



French

Ministre de la pêche,  
de l'hydraulique  
villageoise et pastorale

**PRACTICA**  
FOUNDATION

## NORMES ET STANDARDS DE FORAGE MANUELS AU TCHAD

Le Ministère de la Pêche, de l'Hydraulique Pastorale et Villageoise, après consultation d'experts nationaux et internationaux, a décidé de fixer les normes techniques pour les forages manuels d'une profondeur comprise entre 30 et 50 mètres (sauf situation hydrogéologique exceptionnelle) telles que décrites ci-dessous.

### **Général**

- Le travail fourni doit être de bonne qualité à tout moment
- Pendant les chantiers de forages, des précautions de sécurité suffisantes doivent être assurées pour le personnel et les passants
- La contamination de l'aquifère doit être empêchée par tous les moyens raisonnables
- Un journal de chantier conforme aux normes est réalisé pour tous les forages.

En plus des conditions techniques générales, les spécifications suivantes sur les forages et les superstructures devront être jointes aux appels d'offres :

### **Forage**

Technique de forage	Toutes les techniques de forages sont acceptées tant qu'elles permettent d'atteindre les normes techniques.
Diamètre	6 pouces pour le forage manuel (PAS moins de 6 pouces et de préférence pas plus de 8 pouces).
Verticalité	Déviations de la verticale inférieure à 5 %.
Rectitude	Le mètre de non-rectitude (dont les dimensions sont spécifiques au diamètre intérieur du tubage d'équipement, voir spécifications en annexe) peut être descendu doucement et sans forcer jusqu'au fond du forage.

### **Tubage d'équipement**

Matériau	Tubage uPVC pression pour les forages profonds. Les tuyaux doivent être certifiés selon les normes internationales (par exemple DIN-Forage ou IS 12818, série CM)
Diamètre nominal intérieur	Minimum 100 mm (Les pompes India Mark II, III et Vergnet doivent rentrer dans le tubage d'équipement)

Diamètre nominal extérieur

Maximum 125 mm

Epaisseur de la paroi

minimum 5 mm

Joints

Filetés (les douilles jointes avec du ciment / de la colle ne sont PAS acceptées)

Remarques :

En pratique, un tubage en PVC pression de diamètre nominal 100 ou 125 mm peut être utilisé à condition que les limites internes et externes soient respectées. L'espace minimum entre le diamètre de forage et le tubage d'équipement est de 19,5 mm de chaque côté.

### **Crépine**

Remarques :

Seules les crépines faites en usines, respectant les spécifications ci-dessous peuvent être utilisées. Cela exclue les crépines "artisanales" et le découpage manuel de tubage d'équipement pour en faire une crépine.

Matériau

Pareil que pour le tubage d'équipement.

Diamètre et épaisseur

Pareil que pour le tubage d'équipement.

Taille maximum des fentes

1,0 mm (pour des sables normaux et gros, utilisation normale).

Taille minimum des fentes

0,5 mm (pour les sables très fins du Kanem). Les crépines de 0,5 mm sont utilisées en combinaison avec du gravier spécial (plus petit) pour le massif filtrant autour de la crépine.

Direction des fentes

Fentes horizontales.

Position de la crépine

Selon les conditions géologiques du site. La crépine est de préférence en dessous de la première couche imperméable. Les crépines sont placées seulement dans les aquifères et jamais dans une couche imperméable ou à moins de 0,5 m d'une couche imperméable. Il est possible d'installer plusieurs crépines dans des aquifères confinées superposées.

Longueur de la crépine

Selon les conditions géologiques du site. En général, une crépine d'au moins 6 mètres dans de grands aquifères, dans des aquifères plus fins une crépine de 3 mètres est acceptable seulement après l'approbation du contrôleur de qualité.

Remarques :

Pour des pompes manuelles avec une production de 1 à 2 m<sup>3</sup>/h, le positionnement correct de la crépine est plus important que de maximiser sa longueur.

Dans des situations où ces normes ne permettent pas l'installation d'un forage, un hydrogéologue (de la DH) peut décider de passer outre les normes pour fournir de l'eau là où elle est nécessaire.

Crépine en tissus

Aucune crépine/filtre en tissus ne doit être utilisée.

Centreurs

Les centreurs sont installés tout au long des tubages et des crépines, à intervalles de 3 m.

Les diamètres des centreurs correspondent aux diamètres du forage et du tubage d'équipement.

Des centreurs à faible coût en PVC spécialement conçus pour les petits forages peuvent être utilisés (voir spécifications en annexe).

#### Décanteur (bouchon de fond / de pied)

En dessous de la crépine la plus basse, un décanteur (même matériau que le tubage d'équipement) de 1,0 m de haut est utilisé pour collecter le sable.

Dans les sables fins (la taille des fentes de la crépine est de 0,5 mm), la longueur du décanteur est augmentée à 3 m.

Le fond du décanteur doit être bouché hermétiquement pour ne pas laisser passer du sable. Ceci peut être fait soit avec un bouchon en PVC, soit en pliant le bout du tubage et en le bouchant avec du mortier (1 volume de ciment pour 2 volumes de sable, ceci doit être préparé 24h avant l'installation du décanteur dans le forage).

#### **Massif filtrant**

##### Taille du gravier

La norme est entre 1,5 et 3,0 mm pour des crépines avec des fentes de 1,0 mm. Pour des crépines avec des fentes de 0,5 mm, la taille du gravier est entre 1,0 et 2,0 mm.

##### Matériau du massif

Massif filtrant de la meilleure qualité (silice / quartz / basalt). Schiste, calcaire, mica et argile ne sont PAS acceptables.

##### Epaisseur du massif

Minimum 19,5 mm. L'épaisseur réelle dépend des diamètres du forage et du tubage d'équipement.

##### Hauteur

Minimum 1m au-dessus de la crépine, maximum 2m au-dessus de la crépine.

##### Remarques :

Le gravier doit d'abord être lavé plusieurs fois à l'eau propre, puis tamisé (entre 1,5 et 3,0 mm en général ; entre 1,0 et 2,0 mm dans le Kanem) avant d'être mis en place.

#### **Joint d'étanchéité sanitaire**

##### Objectif général

Un joint d'étanchéité sanitaire de surface empêche la contamination de l'aquifère par la surface entourant le forage. Un joint au-dessus de la crépine empêche de l'eau potentiellement contaminée de la première aquifère (phréatique) de fuir dans une aquifère potable située en dessous.

#### ARTICLE VI Joint de surface (cimentation de la tête de forage)

##### Matériau

Mortier de ciment (1 volume de ciment pour 3 volumes de sable)

##### Position

A partir du niveau du sol

##### Hauteur

5 mètres

### Joint au-dessus de la crépine (bouchon d'argile)

Matériau	Joint d'argile gonflante disponible sur place. Alternativement, du mortier de ciment (1 volume de ciment pour 2 volumes de sable) peuvent être mélangés avec de l'eau propre (22 litres pour 50 kg de ciment)
Position	Placé 2 mètres au-dessus du massif filtrant ou au niveau de la meilleure couche imperméable du sol.
Hauteur	Minimum 2m
Remarques :	Si du ciment est utilisé comme matériau pour le joint, alors le premier demi mètre au-dessus du massif filtrant est en argile, pour empêcher le ciment d'entrer dans le gravier. La localisation précise du joint d'étanchéité sanitaire au-dessus de la crépine est une décision d'expert et dépend de la situation hydrogéologique.

### Reste du remblai

Entre le joint de surface et le joint au-dessus de la crépine, les déblais du forage (tout-venant) peuvent être utilisés.

### ***Développement***

Objectif	Le développement du forage permet d'enlever les boues de forage et les particules fines des pores. Il permet de compacter et stabiliser le massif filtrant, et d'améliorer la perméabilité de l'aquifère autour de la crépine.
Remarques :	Le développement peut être fait soit avec un compresseur, soit une pompe immergée. Pendant le développement, un compresseur crée des ondes de choc, et une pompe crée des flux d'eau rapides qui enlèvent les particules.
Par Compresseur	Le compresseur devra avoir une capacité d'au moins 4 bars, et le flux d'air devra être réglé avec une valve. Le développement sera fait en plaçant la sortie d'air juste au-dessus de la crépine, pendant au minimum 2h pour une crépine de 6m. Développer jusqu'à obtention d'une eau claire. Le test de la tâche de sable dans 1 seau de 10 litres doit donner une tâche de moins d'1 cm.
Par pompe immergée	La succion est appliquée au bas de la crépine la plus profonde, le débit est de 5,0 m <sup>3</sup> /h pour la première heure, suivie par un débit supérieur de 10 m <sup>3</sup> /h pour une heure supplémentaire. Avant de développer avec une pompe immergée, il est possible de nettoyer le fond du forage en injectant de l'eau propre avec une motopompe. Il est également possible de créer des petites ondes de choc avec un piston en caoutchouc. Ces techniques peuvent être utilisées en complément du développement par pompe immergée, mais ne peuvent en aucun cas remplacer le développement.

## **Nettoyage**

### Objectif

Après le développement, le forage devrait être nettoyé par pompage avec une pompe immergée d'un débit entre 1.0 et 2.0 m<sup>3</sup>/h. le pompage doit être poursuivi jusqu'à ce que l'eau sortant du forage soit propre et sans particules. Le débit pendant le nettoyage est du même ordre de grandeur que le débit d'exploitation normal du forage. Pomper à partir de la base du forage pour nettoyer également le décanteur.

## **Essai de débit**

### Procédures de base

Après l'opération de nettoyage, et au moins 12 heures après le développement, le forage doit être pompé continuellement pendant 3 heures en 3 périodes d'1 heure chacune, à des débits respectifs de 0,5 ; 1 et 2 m<sup>3</sup>/heure. Avant et pendant le pompage, les niveaux statiques et dynamiques sont mesurés à des moments spécifiques (voir annexes). Après l'arrêt du pompage, la recharge et de l'aquifère sont mesurées pendant une période de 1 heures.

La méthode plus précise dite "test de flux constant" n'est pas comprise dans cette norme à cause de la complexité de son analyse.

## **Position de la pompe manuelle**

Le cylindre de la pompe doit être placé au moins 6,0 m sous le niveau statique de l'eau mesuré à la fin de la saison sèche. Si les fluctuations saisonnières sont inconnues et que le niveau statique de l'eau n'est pas mesuré à la fin de la saison des pluies, alors le cylindre de la pompe doit être placé au moins 8,0 m sous le niveau statique mesuré. Le cylindre doit être placé au moins 1 m au-dessus de la crépine.

## **Superstructure**

Plateforme circulaire entourée d'une gouttière menant l'eau vers un puits perdu, en passant par un canal de drainage (voir dessins et mesures exactes en annexe).

### Conception:

- ✓ Margelle circulaire (Diamètre D = 1,2 m et épaisseur = 0,3 m)
- ✓ Dalle sanitaire (anti-bourbier) circulaire autour de la margelle (Diamètre D = 2,60 m, épaisseur = 0,1 m), avec une pente de 5% conduisant l'eau du centre vers l'extérieur
- ✓ Petit muret de 0,2 m de haut et 0,1 m de large empêchant l'eau de sortir de la dalle et la conduisant vers le canal de drainage
- ✓ Canal de drainage avec les mesures :
  - 2,0 m de longueur,
  - 0,20 m de hauteur extérieure et 0,1m de hauteur intérieure,
  - 0,30 m de largeur, avec à l'intérieur un conduit d'eau ouvert de 0,10 m

- La pente du canal est de 2,5 cm / m jusqu'au bassin de collecte (1mx1mx1m, avec un mur de soutien, rempli de petites pierres, débris de briques, etc)

Matériaux :

- ✓ Margelle, dalle sanitaire et canal : Béton armé (250 kg/m<sup>3</sup>, fer de 8 mm)
- ✓ Muret circulaire autour de la margelle : briques cuites ou parpaings et mortier, recouverts d'une couche épaisse de 10 mm de mortier de ciment.

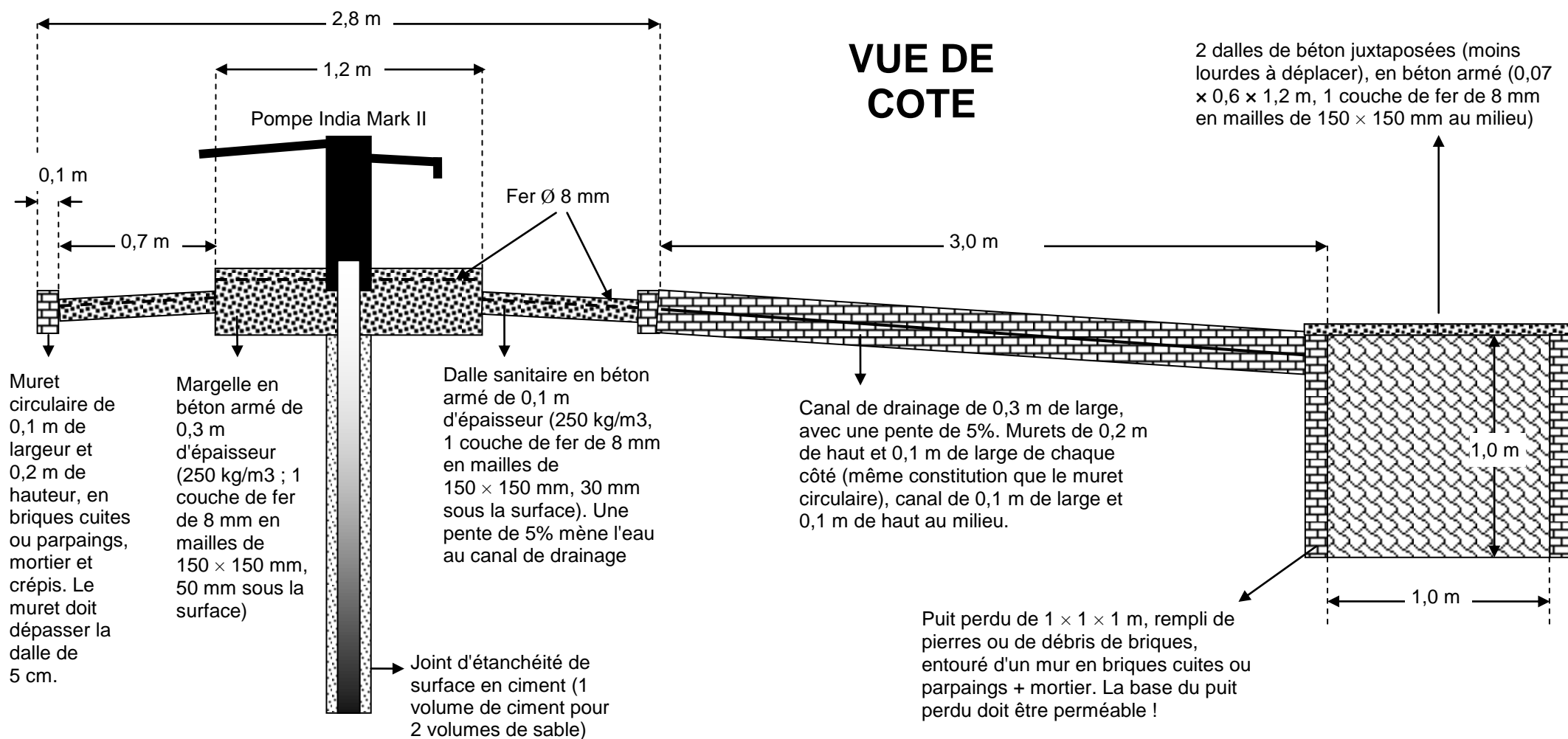
## Annexes

### Formulaire d'essai de débits pour des forages à équiper avec des pompes manuelles d'un débit estimé à 1 m<sup>3</sup>/heure

<b>Identification du forage</b>		
Nom du Village .....	Coordonnées	x = .....
Code du forage .....		y = .....

Date de l'essai : Nom des opérateurs : Type et modèle de pompe : Le point de référence est le haut du tubage ou : Le niveau statique (NS) de l'eau est à ..... m Le niveau de la pompe immergée est à ..... m. Heure du démarrage de l'essai de débit :
---

Heure théorique hh:mm:ss	Heure réelle de mesure hh:mm:ss	Niveau dynamique de l'eau (ND) [m]	Rabatement (= ND-NS) [m]	Débit mesuré [m <sup>3</sup> /h]
<b>1) Pompez pendant 1 heure avec un débit de 0,5 m<sup>3</sup>/h (= 8,3 l/mn)</b>				
0:00:00				Q =
0:00:30				
0:01:00				
0:02:00				Q =
0:05:00				
0:10:00				Q =
0:20:00				
0:60:00				Q =
<b>2) Pompez ensuite pendant 1 heure avec un débit de 1 m<sup>3</sup>/h (= 16,6 l/mn)</b>				
1:00:00				Q =
1:00:30				
1:01:00				
1:02:00				Q =
1:05:00				
1:10:00				Q =
1:20:00				
1:60:00				Q =
<b>3) Pompez ensuite pendant 1 heure avec un débit de 2 m<sup>3</sup>/h (= 33,3 l/mn)</b>				
2:00:00				Q =
2:00:30				
2:01:00				
2:02:00				Q =
2:05:00				
2:10:00				Q =
2:20:00				
2:60:00				Q =
<b>4) Arrêtez de pomper, mais observez la recharge du forage</b>				
3:00:00				
3:00:30				
3:01:00				
3:02:00				
3:05:00				
3:10:00				
3:20:00				
3:60:00				Fin de l'essai



**Remarque :** Un béton de 250 kg/m<sup>3</sup> est composé d'un volume de ciment pour 2 volumes de sable et 4 volumes de gravier.



# VUE DE DESSUS

