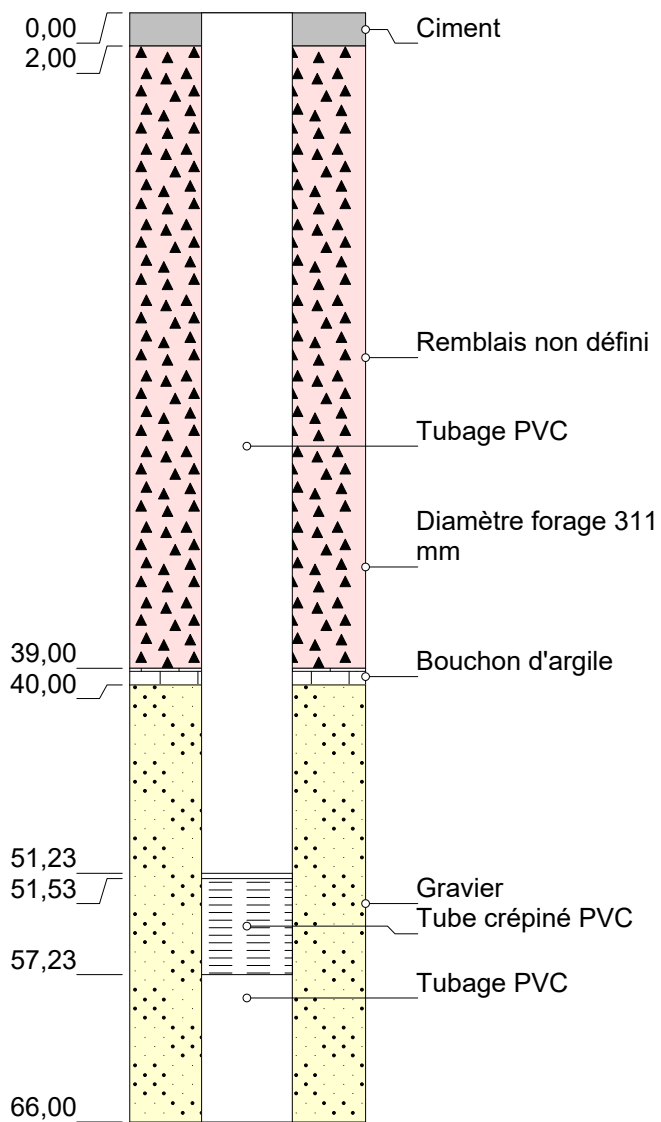
**Évolution du niveau de la nappe**



Échelle verticale: 1:450



11,04  
24/11/2018



**Légende**

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface

0 10 20 km



**Spécifications:**

Enregistreur: OUI  
- Type: CTD  
- ID: V5682  
- Config.: 1 mesure/jour 00:00  
- Longueur câble: 25 m

Baromètre: NON

Pompe à motricité humaine: OUI  
Fonctionnelle: OUI  
Prof. pompe: 30 m  
Tête de pompe: Manivelle



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
23/07/2017	32,40	473,00	6,16	2,01	2,200	75,200	3,440	13,000	47,800	58,900	112,000	0,290	0,431	0,248	-0,010	0,273	0,221	4,640	0,373	-0,020	0,060	-0,020	0,770	-0,002	-0,003	-0,003	0,287	-6,35	-41,60
07/03/2018	33,00	467,00	6,23	0,15	2,200	75,100	3,430	12,900	46,100	57,300	114,000	0,300	0,049	0,001	0,230	0,292	0,263	4,380	0,342	-0,020	0,059	-0,020	0,750	-0,002	-0,003	-0,003	0,281	-6,65	-42,10
24/11/2018	32,60	526,00	6,22	1,40	2,400	81,300	3,770	13,900	54,600	62,000	129,000	0,340	-0,003	-0,003	0,520	0,296	0,282	6,190	1,050	-0,020	0,080	-0,020	0,770	-0,002	-0,003	-0,003	0,305	-6,55	-42,70



# Fiche d'identité NE-Makangara

Longitude: 3,46296° E Latitude: 12,20364° N Système Géodésique: WGS 84

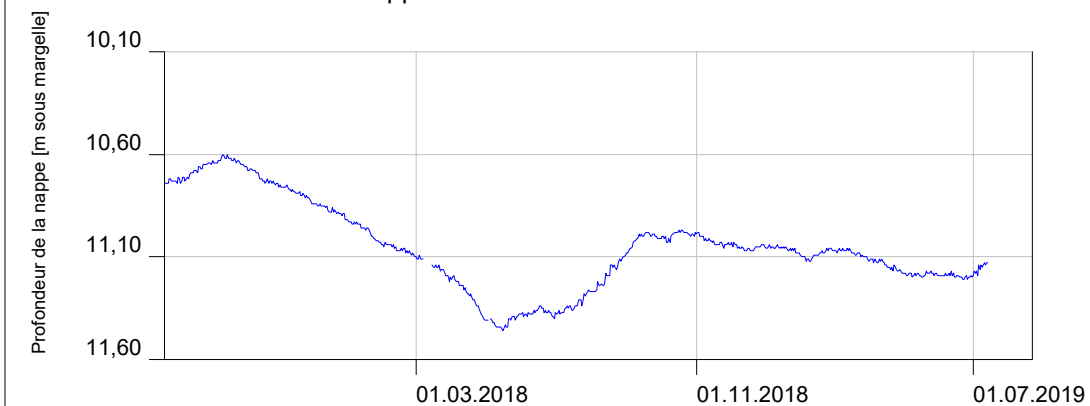
Altitude Margelle [m s.n.m]: 192,00

Date de réalisation: 02/12/1998

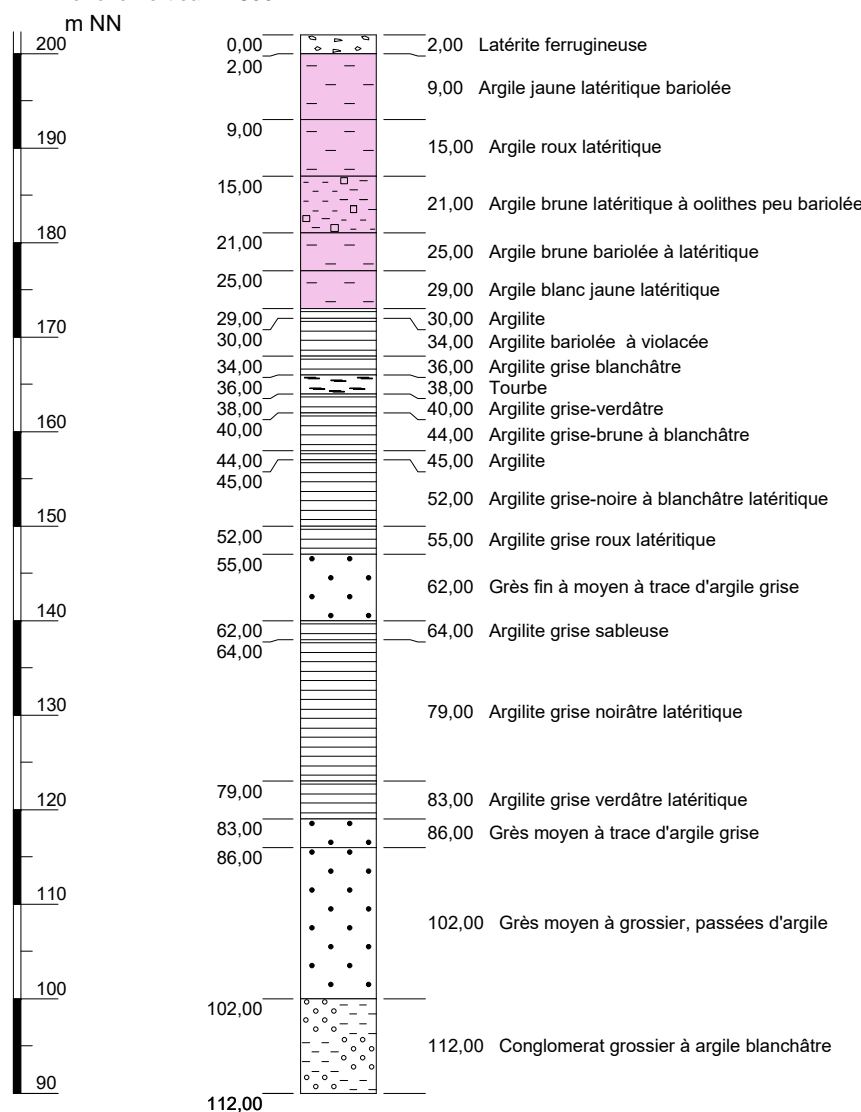
Programme/Entreprise de réalisation:

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

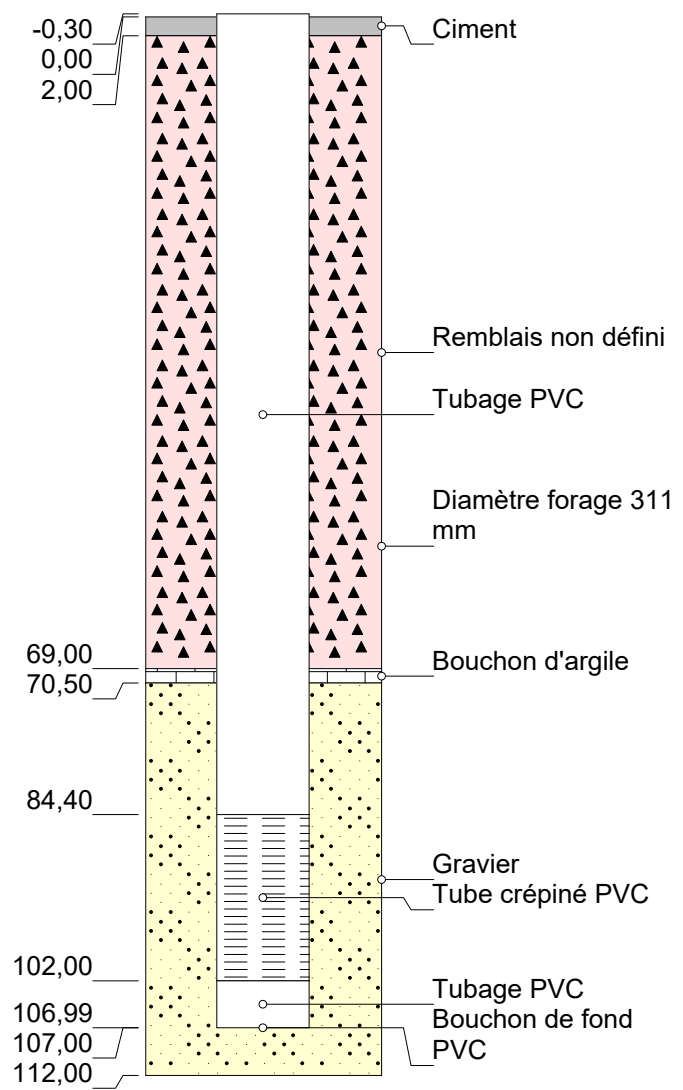
**Évolution du niveau de la nappe**



Échelle verticale: 1:800

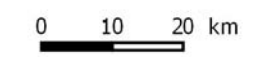


14,95  
24/11/2018



**Légende**

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface



**Spécifications:**


Enregistreur: OUI  
- Type: CTD  
- ID: V5676  
- Config.: 1 mesure/jour 00:00  
- Longueur câble: 25 m

Baromètre: OUI  
- Type: DIVER  
- ID: BB866

Pompe à motricité humaine: OUI  
Fonctionnelle: OUI  
Prof. pompe: 29,5 m  
Tête de pompe: Manivelle



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
23/07/2017	33,60	881,00	7,69	0,13	3,600	166,000	3,890	17,400	119,000	54,900	245,000	0,040	1,330	-0,003	-0,010	1,070	0,639	0,010	0,022	-0,020	0,087	-0,020	1,530	-0,002	-0,003	-0,003	0,558	-7,83	-55,40
07/03/2018	33,70	887,00	7,75	0,22	3,700	170,000	3,930	17,600	120,000	54,800	242,000	0,050	0,585	0,465	0,010	1,130	0,695	0,013	0,018	-0,020	0,082	-0,020	1,570	-0,002	-0,003	-0,003	0,586	-8,07	-55,90
24/11/2018	33,60	893,00	7,69	0,22	3,600	166,000	3,860	17,400	120,000	54,700	246,000	0,040	0,013	-0,003	0,450	0,972	0,653	0,017	0,017	-0,020	0,080	-0,020	1,430	-0,002	-0,003	-0,003	0,552	-7,96	-55,50



## Fiche d'identité NE-Lesson-Matché

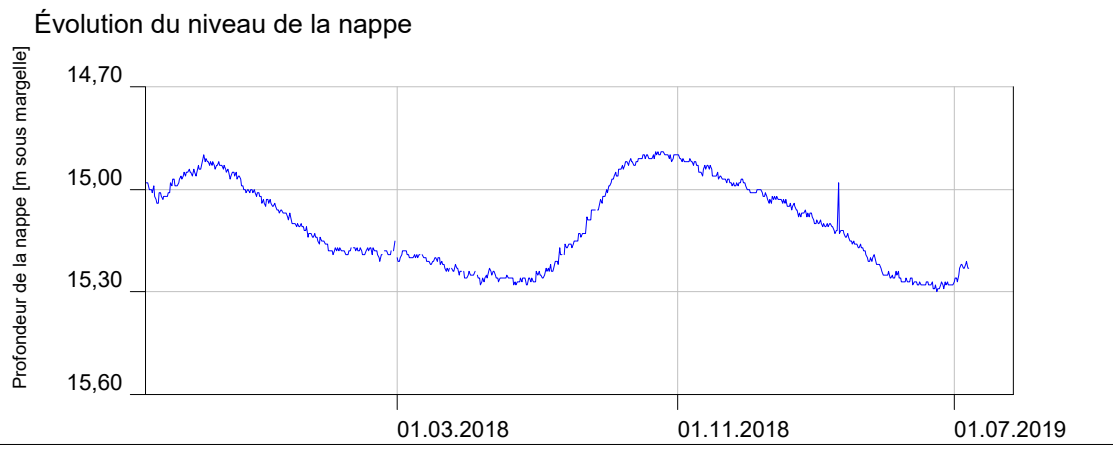
Longitude: 3,45443° E    Latitude: 12,19636° N    Système Géodésique: WGS 84

Altitude Margelle [m s.n.m]: 202,00

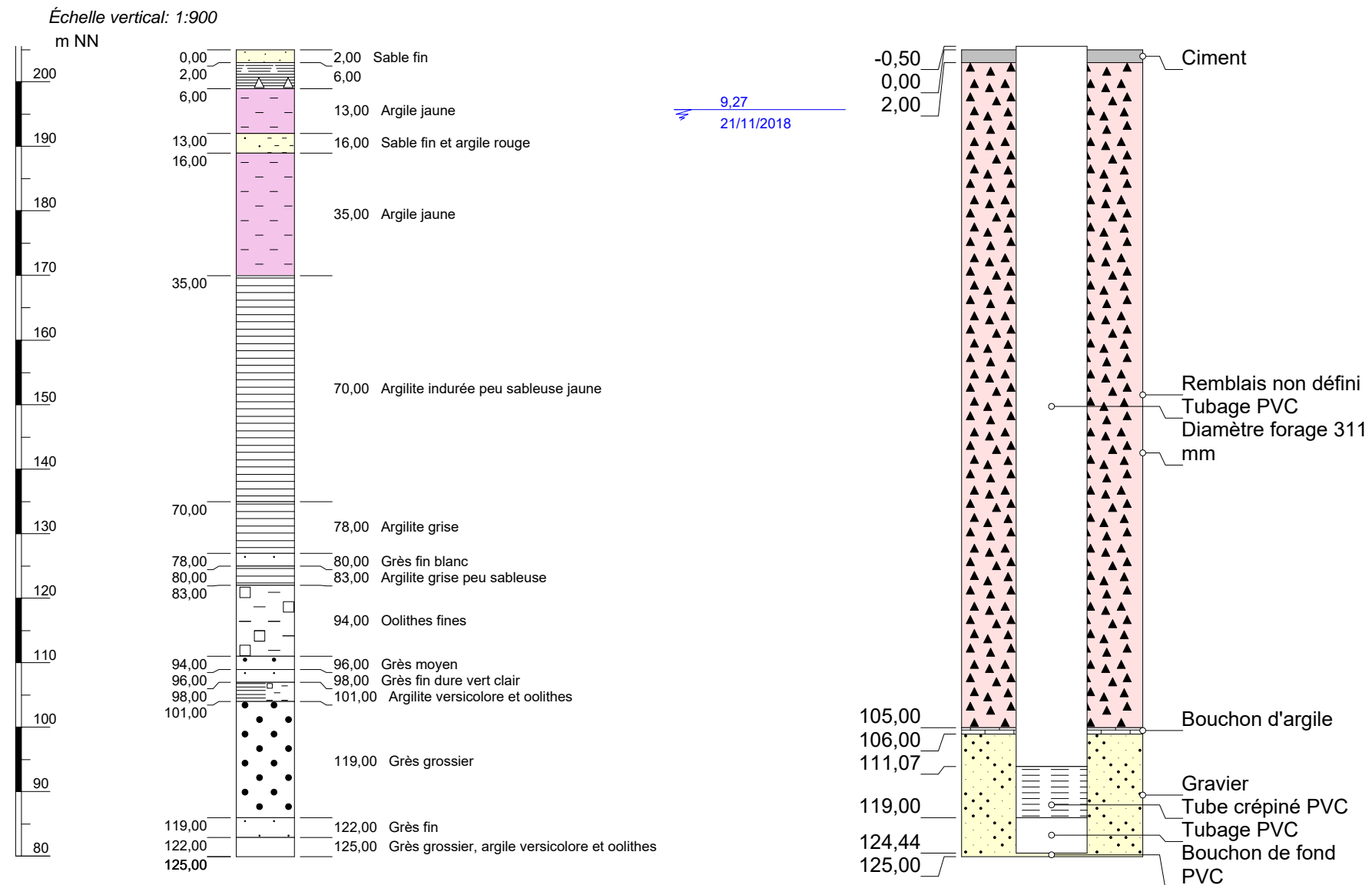
Date de réalisation: 27/11/1998

Programme/Entreprise de réalisation:

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER



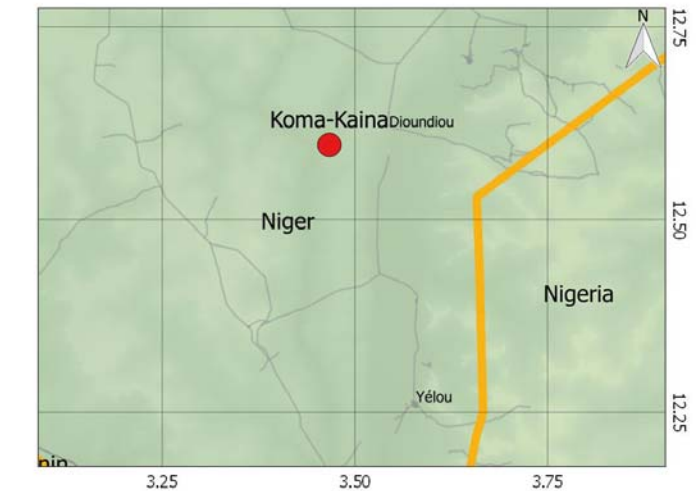




**Légende**

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface

0 10 20 km



**Spécifications:**

Enregistreur: OUI  
 - Type: CTD  
 - ID: V5787  
 - Config.: 1 mesure/jour 00:00  
 - Longueur câble: 14 m

Baromètre: NON

Pompe à motricité humaine: OUI  
 Fonctionnelle: OUI  
 Prof. pompe: 16,05 m  
 Tête de pompe: Pédale



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
10/03/2018	34,20	2050,00	7,34	0,22	10,200	335,000	23,900	53,800	434,000	110,000	305,000	0,060	0,460	0,460	0,310	1,640	2,480	0,136	0,016	-0,020	0,081	-0,020	4,710	-0,002	-0,003	-0,003	1,830	-8,01	-54,40
21/11/2018	34,00	2060,00	7,35	0,72	9,900	322,000	23,600	55,200	434,000	107,000	309,000	0,050	0,071	-0,003	0,620	1,440	2,370	0,211	0,014	-0,020	0,071	-0,020	4,310	-0,002	-0,003	-0,003	1,780	-7,81	-54,00

## Fiche d'identité NE-Koma-Kaina

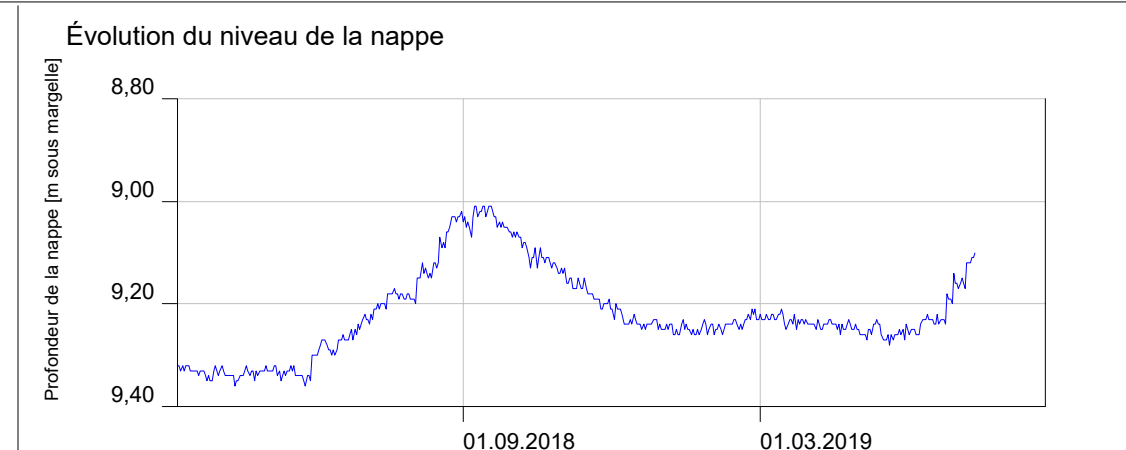
Longitude: 3,46662° E    Latitude: 12,59642° N    Système Géodésique: WGS 84

Altitude Margelle [m s.n.m]: 205,00

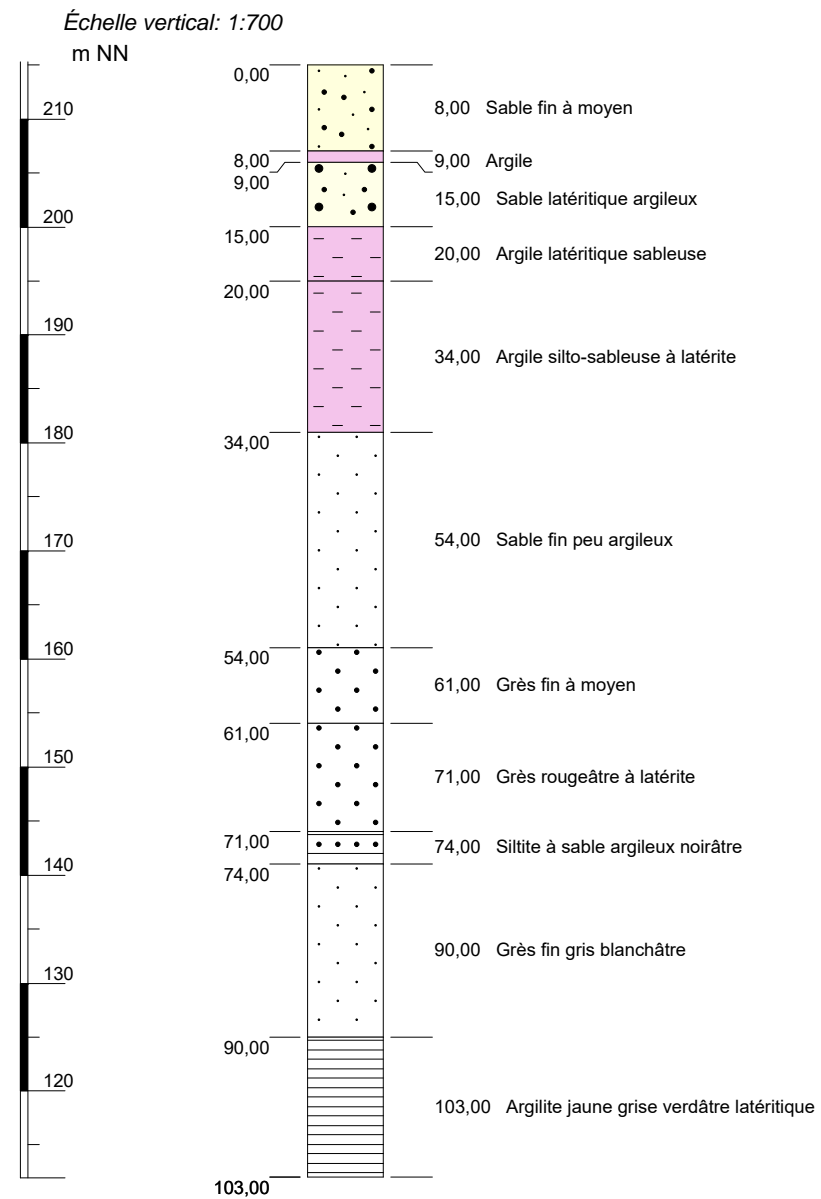
Date de réalisation:

Programme/Entreprise de réalisation:

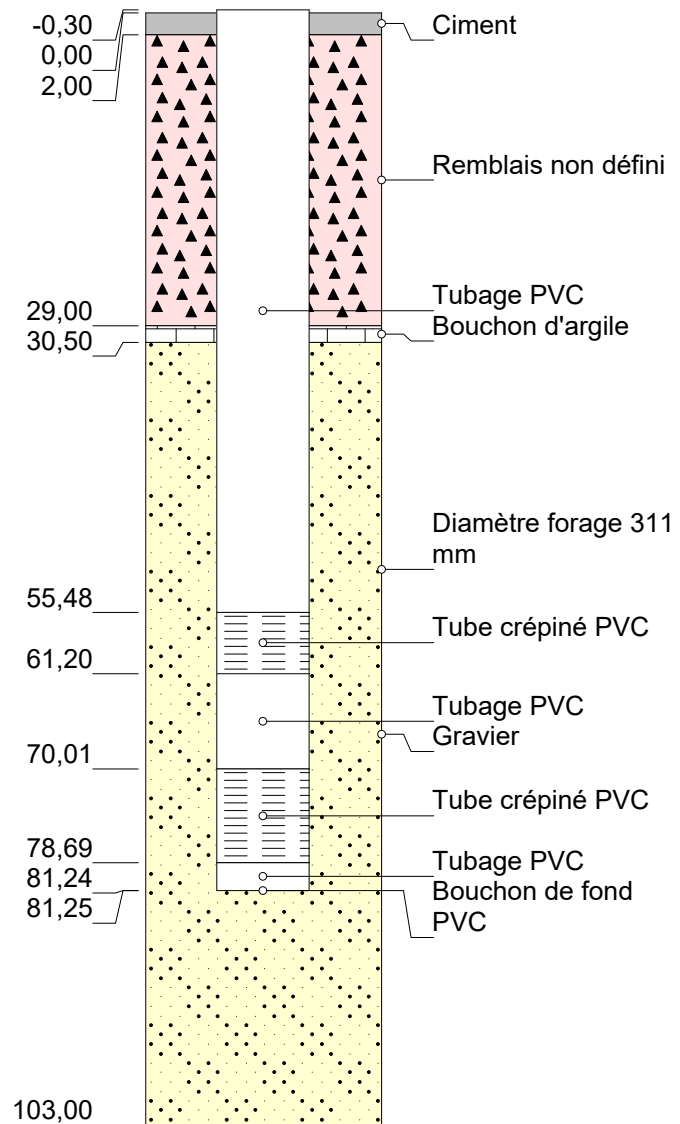
Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER







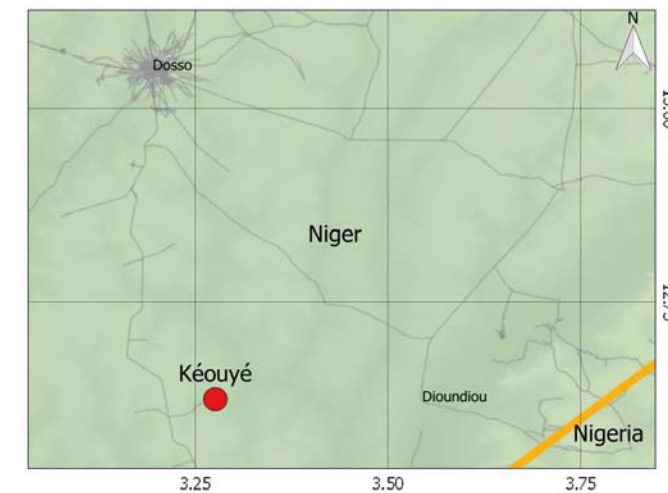
27,35  
20/11/2018



### Légende

- Site suivi
- Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface

0 10 20 km



### Spécifications:

Enregistreur: OUI  
- Type: CTD  
- ID: V5679  
- Config.: 1 mesure/jour 00:00  
- Longueur câble: 38 m

Baromètre: NON

Pompe à motricité humaine: OUI  
Fonctionnelle: OUI  
Prof. pompe: 40 m  
Tête de pompe: Pédale



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
19/07/2017	33,00	1678,00	6,71	0,49	6,800	230,000	29,100	75,000	340,000	123,000	283,000	-0,030	0,142	-0,003	0,010	1,260	1,800	0,840	0,313	-0,020	0,057	-0,020	2,890	-0,002	-0,003	-0,003	1,850	-6,91	-46,20
06/03/2018	33,50	1729,00	6,73	0,08	6,900	235,000	29,900	77,200	341,000	124,000	286,000	0,030	0,060	-0,030	0,100	1,300	2,010	0,700	0,312	-0,020	0,059	-0,020	2,950	-0,002	-0,003	-0,003	1,870	-6,97	-45,60
20/11/2018	32,90	1749,00	6,71	1,51	6,800	228,000	29,300	75,300	341,000	121,000	284,000	0,040	0,004	-0,003	0,140	1,150	1,850	0,849	0,340	-0,020	0,058	-0,020	2,750	-0,002	-0,003	-0,003	1,820	-6,93	-46,00



## Fiche d'identité NE-Kéouyé

Longitude: 3,2757° E Latitude: 12,62329° N Système Géodésique: WGS 84

Altitude Margelle [m s.n.m]: 215,00

Date de réalisation: 26/10/1998

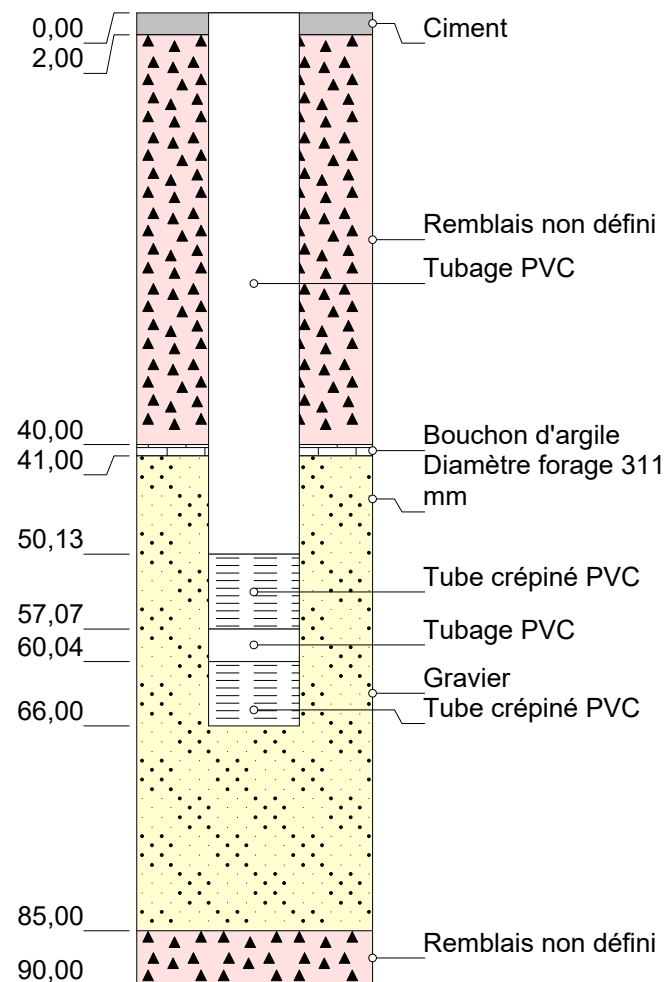
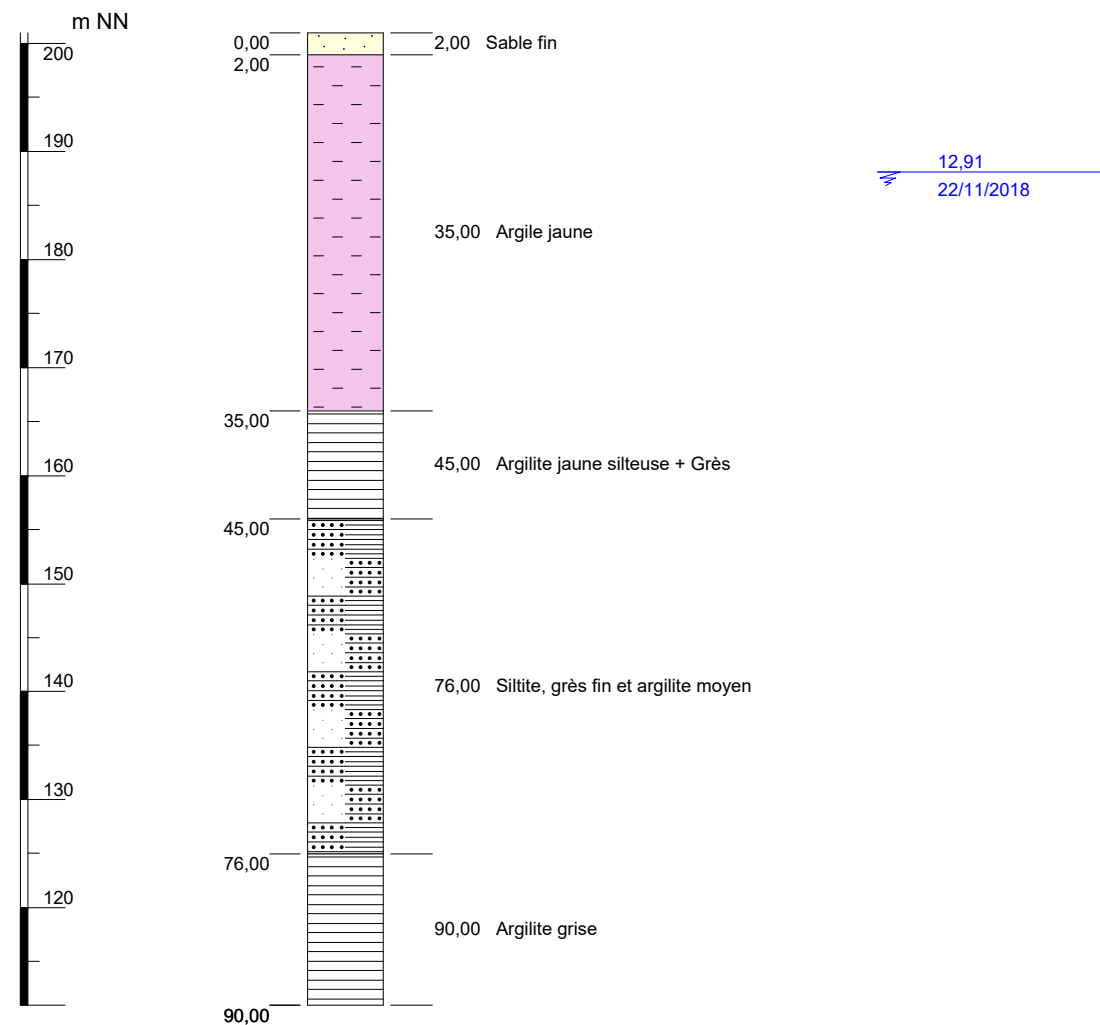
Programme/Entreprise de réalisation:

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

### Évolution du niveau de la nappe

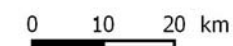


Échelle verticale: 1:700



**Légende**

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface



**Spécifications:**

Enregistreur: OUI  
 - Type: CTD  
 - ID: V5653  
 - Config.: 1 mesure/jour 00:00  
 - Longueur câble: 30 m

Baromètre: OUI  
 - Type: DIVER  
 - ID: BB870

Pompe à motricité humaine: OUI  
 Fonctionnelle: OUI  
 Prof. pompe: 35 m  
 Tête de pompe: Pédale



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
20/07/2017	32,30	19,50	4,72	2,55	0,500	2,200	0,414	2,720	3,070	0,197	12,300	-0,030	0,060	-0,003	-0,010	0,023	-0,003	0,053	0,012	-0,020	0,017	-0,020	0,030	-0,002	-0,003	0,004	0,019	-5,25	-31,30
22/11/2018	32,70	19,60	4,79	5,65	0,500	1,100	0,368	1,290	0,093	0,090	8,800	-0,030	0,355	-0,003	-0,010	0,020	-0,003	0,050	0,007	-0,020	0,018	-0,020	0,040	-0,002	-0,003	-0,003	0,025	-5,36	-31,50



# Fiche d'identité NE-Gandou

Longitude: 3,74795° E Latitude: 12,69681° N Système Géodésique: WGS 84

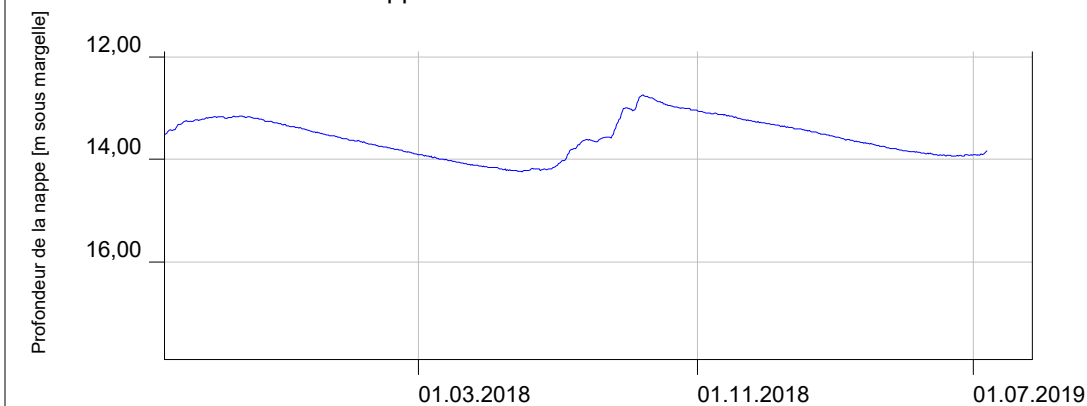
Altitude Margelle [m s.n.m]: 201,00

Date de réalisation: 22/05/1998

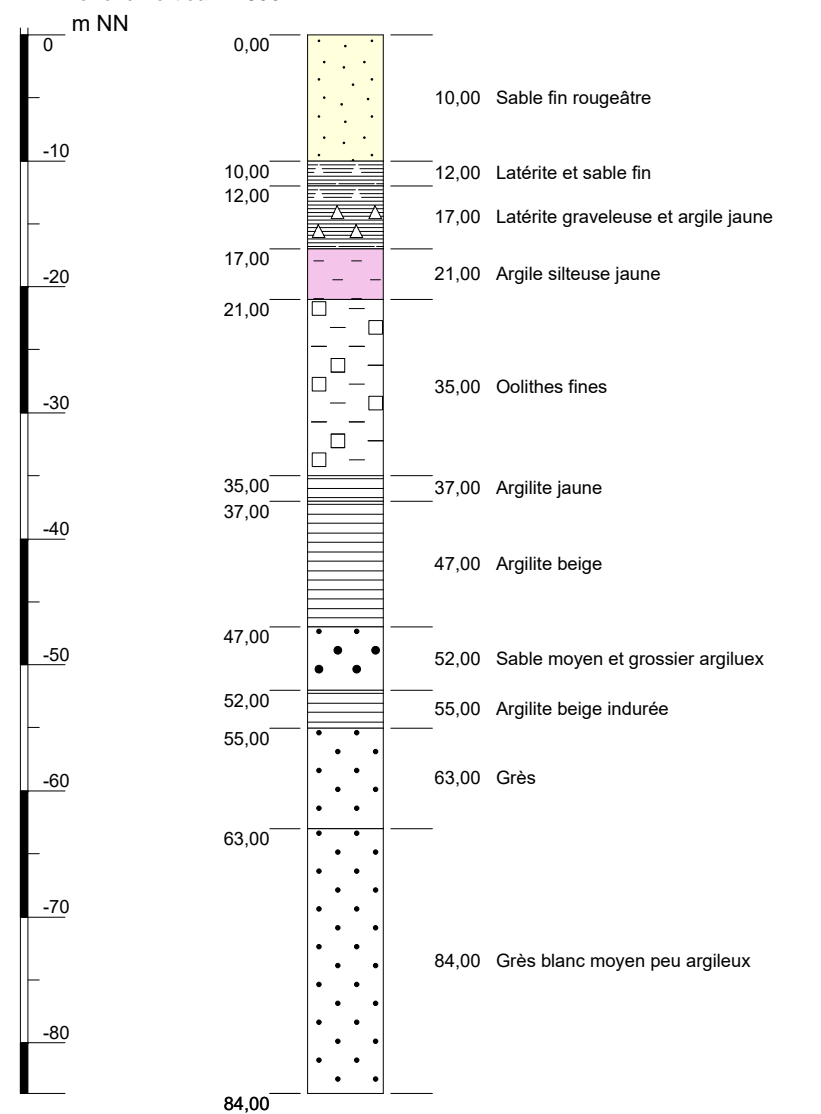
Programme/Entreprise de réalisation:

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

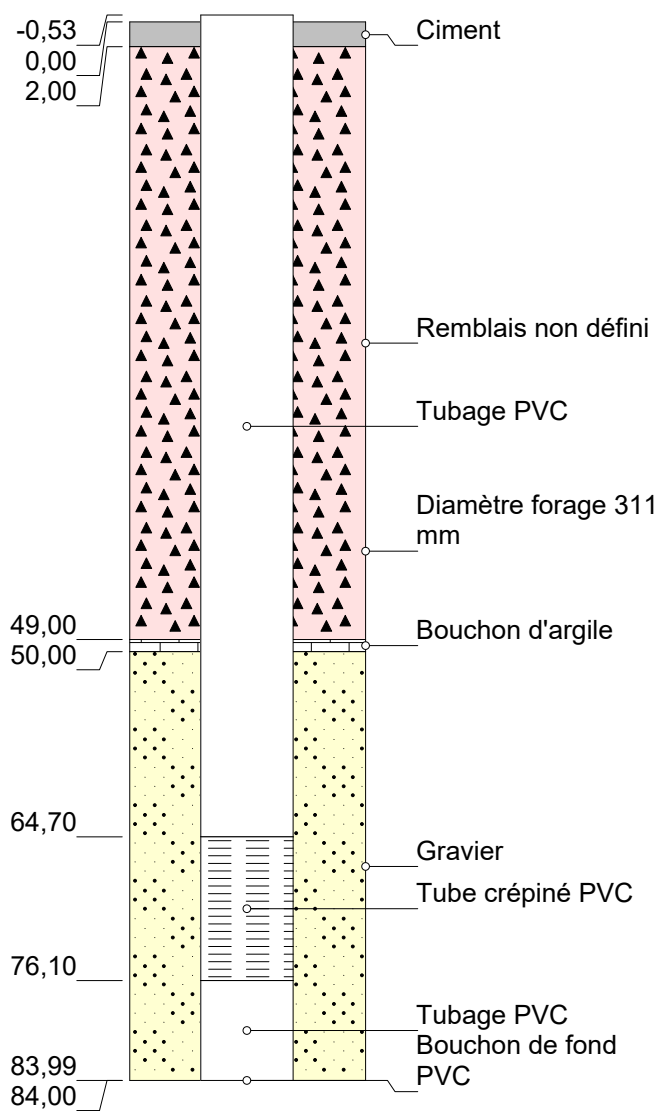
**Évolution du niveau de la nappe**



Échelle verticale: 1:600

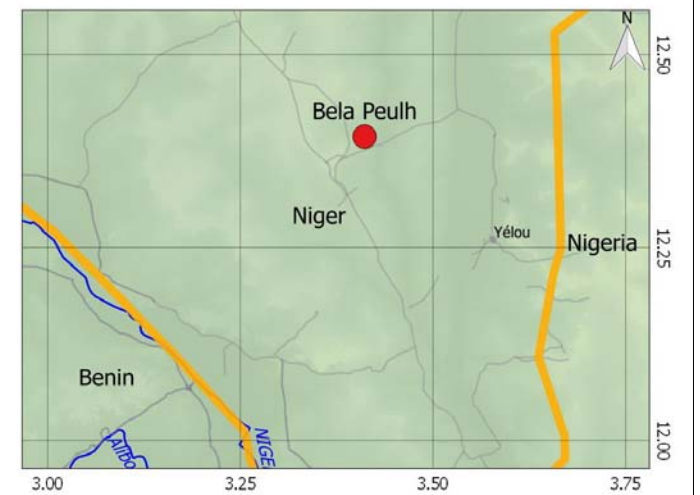
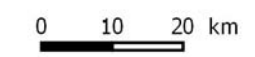


19,66  
25/11/2018



**Légende**

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface



**Spécifications:**

Enregistreur: OUI  
 - Type: CTD  
 - ID: V5647  
 - Config.: 1 mesure/jour 00:00  
 - Longueur câble: 23,5 m  
 Baromètre: NON  
 Pompe à motricité humaine: OUI  
 Fonctionnelle: OUI  
 Prof. pompe: 24,50 m  
 Tête de pompe: Pédale



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
07/03/2018	32,70	1676,00	7,56	0,82	4,700	307,000	9,290	33,000	321,000	99,200	294,000	0,040	0,180	1,450	0,020	1,820	1,890	0,038	0,020	-0,020	0,055	-0,020	3,170	-0,002	-0,003	-0,003	1,200	-8,31	-57,40
25/11/2018	33,50	1684,00	7,36	0,20	4,700	299,000	9,210	33,800	319,000	96,000	299,000	0,040	0,086	-0,003	0,650	1,570	1,700	0,043	0,021	-0,020	0,063	-0,020	2,970	-0,002	-0,003	-0,003	1,150	-8,05	-56,30



# Fiche d'identité NE-Bela-Peulh

Longitude: 3,41108° E Latitude: 12,39372° N Système Géodésique: WGS 84

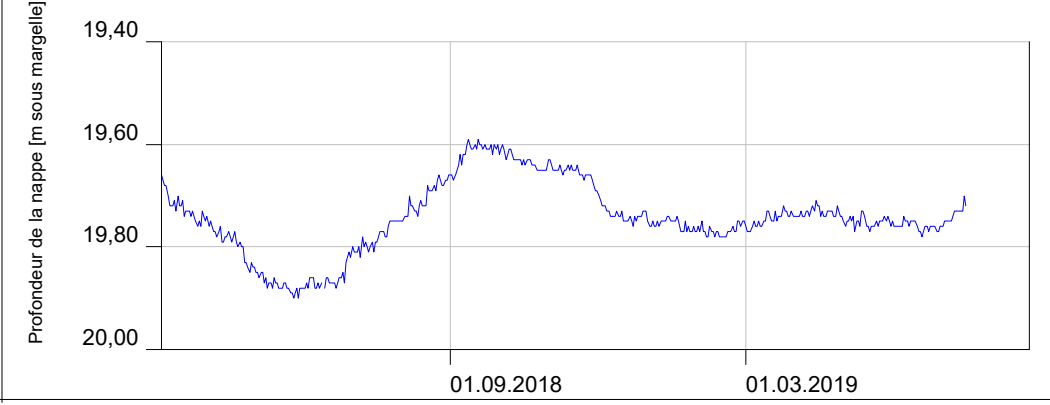
Altitude Margelle [m s.n.m]: 0,00

Date de réalisation:

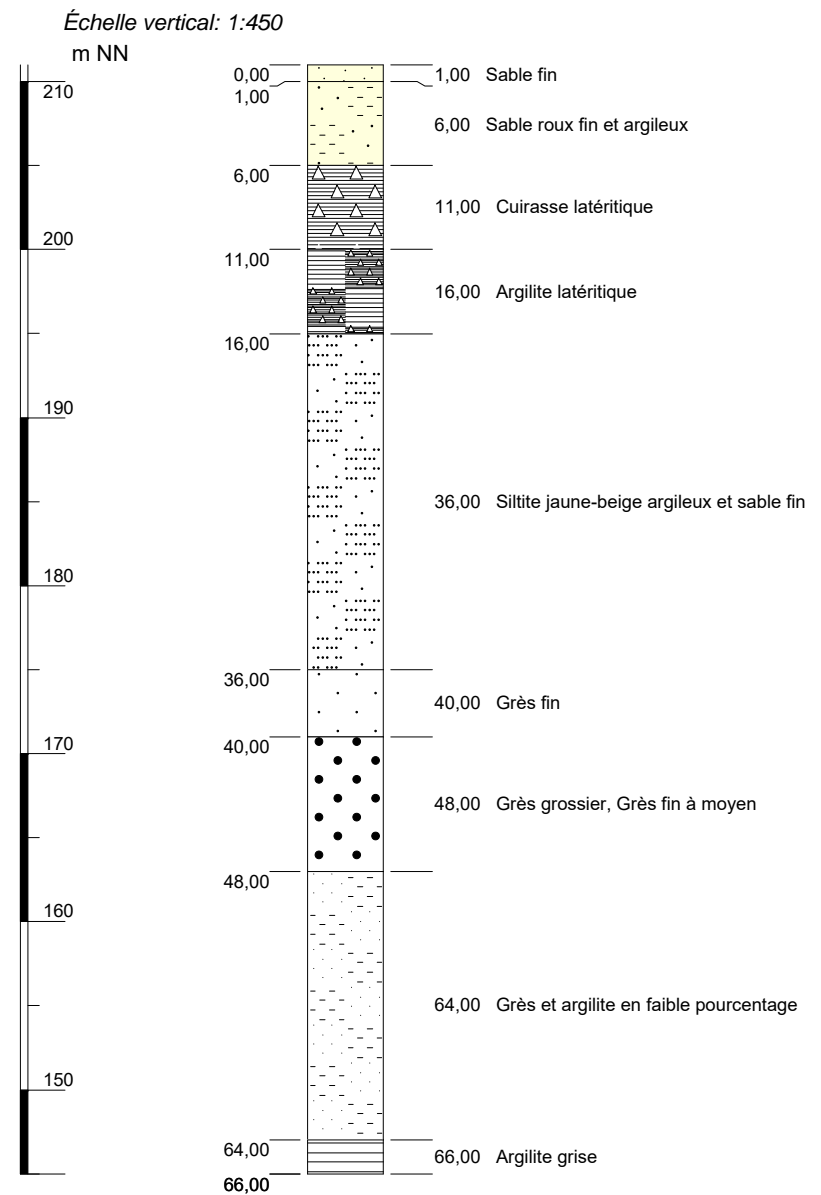
Programme/Entreprise de réalisation:

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

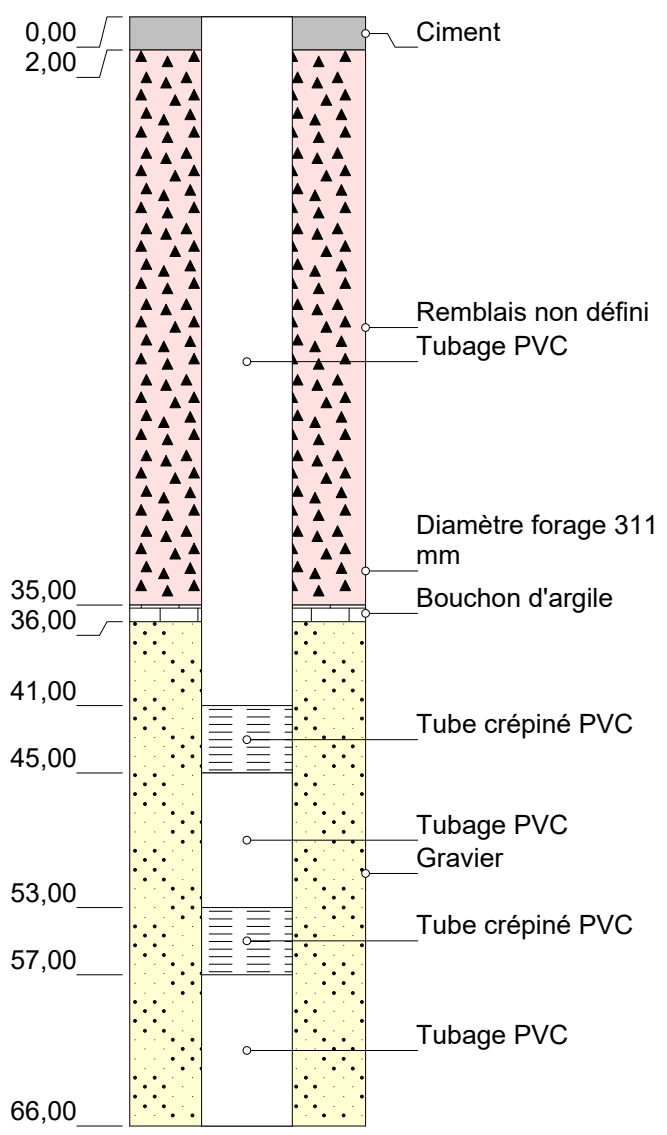
**Évolution du niveau de la nappe**







23,78  
23/11/2018



**Légende**

- Site suivi
  - Frontières
  - Réseau routier
  - Eaux de surface
- 0 10 20 km



**Spécifications:**

Enregistreur: OUI  
 - Type: CTD  
 - ID: V5641  
 - Config.: 1 mesure/jour 00:00  
 - Longueur câble: 35 m

Baromètre: NON

Pompe à motricité humaine: OUI  
 Fonctionnelle: OUI  
 Prof. pompe: 37,50 m  
 Tête de pompe: Pédale



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
21/07/2017	32,40	91,60	4,60	2,97	2,000	4,800	1,900	6,220	5,430	2,300	5,000	-0,030	26,800	0,003	-0,010	0,014	0,014	0,032	0,067	-0,020	0,091	-0,020	-0,010	-0,002	-0,003	0,005	0,057	-4,71	-25,90
08/03/2018	33,20	180,50	4,64	1,19	2,400	10,600	3,590	12,900	17,300	0,243	3,600	-0,030	52,900	-0,003	-0,010	0,018	0,067	0,032	0,115	-0,020	0,205	-0,020	0,030	-0,002	-0,003	0,007	0,118	-5,08	-27,10
23/11/2018	32,80	110,00	4,61	0,93	1,700	5,600	2,260	7,750	8,490	1,170	5,500	-0,030	31,700	0,003	-0,010	0,016	0,031	0,017	0,062	-0,020	0,107	-0,020	0,020	-0,002	-0,003	0,004	0,067	-4,90	-26,40



**Fiche d'identité  
NE-Balifolo**

Longitude: 3,65257° E Latitude: 12,51708° N Système Géodésique: WGS 84

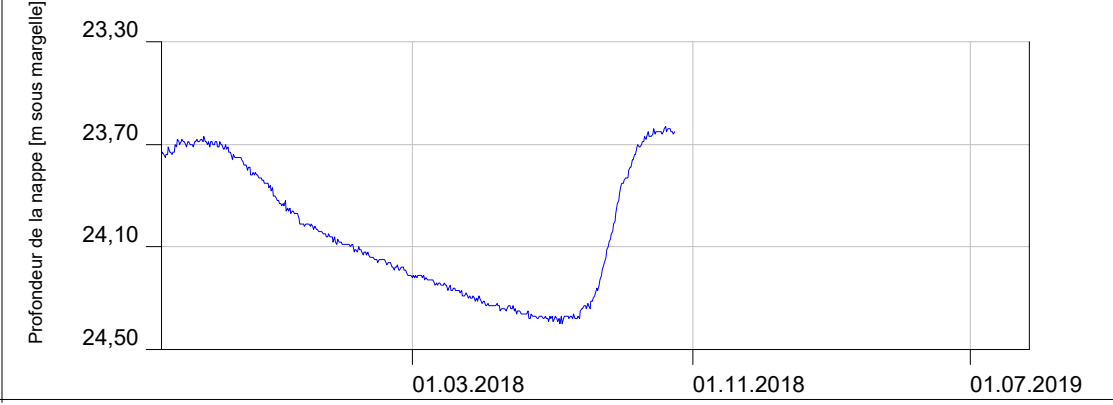
Altitude Margelle [m s.n.m]: 211,00

Date de réalisation: 25/06/1998

Programme/Entreprise de réalisation:

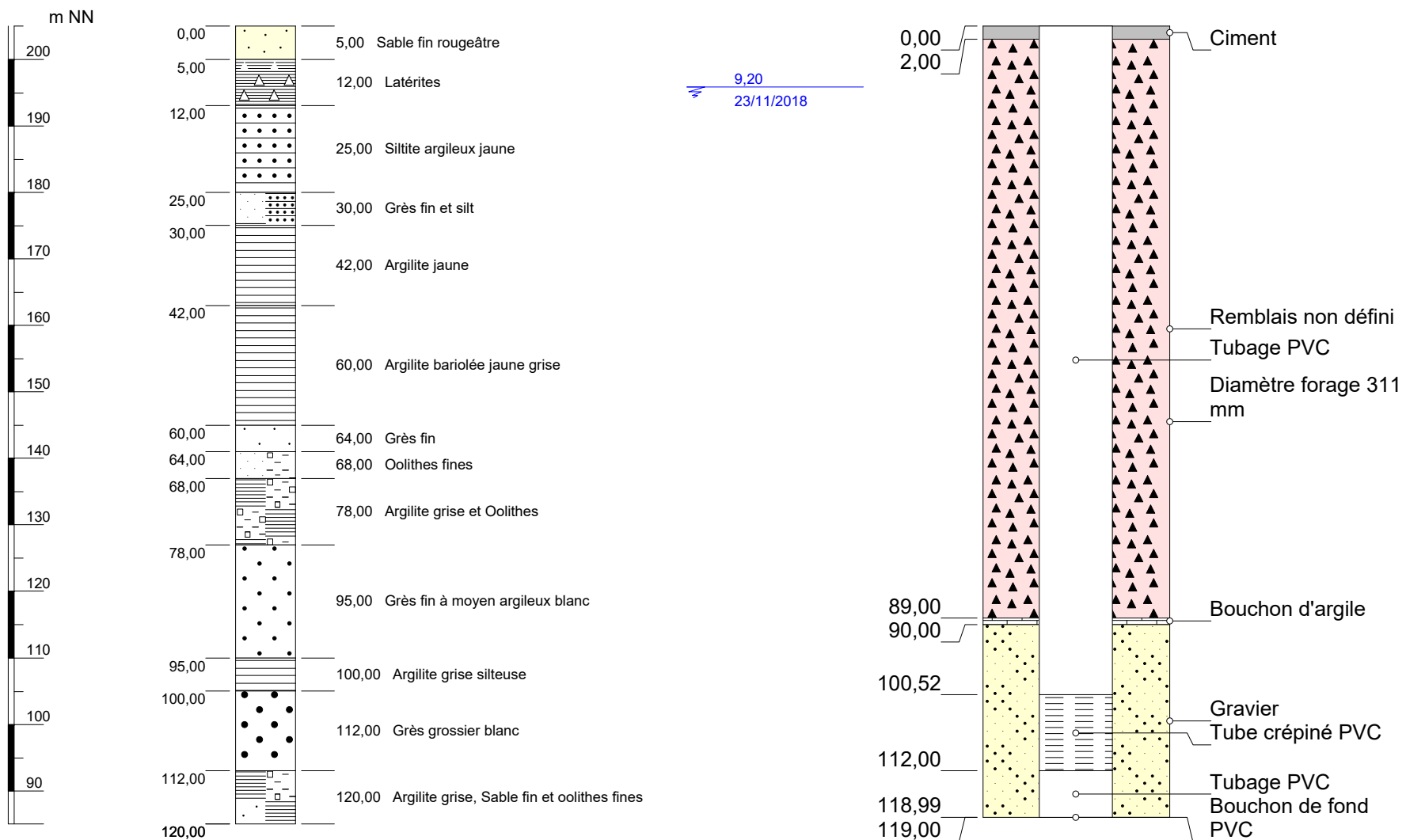
Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

**Évolution du niveau de la nappe**



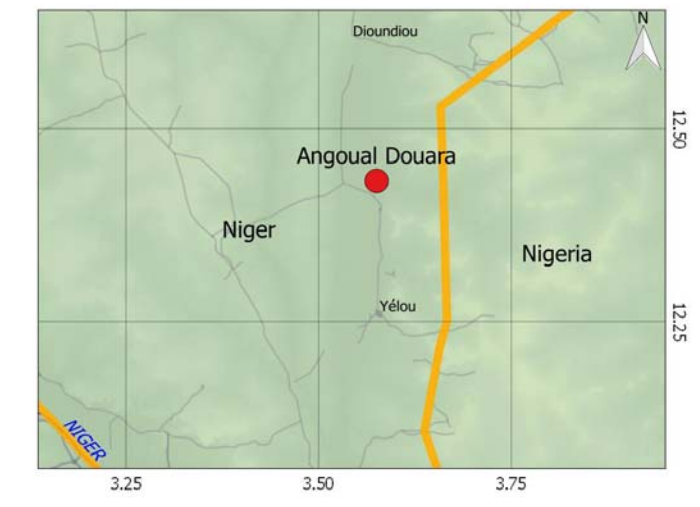


Échelle verticale: 1:900



**Légende**

- Site suivi
- ▭ Frontières
- Réseau routier
- Eaux de surface



**Spécifications:**

Enregistreur: OUI  
 - Type: CTD  
 - ID: V5652  
 - Config.: 1 mesure/jour 00:00  
 - Longueur câble: 20 m  
 Baromètre: NON  
 Pompe à motricité humaine: OUI  
 Fonctionnelle: NON  
 Prof. pompe: 25,70 m  
 Tête de pompe: Pédale



Date	T Eau [°C]	CE [µS/cm]	pH	O2 [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	Cl [mg/l]	SO4 [mg/l]	HCO3 [mg/l]	PO4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2 [mg/l]	NH4 [mg/l]	F [mg/l]	Br [mg/l]	Fe (II) [mg/l]	Mn [mg/l]	As [mg/l]	Ba [mg/l]	Pb [mg/l]	B [mg/l]	Cd [mg/l]	Cr [mg/l]	Ni [mg/l]	Sr [mg/l]	d18O [‰ vs SMOW]	d2H [‰ vs SMOW]
08/03/2018	33,60	370,00	7,26	0,04	5,200	60,800	4,640	7,770	18,900	0,546	168,000	0,640	0,042	8,640	0,030	1,350	0,086	0,239	0,018	-0,020	0,087	-0,020	0,970	-0,002	-0,003	-0,003	0,201	-7,52	-50,80
23/11/2018	33,60	336,00	7,62	0,05	4,200	58,100	4,590	7,840	14,200	0,677	183,000	0,200	-0,003	-0,003	0,530	1,200	0,082	0,177	0,014	-0,020	0,083	-0,020	0,920	-0,002	-0,003	-0,003	0,200	-7,44	-50,60



# Fiche d'identité NE-Angoul-Douara

Longitude: 3,64042° E Latitude: 12,43196° N Système Géodésique: WGS 84

Altitude Margelle [m s.n.m]: 205,00

Date de réalisation: 20/10/1998

Programme/Entreprise de réalisation:

Base de données de l'Autorité du Bassin du Niger: RÉSEAU DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES\_BASSIN DU NIGER

**Évolution du niveau de la nappe**

