



RÉPUBLIQUE D'HAÏTI
DINEPA

Direction Nationale
de l'Eau Potable
et de l'Assainissement

DIRECTIVE TECHNIQUE :

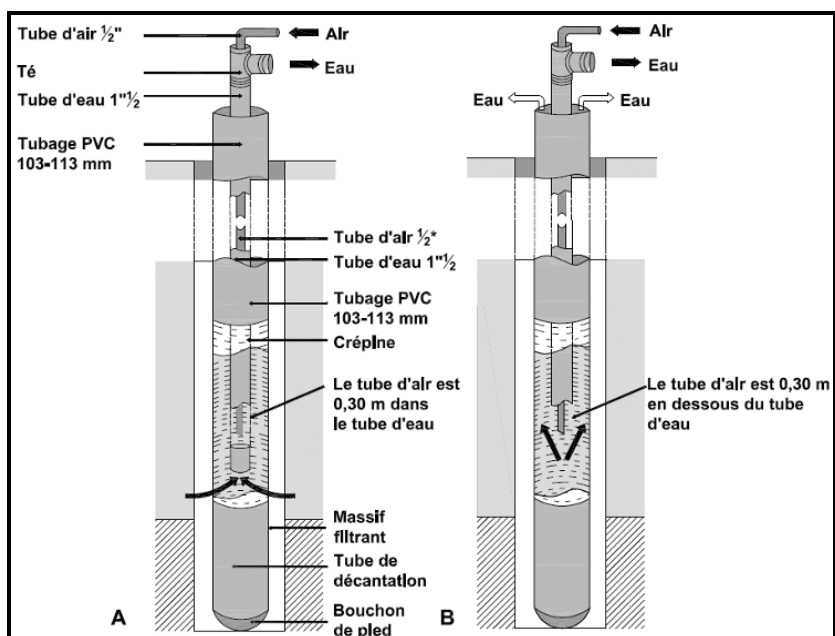
Equipement de forage

1.2.1 DIT5

Date de rédaction : Décembre 2013

Version : mercredi 24 juillet 2013

Version finale



Note aux lecteurs

Les prescriptions techniques générales s'appliquent aux opérations à réaliser en Haïti et relevant du champ de compétence de la Direction Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (DINEPA). Elles constituent un référentiel, certaines à portée réglementaire, nationale, technique et sectorielle, d'autres ayant un rôle d'information et de support complémentaire.

Les documents à portée réglementaire, nationale, technique et sectorielle sont :

- **Les Fascicules Techniques** indiquant les principes obligatoires et les prescriptions communes à une sous thématique technique ;
- **Les Directives Techniques** prescrivant les règles minimales imposées pour la conception et la réalisation ainsi que la gestion d'ouvrages spécifiques.

Tout propriétaire et/ou réalisateur est tenu de respecter au minimum les prescriptions qui y sont indiquées. Toute dérogation devra faire l'objet d'une autorisation au préalable et par écrit de la DINEPA.

Les documents ayant un rôle d'information et de support complémentaire, sont :

- Les fiches techniques et Guides techniques présentant ou décrivant des ouvrages ou des actions dans les différentes thématiques ;
- Les modèles de règlements d'exploitation ou de gestion ;
- Les modèles de cahiers des clauses techniques particulières, utilisables comme « cadres - type » pour les maîtres d'ouvrages et concepteurs ;
- Divers types de modèles de documents tels que procès verbaux des phases de projet, modèles de contrat ou de règlement, contrôle de bonne exécution des ouvrages, etc.

Ces documents ayant un rôle d'information et de support complémentaire sont compatibles avec la réglementation imposée et peuvent préciser la compréhension des techniques ou fournir des aides aux acteurs.

Le présent référentiel technique a été élaboré en 2012 et 2013 sous l'égide de la DINEPA, par l'Office International de l'Eau (OIEau), grâce à un financement de l'UNICEF.

Dépôt légal 13-11-454 Novembre 2013. ISBN 13- 978-99970-51-13-4.

Toute reproduction, utilisation totale ou partielle d'un document doit être accompagnée des références de la source par la mention suivante : *par exemple* « extrait du référentiel technique national EPA, République d'Haïti : *Fascicule technique/directives techniques/etc. 2.5.1 DIT1* (projet DINEPA-OIEau-UNICEF 2012/2013) »

SOMMAIRE

1.	Equipement du forage.....	3
1.1.	Tubage plein.....	3
1.1.1.	Objectif	3
1.1.2.	Types de tubage. Assemblage	4
1.1.3.	Choix des matériaux	4
1.1.4.	Contrôle au moment de la pose	5
1.2.	Crépine	6
1.2.1.	Objectif	6
1.2.2.	Type de crépines	6
1.2.3.	Méthode de mise en place	7
1.2.4.	Choix du matériau	8
1.2.5.	Contrôle au moment de la mise en place	8
1.2.6.	Contrôle à posteriori	8
2.	Massif filtrant	8
2.1.	Objectif et principe	8
2.2.	Choix et dimensionnement du massif filtrant.....	9
2.3.	Contrôle au moment de la mise en place	9
2.4.	Contrôle a posteriori	10
3.	Cimentation	10
3.1.	Objectifs	10
3.2.	Méthode de réalisation.....	10
3.3.	Choix du ciment	11
3.4.	Contrôle au moment de la réalisation	11
4.	Développement d'ouvrage.....	12
4.1.	Objectif.....	12
4.2.	Type de développement	12
4.3.	Choix de la méthode de développement.....	13
5.	Nettoyage et désinfection	13
5.1.	Produit mis en œuvre	13
5.2.	Précautions d'emploi	14
5.3.	Contrôle avant et après l'emploi du produit.....	14
6.	Contrôles de réception - dossier des ouvrages exécutés	15
7.	Equipement d'exhaure dans le forage	15
8.	Sources	16

1. Equipement du forage

1.1. Tubage plein

1.1.1. Objectif

Il a pour fonction :

- ✚ De canaliser l'eau depuis l'aquifère jusqu'en surface et de l'isoler de son contexte hydrogéologique
- ✚ De tenir mécaniquement les terrains traversés
- ✚ De participer à l'individualisation de l'eau captée du reste du forage ou de la surface, le protégeant ainsi contre les risques de contamination
- ✚ De permettre la fixation du matériel de tête d'ouvrage (support de pompe immergée, raccordement au réseau de surface).

Le diamètre du tubage ou des différents tubages sera lié à la profondeur finale, à la qualité des terrains traversés et au débit de production espéré.

Tableau 1 : Correspondances pratiques (pouce-mm) entre diamètre de tubes PVC et outils
(Source : ACF, (2007), Eau, assainissement, hygiène pour les populations à risque , Editions Hermann)

Diamètre extérieur du tubage	Diamètre minima d'outil à utiliser
4" – 110 mm	6" – 152 mm
4"1/2 – 125 mm	6"1/2 – 165 mm
6" – 165 mm	8" – 203 mm
6"1/2 – 180 mm	8"1/2 – 215 mm
7" – 195 mm	9"5/8 – 245 mm

Les tubages peuvent être provisoires (recouverts par l'équipement définitif) ou définitifs (servant de canalisation), et dans ce cas un diamètre uniforme sur le forage est recommandé.

Lors du tubage du forage l'entreprise veillera à utiliser des centreurs (bandes métalliques flexibles ou centreurs PVC), posés tous les 15 m.

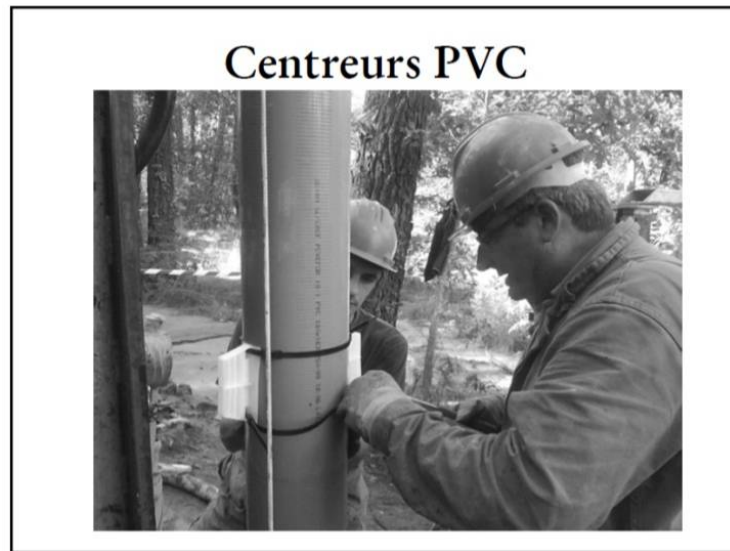


Figure 1 : Centreurs PVC

1.1.2. Types de tubage. Assemblage

Outre les matériaux (§1-1-3.), les tubages se caractérisent par leur diamètre, leur épaisseur, leur méthode de fabrication pour les tubages métalliques (tubes étirés ou soudés) et leurs techniques d'assemblage qui peut s'effectuer par filetage, soudage, bride ou différents raccords particuliers. Le tubage du forage se fera obligatoirement avec 1 seul matériau sur l'intégralité de sa profondeur.

La sélection de ces assemblages doit permettre de limiter toute zone de rétention de fluide et de turbulence. Toute multiplication de matériaux différents (joints, soudures) est interdite.

1.1.3. Choix des matériaux

La plupart des matériaux destinés à l'eau potable peuvent être utilisés à l'exception du PET, du plomb. Cependant au cas par cas, il est essentiel de les spécifier en prenant en compte tous les paramètres :

- ✚ Physico-chimiques des fluides rencontrés. Il faut prendre en compte le type d'eau surtout les produits utilisés pour les nettoyages et stérilisation après forage et exploitation. Les matériaux doivent donc résister aux eaux dures ou déposantes, chargées en calcaire, aux solutions de chlore utilisées pour la désinfection, aux produits de nettoyage pour forage.
- ✚ Mécaniques, liées aux contraintes de terrain et des fluides statiques ou dynamiques, mais aussi aux interventions techniques dans les ouvrages (descente d'outil, de matériel, de pompe, de brosse mécanique...).
- ✚ D'état de surface, qui est un facteur de développement/accrochage de biofilm et un catalyseur de dépôt.
- ✚ Organoleptiques, que ce soit sur les matériaux neufs mais aussi au cours de leur vieillissement : les matériaux utilisés ne devront pas donner un goût différent à l'eau prélevée.

Aussi tous les matériaux comme les aciers inoxydables, PVC, acier avec revêtement ou les composites peuvent être envisagés, mais présentent tous des contre-indications parmi lesquelles :

- ✚ Sensibilité aux rayures, chlorures, sulfures, hydrogène et tensions pour certains aciers inoxydables
- ✚ Sensibilité aux chocs, aux gradients de pression, à la déformation par écrasement, à la température et aux chlorures pour les PVC
- ✚ Effets catastrophiques de rupture (par choc ou rayure) des couches superficielles de composite ou d'acier revêtu
- ✚ Expérience du personnel de chantier : on s'attachera à vérifier l'expérience des personnes intervenant sur le chantier, au regard des matériaux et de la technique à mettre en place. Présentation de références récentes (4-5 ans) sur plusieurs chantiers similaires
- ✚ Par ailleurs, des contraintes ultérieures d'utilisation de l'ouvrage doivent être précisées en fonction de ces matériaux (par exemple, en cas d'utilisation de colle non alimentaire pour les raccords PVC, il y a un risque de pollution).

En particulier en présence de chlorures le choix ne portera pas sur les références ci-dessous (Tableau 2 : équivalence des références internationales sur les qualités d'acier inoxydable non adaptées au risque « chlorures ».) pour les aciers inoxydables (risque de détérioration).

Equivalences des désignations												
EN 10027 (européenne)	Afnor NF A 35573 (France)	AISI (États-Unis)	Composition									
			% C	% Cr	% Ni	% Mo	% Si	% Mn	% P	% S	Autres	
X2CrNi18-09 1.4307	Z3CN18-10	304 L	0,02	17 à 19	9 à 11	—	1	2	0,04	0,03	—	
X2CrNiMo17-12-02 1.4404	Z2CND17-12	316 L	0,02	16 à 18	10,5 à 13	2 à 2,5	1	2	0,04	0,03	—	

Tableau 2 : équivalence des références internationales sur les qualités d'acier inoxydable non adaptées au risque « chlorures ».

Le maître d'ouvrage ou le cas échéant, le maître d'œuvre doit vérifier :

- ✚ Que le matériel corresponde aux spécifications demandées
- ✚ Que le matériel soit nettoyé et désinfecté avant d'être mis en place
- ✚ Que les cotes prévues de mise en place soient respectées, et en particulier que les superpositions de tubage dans les télescopes soient suffisantes
- ✚ Que l'assemblage par vissage, soudage ou autre, soit fait dans les règles de l'art, (nettoyage, étanchéité...)
- ✚ Que le tubage ne soit pas endommagé lors de sa mise en place (frottements limités lors de la descente)
- ✚ Que l'utilisation de graissage de type alimentaire soit limitée au strict nécessaire.

La qualité de la mise en œuvre, en particulier des assemblages est un facteur essentiel de réussite.

1.2. Crépine

1.2.1. Objectif

Schématiquement la crépine est un tube ajouré laissant le passage à l'eau tout en maintenant la formation. En tant qu'interface avec la ressource, elle constitue l'élément principal de l'équipement d'un ouvrage d'exploitation. Sa longueur, son type, sa nature sont directement fonction de l'épaisseur de la formation à capter, du niveau de rabattement maximal, et de la nature de l'aquifère.

Elle devra répondre aux critères suivants :

- ✚ Permettre la production de fluide sans particule fine
- ✚ Rester inerte vis-à-vis du fluide à capter (interaction de matériaux mais aussi turbulence)
- ✚ Résister à la pression d'écrasement exercée par la formation aquifère en cours d'exploitation
- ✚ Ne pas risquer un vieillissement prématuré
- ✚ Induire des pertes de charge minimales.

1.2.2. Type de crépines

Une crépine se caractérise par :

- ✚ la nature du matériau qui la constitue
- ✚ sa longueur (minimum 3m, pouvant atteindre des valeurs très supérieures)
- ✚ la forme des ouvertures
- ✚ la taille des ouvertures
- ✚ le coefficient d'ouverture.

Les caractéristiques géométriques (taille, densité et forme des ouvertures) dépendent de la nature et des caractéristiques hydrauliques de l'aquifère définies lors du suivi de forage (analyse granulométrique, digraphie, ...).

Préconisation sur la taille des ouvertures de la crépine :

Tableau 3 : Choix des ouvertures des crépines en fonction de la granulométrie de l'aquifère
 (Source : ACF, (2007), *Eau, assainissement, hygiène pour les populations à risque*, Editions Hermann)

Taille des grains de l'aquifère	Taille des grains du gravier filtre	Taille des orifices de la crépine
0,1 à 0,6 mm	0,7 à 1,2 mm	0,50 mm
0,2 à 0,8 mm	0,1 à 0,5 mm	0,75 mm
0,3 à 1,2 mm	1,5 à 2,0 mm	1,00 mm
0,4 à 2,0 mm	1,7 à 2,5 mm	1,50 mm
0,5 à 3,0 mm	3,0 à 4,0 mm	2,00 mm

Pour un forage avec débit espéré $< 50 \text{ m}^3/\text{j}$, la totalité de la crépine aura une taille d'ouverture liée au matériau le plus fin rencontré sur sa hauteur.

Pour un forage avec débit espéré $> 50 \text{ m}^3/\text{j}$, on pourra faire en fonction des granulométries rencontrées, avec des portions de 1 m de crépine (cf figure1 ci-dessous).

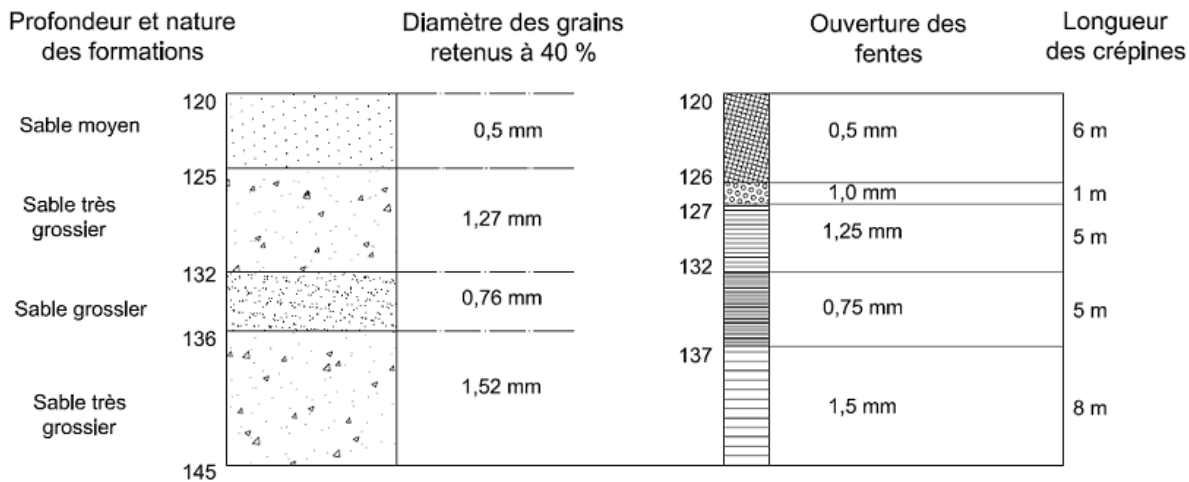


Figure 2 : Caractéristiques de la crépine selon la nature du terrain

1.2.3. Méthode de mise en place

Les ouvrages de captage dans leur majorité sont de l'un des deux types suivants :

- ✚ Ouvrage à équipement monolithique (1 seul diamètre), les crépines sont alors descendues au bout des tubages pleins

- ✚ Ouvrage télescopé à crépine de diamètre inférieur à celui du tubage d'occultation des niveaux supérieurs.

L'assemblage des crépines se fait soit alors par filetage, par soudage ou collage (PVC). La présence de crépines simplement posées en fond de trou est à proscrire dans la mesure du possible car ceci peut être la cause de by-pass par circulation dans l'annulaire.

1.2.4. Choix du matériau

On peut se reporter au chapitre 1-1-3 avec en plus une compatibilité à vérifier entre le choix des matériaux de tubage et de crépine (couplage électrochimique à éviter).

1.2.5. Contrôle au moment de la mise en place

Il faut veiller à ce que :

- ✚ Le matériel approvisionné corresponde bien aux spécifications choisies et calculées et ne soit pas endommagé au cours des transports et stockages
- ✚ Les cotes prévues de pied et de tête de crépine soient respectées
- ✚ L'assemblage par collage (colle alimentaire), vissage ou soudage soit fait dans les règles de l'art (couple de rotation et technique de soudure appropriée)
- ✚ L'ensemble soit nettoyé (décapé et passivé pour les aciers inox) et désinfecté avant d'être mis en place.

1.2.6. Contrôle à posteriori

Il sera contrôlé :

Que lors des pompages d'essai après développement, le pourcentage de particules fines reste en dessous des limites fixées au cahier des charges.

2. Massif filtrant

2.1. Objectif et principe

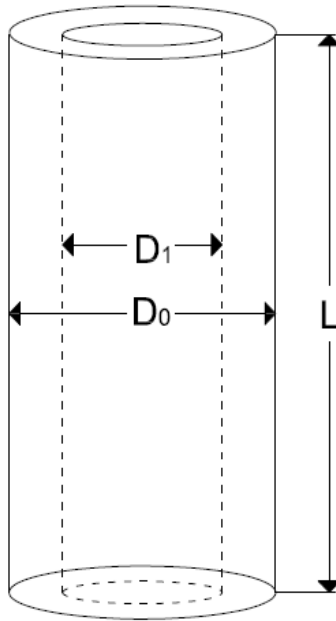
Il s'agit de mettre en place, entre la crépine et l'aquifère, un massif de gravier dont la granulométrie doit être élevée (limitation de perte de charge) tout en assurant une filtration efficace.

La mise en place d'un massif de gravier permet d'augmenter la taille des ouvertures des crépines (ou slot), de réduire la vitesse de circulation de l'eau à l'entrée de la crépine et donc d'augmenter le débit de production ainsi que la longévité de l'ensemble.

2.2. *Choix et dimensionnement du massif filtrant*

Le massif sera constitué d'un matériau propre sans élément fin, de forme arrondie pour limiter les pertes de charge. Enfin, il sera caractérisé par une courbe granulométrique précise définie à partir de la courbe granulométrique propre de l'aquifère (voir Tableau 2).

De façon à protéger les crépines, un massif filtrant, composé de gravier, sera obligatoirement mis en place au fond du forage, sauf lorsque la granulométrie de l'aquifère est grossière, on peut alors réaliser un développement naturel ou auto développement. Le gravier devra être relativement uniforme, propre, rond et siliceux de préférence. Il ne doit en aucun cas être calcaire, latéritique, ou concassé. Il est **ESSENTIEL** au bon fonctionnement d'un forage.



Le volume de gravier peut être déterminé par la formule empirique suivante :

$$V = h \times 0.8 \times (D_0^2 - D_1^2)$$

Avec :

V = Volume de gravier, en litres

h = Hauteur du massif de gravier, en mètres

D₀ = Diamètre du trou, en pouces

D₁ = Diamètre des tubes, en pouces

0.8 est un coefficient empirique sans lien avec l'ouverture de la crépine.

2.3. *Contrôle au moment de la mise en place*

Il faudra s'assurer :

- ✚ De la conformité du massif filtrant (qualité et quantité) avec les prescriptions retenues
- ✚ Du nettoyage et de la désinfection du massif de gravier avant sa mise en place
- ✚ De la mise en place du massif dans les règles de l'art.
 - Dans le cas d'un forage peu profond, le massif de gravier est introduit entre le tube d'extension de la crépine et le tube de protection qui est remonté au fur et à mesure du remplissage annulaire par le gravier
 - Dans le cas d'un forage profond, le massif de gravier est mis en place par un circuit continu sous pression
 - La cote supérieure du massif de gravier doit recouvrir en partie le tube plein pour disposer d'une réserve de gravier et jouer pleinement son rôle de filtre.

2.4. Contrôle a posteriori

On doit s'assurer que lors des pompages d'essai après les phases de développement, le pourcentage de fines particules reste en dessous des limites fixées au cahier des charges.

3. Cimentation

3.1. Objectifs

La cimentation est l'opération qui consiste à mettre en place par simple déplacement, du laitier de ciment derrière une colonne de tubage, en une ou plusieurs fois. La cimentation du tubage est destinée à atteindre les objectifs suivants :

- ✚ Ancrer les tubages dans le terrain ou les tubes provisoires
- ✚ Empêcher toute migration de fluide d'une formation dans une autre et surtout celles productrices qui constituent l'objectif de ce forage
- ✚ Rendre l'espace annulaire étanche et empêcher la pollution par les eaux de surface
- ✚ Protéger le tubage de l'action corrosive de certains fluides ou terrain.

Pour atteindre ces objectifs, la « gaine de ciment » mise en place entre le terrain et le tubage doit être continue, homogène, imperméable et adhérente aux parois du forage et au tubage.

3.2. Méthode de réalisation

Devant l'importance d'une bonne cimentation, l'utilisation de moyens rudimentaires (bac ouvert, pelle manuelle pour le malaxage) est préférable à l'absence de moyens de contrôle de volume ou de densité sur place.

Les méthodes de cimentation les plus courantes sont :

- ✚ La cimentation hors de la colonne de tubage. Le pied de tube est ancré dans le terrain ou obturé. Un tube de petit diamètre est mis en place jusqu'au fond du trou dans l'espace annulaire. Le tube d'injection est retiré en fin de cimentation. Cette méthode est à réserver aux cimentations peu profondes de l'ordre de 50 m.
- ✚ La cimentation par l'intérieur du tubage à sceller (cimentation sous pression). Le pied de tube est équipé d'un sabot destructible qui permet le passage du ciment mais empêche la remontée des fluides dans le tubage. La cimentation est terminée lorsque le coulis de ciments réapparaît en surface dans l'espace annulaire avec la qualité de celui injecté.

Le choix de la méthode est lié principalement à la profondeur de la cimentation, l'état des parois du forage qui peuvent être régulières ou non. Dans la mesure du possible, on préférera les cimentations sous pression.

3.3. **Choix du ciment**

Le succès d'une cimentation dépend bien sûr :

- ✚ de la préparation du trou
- ✚ du mixage et du pompage du laitier
- ✚ du déplacement du ciment
- ✚ du temps de prise.

mais aussi du choix du ciment et des éventuels additifs en fonction de l'environnement dans lequel il va être mis en place : température et pression dans l'ouvrage, qualité des roches encaissantes, qualité des fluides souterrains, qualité de l'eau avec laquelle sera réalisée le laitier, mais aussi matériau de tubage.

Le dosage est d'environ 50 l d'eau pour 100 kg de ciment, ce qui donne 75 l de laitier. Si l'on dispose de bentonite, on utilise le mélange suivant : 70 l d'eau, 4 kg de bentonite et 100 kg de ciment. Ce deuxième mélange évite à l'eau de filtrer hors du ciment, mais son temps de prise est légèrement supérieur.

3.4. **Contrôle au moment de la réalisation**

Il s'agit d'une opération importante. Il faudra contrôler :

- ✚ la qualité du ciment employé et stocké dans de bonnes conditions, et conforme à ce qui a été spécifié, de même pour les additifs
- ✚ la qualité de l'eau (propre et non salée) employée pour la réalisation du laitier
- ✚ **le fait que le ciment soit bien présent jusqu'à la surface**
- ✚ la réalisation du laitier tant en qualité qu'en quantité.

Un échantillon sera prélevé en début et en fin de cimentation et stocké pour visualiser la prise du coulis et éventuellement réaliser des éprouvettes tests. Il faudra contrôler :

- ✚ la mise en place du laitier conformément aux règles de l'art
- ✚ le volume réel injecté

- ✚ la qualité du coulis en surface dans l'espace annulaire
- ✚ la durée du temps de prise.

4. Développement d'ouvrage

4.1. Objectif

Le développement d'un forage consiste à améliorer la productivité de la formation aquifère située autour de la crépine et à stabiliser cette formation.

Cette opération s'effectue le plus souvent lorsque la colonne de captage est en place avant la mise en production du forage.

4.2. Type de développement

Les types de développement les plus couramment utilisés sont :

- ✚ le développement à l'air lift ou émulseur

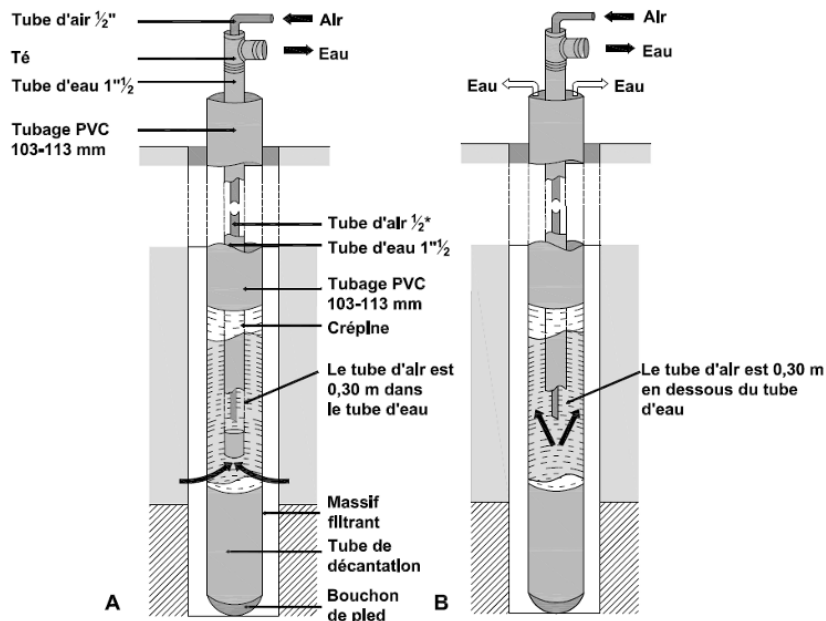


Figure 3: Développement air lift .A, phase de pompage. B, phase de soufflage.

(Source : ACF,(2007), Eau, assainissement, hygiène pour les populations à risque, Editions Hermann)

Il s'agit de stimuler alternativement le forage par injection d'air filtré créant un phénomène de flux et de reflux dans le réservoir. Lorsque le forage est terminé, introduire une canne pour acheminer l'air dans le tubage et effectuer un soufflage régulier tous les 5-10 m selon la turbidité et la taille de l'ouvrage. L'eau est évacuée par débordement en tête de forage, entraînant les matières en suspension indésirables. Lorsque le tubage est arrivé en fond de trou, il faut maintenir le soufflage jusqu'à ce que la

turbidité de l'eau soit conforme au seuil de distribution. On notera que le compresseur utilisé doit avoir une puissance adaptée à la profondeur et au diamètre de l'ouvrage.

- ✚ le développement par pistonnage
- ✚ le développement par pompage alterné et surpompage
- ✚ les développements par fracturation hydraulique ; Cette technique permet d'élargir les fractures existantes ou d'en créer de nouvelles et de les maintenir ouvertes par des agents de soutènement. Cette méthode est particulièrement adaptée aux réservoirs consolidés fissurés.
- ✚ le développement par adjonction de produit chimique, le plus fréquent étant l'acide chlorhydrique utilisé dans les terrains carbonatés. Il est utilisé des polyphosphates pour des réservoirs à tendance argileuse, ou d'autres types d'acide et mélange au cas par cas : acide sulfamique, acide fluorhydrique... Cette méthode nécessite le traitement des effluents avant rejet des eaux d'exhaure dans l'environnement.

4.3. *Choix de la méthode de développement*

On ne peut pas parler d'une méthode unique pour un type de forage, une combinaison de techniques peut être nécessaire.

Il n'y a pas de règle générale, le choix est plus guidé par l'expertise technique, l'expérience acquise sur l'aquifère, le suivi du forage et les objectifs fixés de réussite de l'ouvrage.

Une méthode de développement non maîtrisée ou utilisée dans un contexte qui ne convient pas peut se révéler dommageable pour l'ouvrage et éventuellement pour la ressource. Par exemple, le surpompage peut créer une compaction des sédiments fins entraînant une réduction de la perméabilité ; une acidification mal menée peut aboutir à la formation de gel sur les crépines ; et certaines fracturations peuvent créer des communications inopportunes. S'il s'avère qu'il y a un dépôt de sable au cours du développement, celui-ci sera enlevé par l'entrepreneur avant les essais de réception provisoire.

5. Nettoyage et désinfection

Dans le cadre d'un forage d'eau pour lequel la ressource ne peut être traitée avant distribution, la plus grande attention sera prise pour éviter toute rétro pollution par la surface. Cela passe par un nettoyage et une désinfection du matériel et des matériaux introduits dans l'ouvrage à demeure ou en provisoire et des mesures d'hygiène renforcées de la part des intervenants sur site.

5.1. *Produit mis en œuvre*

Ils doivent présenter une compatibilité alimentaire sans rémanence d'action à long terme. Leur sélection tiendra compte de la physico-chimie des eaux. On peut préconiser du chlore industriel, pour ces opérations, le temps de contact ira de 30 minutes à 2 heures.

La procédure ci-après décrit la désinfection d'un puits, la même procédure peut être suivie pour un forage.

La quantité de chlore nécessaire dépend du volume d'eau contenu dans le forage. Il faut incorporer 1 litre de solution chlorée à 0,2% par 100 litres d'eau du puits (ou 1 litre de solution à 0,27% de HTH à 65% de pureté). L'eau du puits doit être mélangée avec la solution chlorée et reposer au moins 30 minutes.

Le volume de solution chlorée doit être **calculé en fonction des paramètres dimensionnels du puits** selon la méthode présentée dans l'encart ci-dessous.

Calcul du dosage de chlore pour désinfecter un puits en utilisant l'hypochlorite de calcium (HTH)

Equipement :

- Seau (bokit) de 20 litres
- Poudre ou grain d'hypochlorite de calcium

Méthode :

- Calculer le volume de l'eau dans le puits en utilisant la formule

$$V = (\pi D^2 / 4) \times h$$

Avec

V = volume de l'eau dans le puits (m³)

D = diamètre de puits (m)

h = profondeur de l'eau (m)

$\pi = 3.142$

- Remplir le seau (20 l) avec de l'eau propre
- Ajouter 40g d'hypochlorite de calcium pur (soit 61,5 g de HTH à 65%, soit 2,5 cuillères à soupe environ) et mélanger jusqu'à dissolution

Pour chaque 2 m³ d'eau dans le puits, ajouter un bokit (20 l) de solution chlorée.

5.2. Précautions d'emploi

S'agissant généralement de produits dangereux et amenés concentrés sur sites, les opérations de dilution, d'injection et de gestion des rejets nécessitent des précautions d'usage (communication des fiches produits, procédures préalables, matériel et vêtements de sécurité). On se référera à la Fiche Technique sur la Fabrication de solutions chlorées (1.2.2 FIT2)

5.3. Contrôle avant et après l'emploi du produit

Ces contrôles doivent comporter des mesures terrain de concentration des produits, ainsi que des prélèvements et mesures sur l'eau (physico-chimiques et bactériologiques).

6. Contrôles de réception - dossier des ouvrages exécutés

Ces contrôles, essentiels, reprennent pour partie l'ensemble des contrôles à postériori développés durant les paragraphes consacrés aux différentes phases de travaux, dont :

- ✚ la vérification de la profondeur du forage, OBLIGATOIRE
- ✚ un contrôle de la verticalité de l'ouvrage, OBLIGATOIRE
- ✚ une inspection vidéo de l'ouvrage, qui servira aussi « d'état zéro » dans la vie de l'ouvrage, OBLIGATOIRE
- ✚ des contrôles éventuellement par diagraphies¹ spécifiques (contrôle de cimentation),
- ✚ un test de pompage pour vérifier la teneur en fine de l'eau d'exhaure, pour permettre de réaliser une analyse physico-chimique de réception et une analyse bactériologique adaptée au fluide prélevé, OBLIGATOIRE

L'entreprise fournira un dossier des ouvrages exécutés de l'ouvrage qui comprendra :

- ✚ la localisation du point en coordonnées GPS au minimum
- ✚ les caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et techniques synthétisées sur une coupe
- ✚ le compte-rendu des essais de pompage (Voir Directive Technique sur les Essais de pompes 1.2.1 DIT6)
- ✚ la copie du cahier de chantier avec le relevé des opérations et des matériaux mis en œuvre au jour le jour
- ✚ les certificats d'origine des matériaux et matériels employés
- ✚ une notice d'emploi et d'entretien pour les matériels mis en place.

Les cuttings, clairement repérés et identifiés, seront remis au maître d'ouvrage.

Le forage dans l'attente d'un équipement de production sera équipé d'un capot de protection en acier avec un cadenas résistant aux intempéries. Celui-ci peut être étanche ou avec gestion de la qualité bactérienne de l'air (filtre). Cette période inerte de l'ouvrage doit être limitée au strict minimum pour permettre un renouvellement de la colonne d'eau.

7. Equipement d'exhaure dans le forage

Il n'est pas question d'aborder l'ensemble des équipements d'une station de pompage mais seulement quelques aspects directement liés à l'ouvrage comme :

- ✚ sonde de niveau, alarme niveau haut niveau bas, câble électrique, câble de soutien de la pompe...
- ✚ les caractéristiques et la position de la pompe immergée dans la colonne de captage qui doit répondre aux caractéristiques géométriques, hydrauliques mais aussi hydrochimiques de cet ouvrage

¹ **Diagraphie** - Enregistrement continu des caractéristiques physiques (résistivité électrique, polarité, température, diamètre du trou,...) d'un forage

- ✚ les équipements d'anti retour et déconnexion qui sont la seule garantie de protection contre la rétro-pollution des ressources
- ✚ les précautions de mise en œuvre de tous ces matériels (nettoyage, stérilisation, travaux et environnement propre)
- ✚ les spécifications de la tête de puits, pièce d'interface ressource/atmosphère qui cumule les fonctions de fermeture de l'ouvrage, suspension des équipements de refoulement et de gestion de l'annulaire du forage.

C'est aussi l'interface entre le point d'émergence et les équipements de l'exploitation de surface qui doivent aussi faire l'objet du même souci de qualité.

8. Sources

BRGM, (Novembre 1995), *Equipement de forage d'exploitation d'eau minérale – Approche méthodologique – Note technique n°4*

ACF, (2007), *Eau, assainissement, hygiène pour les populations à risque*, Editions Hermann