

**Dispositif de suivi du niveau de nappe  
phréatique dans les vallées équipées  
de seuil d'épandage du bassin versant  
de Badaguichiri**

**Tidjani Adamou Didier, Faculté  
d'Agronomie de l'Université Abdou  
Moumouni, Email. didiarta@yahoo.**

**Février 2015**

## Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier :

- ✓ Colonel Major Watta Issifou, Directeur de CNSEE pour avoir facilité la réalisation de cette mission ;
- ✓ Yacouba Yarima, expert GR au projet Badaguichiri, qui malgré ses occupations a accepté de nous accompagner sur le terrain. Il a entre autres mis la documentation relative à la question à notre disposition dans une ambiance amicale ;
- ✓ Ibrahim Mamane, Coordonnateur du projet Badaguichiri, pour l'hospitalité d'une part et l'acceptation de mettre l'expert GR à notre disposition pour ce travail d'autre part ;
- ✓ Et tous ceux qui ont facilité directement ou indirectement la réalisation de ce travail.

## Table de matière

Remerciement.....	i
Table de matière .....	ii
Liste des tableaux .....	ii
Liste des figures .....	ii
Introduction .....	1
I. Concepts et définitions .....	1
II. Objectif .....	3
III. Méthodologie.....	3
IV. Réseau de piézomètre dans les vallées du bassin versant de Badaguichiri .....	3
V. Instrumentation.....	4
VI. Périodicité des mesures et ressources humaines.....	5
VII. Sites identifiés au niveau dudit bassin versant .....	6
VIII. Estimation financière de l'instrumentation pour trois sites de seuil .....	7
IX. Estimation financière du coût d'analyses physico-chimique de l'eau de nappe .....	8
TDR proposé par le CNSEE.....	i

## Liste des tableaux

Tableau 1: Contenance des aquifère en fonction des types de roche .....	2
Tableau 2: Sites proposés pour le suivi du niveau de nappe phréatique aux niveaux de cinq vallées représentatives des vallées du bassin versant de Badaguichiri .....	6
Tableau 3: Prix indicatifs des instruments pour le suivi du niveau de nappe phréatiques .....	8

## Liste des figures

Figure 1: Seuil d'épandage avec une matérialisation de la zone d'épandage des eaux.....	1
Figure 2: schéma d'un aquifère classique .....	2

Figure 3: Piézomètres logés dans une nappe libre ..... 3

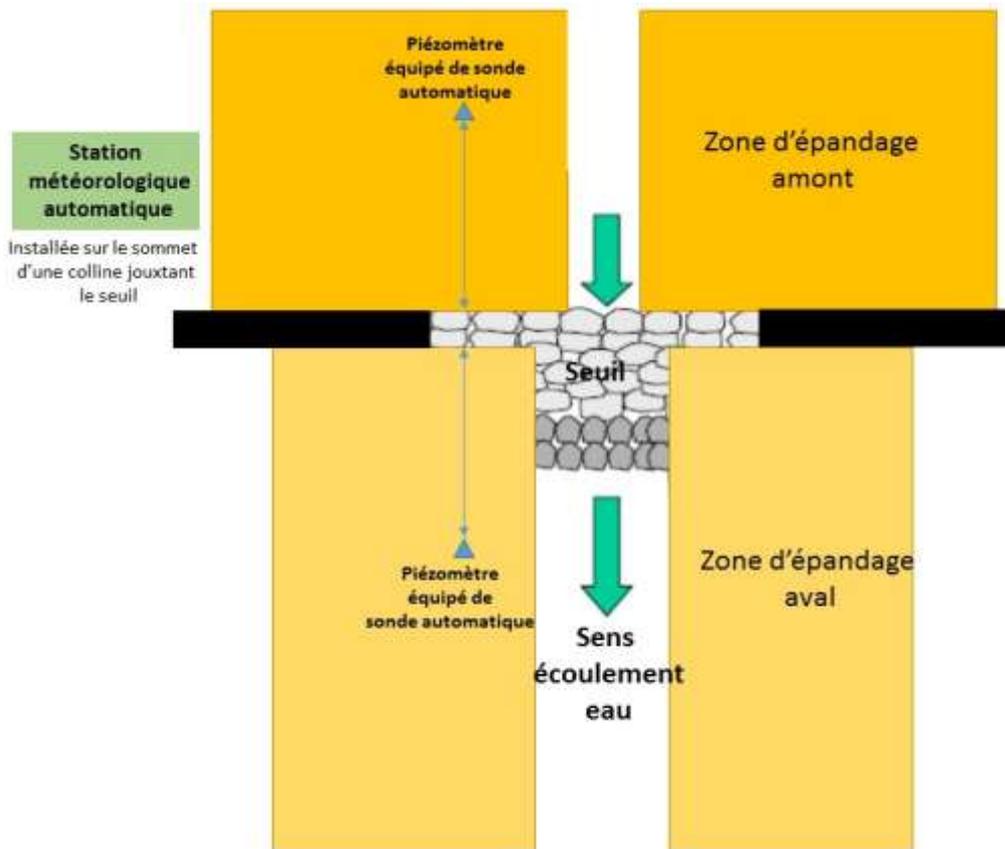


Figure 4: dispositif de suivi du niveau et de la qualité de la nappe phréatique..... 4

Figure 5: Position des seuils d'épandage à équiper de dispositif de suivi du niveau de nappe phréatique ..... 7

Figure 6: Types d'instrument à installer au niveau des seuils (BV Badaguichiri) ..... 9

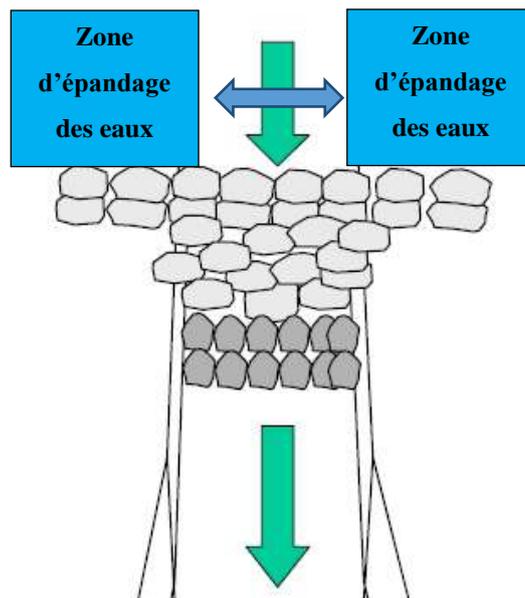
## Introduction

La non durabilité de l'usage des eaux souterraines pour l'irrigation est un problème important non seulement pour les pays qui font un usage intensif des eaux souterraines, mais aussi pour le monde dans son ensemble. La disponibilité et la mobilisation des eaux souterraines constituent un facteur constituant un préalable pour la pratique et la promotion des cultures irriguées. Dans les vallées du bassin versant la pratique des cultures maraichères est possible du fait de l'existence de nappes alluviales dont la profondeur du niveau statique n'excède pas les 15m. La recharge se fait par infiltration des eaux de pluies et de ruissèlement. Elle dépend fortement du temps de résidence sur les surfaces des zones de recharge. Pour accroître ce temps dans les vallées, le projet Badaguichiri construira des seuils d'épandage au niveau de plusieurs vallées.

Le CNSEE responsable du volet suivi écologique et environnement au niveau dudit projet envisage de suivre l'effet des seuils qui seront construits sur la recharge de la nappe phréatique. Cette information constituera un outil d'aide à la décision pour la promotion des cultures irriguées en général.

### I. Concepts et définitions

**Le seuil d'épandage (figure 1)** est un ouvrage hydraulique filtrant construit en gabions au travers du lit mineur d'une vallée perpendiculairement au sens d'écoulement des eaux. Il permet de contrôler l'érosion hydrique, d'assurer l'élargissement de l'épandage des eaux et le dépôt d'alluvions fertiles en amont du seuil et d'accroître la recharge de la nappe phréatique.



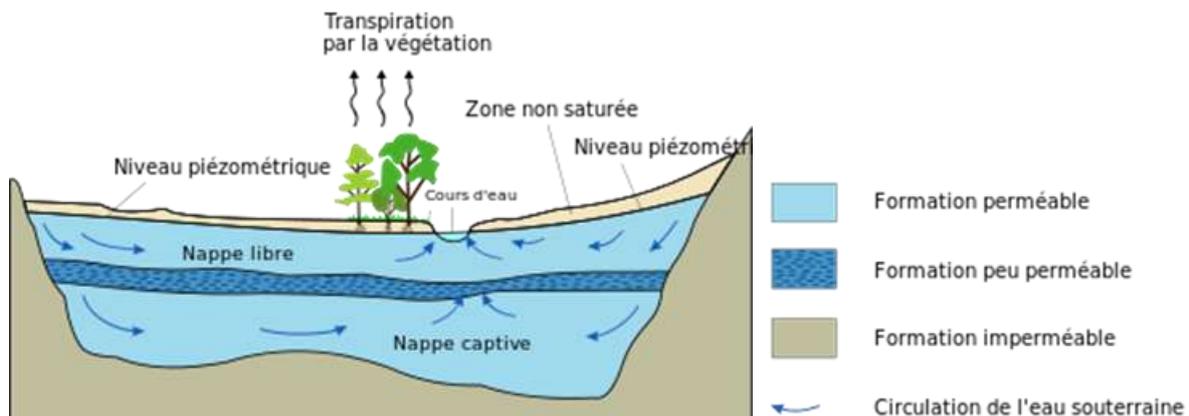
*Figure 1: Seuil d'épandage avec une matérialisation de la zone d'épandage des eaux*

**La nappe** souterraine est complexe et est dans la majorité des cas multicouche. Chacune des couches permet de stocker de l'eau selon ses caractéristiques physiques. Le volume d'eau contenu dans un aquifère est fonction de la nature et de la texture de la roche faisant office de réservoir. Le tableau 1 montre le volume d'eau contenu dans un aquifère en fonction de ces caractéristiques.

*Tableau 1: Contenance des aquifère en fonction des types de roche*

Composition	Sable / gravier	Sable fin	Grès	Craie	Calcaire fissuré	Argile	Schiste	Granite fissuré
Volume d'eau litres	200 à 400	300 à 350	50 à 200	100 à 400	10 à 100	400 à 500	10 à 100	1 à 50

La figure 2 montre les caractéristiques d'un système d'eau souterraine. Ces eaux souterraines peuvent être impactées par l'effet d'un seuil épandage.



*Figure 2: schéma d'un aquifère classique*

Dans la zone de Badaguichiri, elle est multicouche et s'observe à des profondeurs n'excédant pas 20 M. C'est elle qui est exploitée pour les cultures irriguées. Sa recharge se fait suite à l'infiltration d'eau de pluies ou de l'eau stagnante.

Un forage permet de repérer le niveau supérieur de la nappe : c'est le niveau piézométrique, niveau au-dessus duquel les interstices de la roche ne sont pas saturés en eau. Les variations de ce niveau renseignent sur le degré de remplissage de la roche-réservoir. Le piézomètre permet de surveiller les variations de niveau de nappe, mais aussi d'y accéder pour en mesurer la qualité physico-chimique ou biologique. Le pompage de la nappe, à une vitesse qui dépasse celle de recharge entraîne la baisse de son niveau ou rabattement. Cette situation s'observe généralement quand la zone est fortement exploitée pour des fins agricoles.

**Pour illustration (figure 3)** : 3 piézomètres posés à une certaine distance d'un forage actif (pompage d'eau de la nappe phréatique libre) permettent de mesurer l'importance du rabattement de nappe autour du point de captage. En rouge : le déficit par rapport au niveau théorique dit "niveau piézométrique zéro", ici figuré par le pointillé bleu horizontal, correspondant au plafond théorique de la nappe).

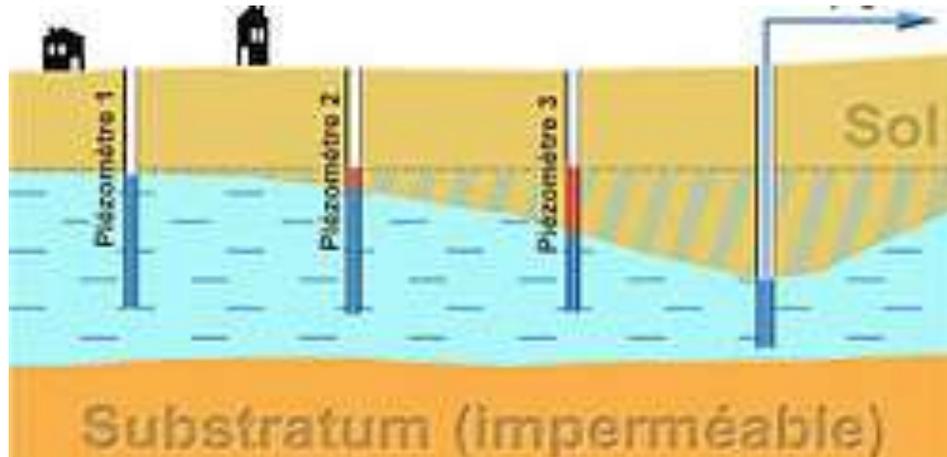


Figure 3: Piézomètres logés dans une nappe libre

## II. Objectif

L'objectif de ce travail est de concevoir un dispositif de suivi du niveau de nappe dans les secteurs des vallées équipées de seuil d'épandage.

Les objectifs spécifiques sont :

- L'identification des zones secteurs d'emplacement des points de suivi du niveau de nappe phréatique au niveau des seuils proposés ;
- L'identification de l'emplacement de la station météorologique automatique sur le sommet d'un plateau jouxtant le seuil d'épandage ;
- L'instrumentation des points de mesure (station météo et point de suivi du niveau de nappe) ;
- La proposition de cout approximatif des instruments à installer par seuil ;
- La proposition d'un planning de collecte de données et des personnels nécessaire.

## III. Méthodologie

La méthodologie dans le cadre de ce travail est centrée autour de recherche bibliographique et de visite des sites potentiels pour la construction des seuils.

L'étude bibliographique a permis l'identification et l'obtention des prix approximatifs du matériel pour l'instrumentation des points de mesure. Les visites des sites sont faites en tenant compte des trois types de vallées observées au niveau du bassin versant de Badaguichiri, à savoir les basses vallées, les moyennes vallées et les hautes vallées. Ceci a permis la validation de l'emplacement de trois seuils et la prise des points GPS pour les emplacements des points de mesure météorologique et du niveau de nappe phréatique.

## IV. Réseau de piézomètre dans les vallées du bassin versant de Badaguichiri

Des piézomètres gérés par le service de l'hydraulique existent dans les vallées du bassin versant de Badaguichiri. Le suivi du niveau de nappe n'est plus assuré de façon régulière du

fait de l'insuffisance des moyens financiers pour effectuer les missions de collecte. Seul l'emplacement exact de quelques-uns sont connus avec précision.

Il serait convenable de tenir compte de ces piézomètres dans le dispositif que le CNSEE mettra en place et de doter le service de l'hydraulique dans la gestion du dispositif, la collecte et l'exploitation des données.

## V. Instrumentation

Au niveau de chacun des sites d'emplacement de seuil sera placé un piézomètre dans la partie médiane de la zone d'épandage du seuil. Un dispositif similaire sera installé en aval du seuil dans la zone équivalente à la zone d'épandage. Une station météorologique automatique sera quant à elle installée au sommet de la colline la plus proche du seuil en question (figure 4).

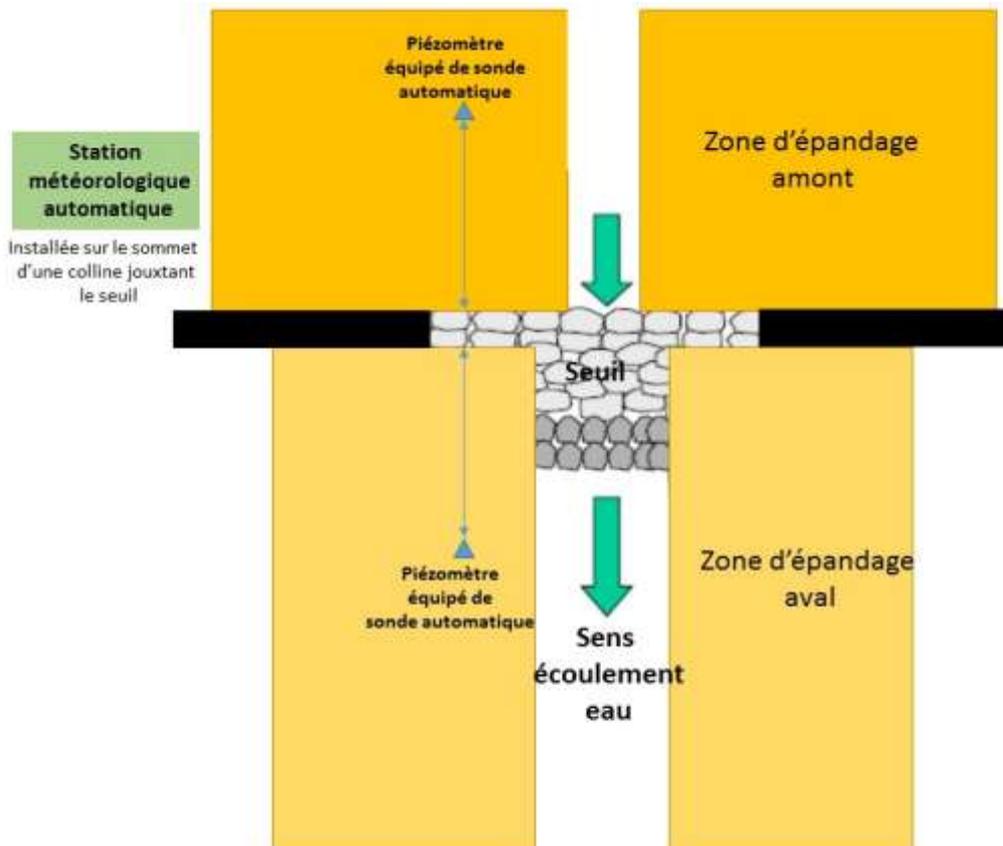


Figure 4: dispositif de suivi du niveau et de la qualité de la nappe phréatique

### Type de piézomètre à réaliser

Les piézomètres « ouverts » seront réalisés aux emplacements identifiés. Ils sont des tubes, qui permettent depuis la surface d'accéder à l'eau d'une nappe phréatique. Ils permettent d'en relever le niveau piézométrique à l'aide d'une sonde manuelle et automatique. Ils sont fermés par le sommet avec un couvercle adapté. La réalisation d'un piézomètre doit être conforme aux normes NF P94-157-1 et NF EN ISO 22475-1.

### **Type de sonde à installer**

Pour plus de précaution, les mesures de la variation du niveau de nappe se feront manuellement et en automatique :

- ✓ Pour les mesures manuelles, une sonde manuelle « lumineuse et sonore » commercialisé par SDEC-France sera utilisée
- ✓ Pour les mesures automatiques, les sonde à pression de type « Sonde MiniDIVER, enr. niv. d'eau+T°C, gamme 0-10m. » seront utilisées. Elles seront accompagnées d'une sonde Baro de type « Sonde Baro DIVER, enr. P.A.+T°C (gamme 0-1,5m). ». On utilisera un Adaptateur de lecture/programmation PC(USB)/ DIVER pour la programmation des sondes, la lecture et la décharge des données piézométriques.

### **Préleveur d'eau et échantillonneur d'eau**

Pour le prélèvement de l'eau en vue d'une analyse physico-chimique et éventuellement biologique, on se servira d'un préleveur adapté au piézomètre ouvert. Il sera de type « PTFE, Ø:35 mm, L: 90 cm, 0,69 L ». Pour l'échantillonnage des eaux, des flacons propres seront utilisées. L'eau échantillonnée sera conservée au frais.

### **Station météorologique automatique**

Elle sera composée d'un pluviomètre, d'une girouette, d'un anémomètre de type sonic, d'une sonde de température et humidité relative de l'air d'un pyranomètre différentiel. Ces instruments de mesure seront liés à un datalogger (unité d'acquisition de données) autonome sur le plan énergie du fait de la présence de batterie et d'un panneau solaire. Les câbles de connexion et de raccord, et les supports conventionnels accompagneront la station.

Un pluviomètre à lecture direct sera installé à proximité de la station automatique pour prévenir toute panne ou autres disfonctionnement du pluviomètre automatique.

## **VI. Périodicité des mesures et ressources humaines**

### **Niveau piézométrique**

Les sondes automatiques seront programmées pour enregistrée les mesure effectué chaque 6h (soit 4 mesures par jour). Elles seront déchargées une fois par mois. Au moment de la décharge une lecture avec la sonde manuelle est effectuée.

### **Station météorologique**

Les stations météorologiques seront programmées pour garder en mémoire les données collectées chaque 5 minute et les données seront déchargées une fois par mois. Durant la saison des pluies, chaque évènement pluvieux est enregistré manuellement. Une fiche contenant la date, l'heure du début et de la fin de l'évènement, hauteur de pluies sera laissé à l'opérateur « village » pour la collecte de la pluie tombée.

### **Echantillonnage de l'eau**

Au début et la fin de la saison des pluies l'eau de la nappe seront prélevées et acheminé à Niamey pour la détermination des paramètres physico-chimique. L'opérateur en charge de la gestion de la station météo et des piézomètres effectuera ce travail.

### **Ressources humaines**

Pour assurer la surveillance du matériel et la collecte des données, il faudrait :

- ✓ Par site un gardien faisant office de vérificateur du bon fonctionnement de la station météo et enregistreur de la pluviométrie sera recruté. Il renseignera la base du projet de tout dysfonctionnement ou problème rencontré.
- ✓ Au niveau du projet, un opérateur ayant des connaissances en informatique sera formé pour la collecte des données et l'entretien du matériel installé au niveau des trois sites.

Toutes les données collectées seront transmises mensuellement au CNSEE par email.

## **VII. Sites identifiés au niveau dudit bassin versant**

Les vallées du bassin versant de Badaguichiri sont scindées sur le plan géomorphologique en trois grands secteurs qui sont :

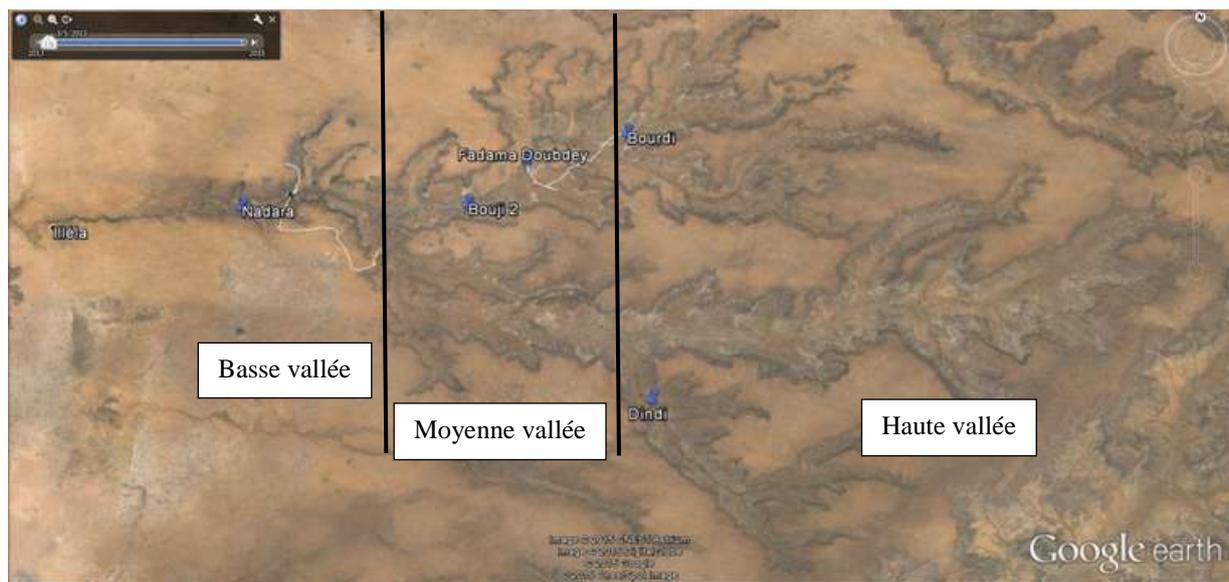
- ✓ Les basses vallées du secteur de Illéla ;
- ✓ Les moyennes vallées du secteur de Bouji –Bourdi - Doubdey Karama;
- ✓ Les hautes vallées du secteur de Dindi.

Au moins un seuil sera construit par secteur par le projet de Badaguichiri. Le CNSEE prévoit de faire équiper un seuil par secteur d'un dispositif de suivi de nappe phréatique (figure 4). Les sites identifiés pour être équipé de dispositif de suivi de niveau de nappe sont renseignés dans le tableau 2 (plage grise). Ils présentent tous des points d'ancrage du seuil, une colline pour abriter la station météo et sont relativement facile d'accès. Les sites que nous proposons d'être équipés sont le seuil de Nadara, celui de Doubdey Karama et celui de Dindi. Les piézomètres seront installés dans la partie médiane de la zone d'épandage et dans une position et distance équivalente à l'aval du seuil. La station météo sera au niveau du secteur le plus haut des points d'ancrage du seuil.

*Tableau 2: Sites proposés pour le suivi du niveau de nappe phréatique aux niveaux de cinq vallées représentatives des vallées du bassin versant de Badaguichiri*

Site identifié	Position géomorphologique	Coordonnées géographiques	Niveau approximatif de nappe phréatique
Nadara / Illéla	Basse vallée	Lat N14.48833 Long E5.34680 Alt 317 m	6 m
Doubdey Karama	Moyenne vallée	Lat N14.53922 Long E5.50641 Alt 333 m	8 m
Bouji 2	Moyenne vallée	Lat N14.50939 Long E5.47624 Alt 314 m	3-4m
Bourdi	Haute vallée	Lat N14.56291 Long E5.56098 Alt 342 m	4-5 m
Dindi	Haute vallée	Lat N14.41626 Long E5.59949 Alt 382 m	8 à 12 m

La figure 5 montre la spatialisation des sites identifiés pour abriter les seuils d'épandage et le dispositif du niveau de nappe phréatique.



*Figure 5: Position des seuils d'épandage à équiper de dispositif de suivi du niveau de nappe phréatique*

### **VIII. Estimation financière de l'instrumentation pour trois sites de seuil**

Les stations météo seront fournies par Campbell Scientifique - France et les sondes piézométriques seront fournies par SDEC-France. Les prix annoncés dans le tableau 3 sont indicatifs et susceptibles de changement. Sur cette base, l'instrumentation du dispositif coûtera seize millions trois cent quarante mille francs cfa (16340000 fcfa).

*Tableau 3: Prix indicatifs des instruments pour le suivi du niveau de nappe phréatiques*

Instruments	Unité	Prix unitaire (fcfa)	Prix total (fcfa)
Station météorologiques	3	300000	9000000
Sonde diver	6	550000	3300000
Sonde baro diver	1	450000	540000
Préleveur d'eau	2	250000	500000
lecteur / programmeur diver	1	200000	200000
Piézomètre	6	300000	1800000
Supports divers	-	500000	500000
Sonde piézométrique sonore et lumineuse	1	500000	500000
Coût total pour les trois sites			16340000

### **IX. Estimation financière du coût d'analyses physico-chimique de l'eau de nappe**

Sur la base que l'analyse d'un échantillon d'eau coutera environ 100000 fcfa et qu'il y aurait 12 échantillons d'eau pour les trois sites de seuil, les frais de laboratoire s'élèveront à un million deux cent mille franc CFA (1200000 fcfa).

Les frais des flacons et le cout de la mission de collecte des échantillons d'eau sont laissés pour mémoire.



**Piézomètre ouvert**



**Sonde Baro et piézométrique automatiques**



**Piezomètre sonore et lumineux**



**Station météorologique automatique**

*Figure 6: Types d'instrument à installer au niveau des seuils (BV Badaguichiri)*

# TDR proposé par le CNSEE

**Activité :** Elaboration d'un dispositif de suivi de la nappe phréatique au niveau du bassin versant de Badaguichiri

## Objectif

L'objectif de cette étude est de proposer un dispositif de suivi de l'eau de la nappe phréatique au niveau du bassin versant de Badaguichiri

## Objectifs spécifiques

- ✓ Faire un état des lieux du dispositif existant du suivi du niveau de nappe et de la qualité des eaux souterraines ;
- ✓ Proposer un plan de mise en place d'un dispositif performant de suivi de la nappe phréatique

**Zone d'étude :** Bassin versant de Badaguichiri

**Site d'observation :** Les secteurs amont et aval des seuils et barrages présents et à construire

## Méthodologie

La méthodologie est axée autour de trois axes :

- ✓ **Axe 1 :** Prise de contact avec le responsable des seuils et barrages du projet Badaguichiri dans l'optique d'aider l'équipe à connaître l'emplacement des seuils et barrages existant et ceux à construire. Cette visite permettra de faire de l'état des lieux concernant l'existence ou non d'un dispositif de suivi de la nappe phréatique.
- ✓ **Axe 2 :** Identification de l'emplacement des points de suivi de la nappe phréatique. Ils se localiseront en amont et en aval de l'ouvrage de captage / dissipation des eaux. A l'échelle du Bassin versant trois parties se distingueront pour servir de points de suivi. Il s'agira de la partie amont, de la partie médiane et de la partie aval dudit bassin versant. Au sein de chacune des parties un barrage et un seuil d'épandage seront proposés pour être équipés. Sur cette base, 6 points de mesures situés sur la zone d'épandage des eaux à proximité de l'ouvrage de ce qui est du secteur amont de l'ouvrage et 6 autres points situés dans la partie aval de l'ouvrage à l'opposé du point amont seront localisés et géo-référencés.
- ✓ **Axe 3 :** proposition d'équipement pour l'opérationnalisation des points de suivi. Cet axe permettra de prévoir la réalisation des piézomètres, leurs équipements et les

mesures complémentaires pour mieux exploiter les données collectées. Un plan de collecte de données et le profil des personnes pouvant assurer le suivi seront définis.

### **Résultats attendus**

Au terme de ce travail, les principaux résultats attendus sont :

- ✓ Donner un avis sur l'existence ou non d'un réseau de suivi de la nappe phréatique ;
- ✓ Une carte à l'échelle du bassin versant des points d'emplacement des piézomètres pour le suivi de la nappe ;
- ✓ Une description de l'environnement morphopédologique du piézomètre ;
- ✓ Une liste d'équipement par piézomètre à installer ;
- ✓ Une liste d'instrument de mesure complémentaire pour une meilleure exploitation des données collectées ;
- ✓ Un plan de collecte de données ;
- ✓ Les ressources humaines pour gérer le dispositif de suivi.