

Fiche 6 a – Conditions techniques de réalisation d'un forage : précautions particulières et foration

Dispositions techniques spécifiques de l'arrêté « forage » du 11 septembre 2003 (article 7).

Conditions générales

La réalisation des travaux ne doit pas altérer la structure géologique avoisinante et la qualité des eaux, notamment lors des opérations suivantes :

- *Injections de boues de forage*
- *Développement de l'ouvrage par acidification ou tout autre procédé*
- *Cimentations*
- *Obturations et autres opérations*

Prévention de toute pollution du milieu

- *Traitement des déblais de forage, des boues et des eaux extraites du forage par décantation, neutralisation ou toute autre méthode adaptée*
- *Dispositifs de traitement adaptés en fonction de la sensibilité des milieux récepteurs*

Information au préfet

- *De tout incident ou accident susceptible d'altérer la qualité des eaux*
- *De la mise en évidence d'une pollution des sols et des eaux*
- *Des premières mesures prises pour y remédier*

Etablissement de la coupe géologique de l'ouvrage

- *Lors des travaux, le déclarant fait établir la coupe géologique de l'ouvrage.*

En l'absence de supervision par un géologue, cette coupe est établie par le foreur. Cette coupe version « foreur » a minima, figurera dans le rapport de fin de travaux.

Les différentes méthodes de foration

Un forage peut être effectué en employant diverses méthodes. L'entreprise de forage est chargée de mettre en œuvre les techniques de forage adaptées aux conditions des terrains rencontrés. Le choix technique dépend de plusieurs paramètres :

- *Les caractéristiques géologiques des terrains : roches dures et massives, roches tendres et friables...*
- *La profondeur à atteindre*
- *Le diamètre souhaité.*

On peut notamment distinguer les techniques suivantes : le havage, le battage, le rotary, la tarière, le marteau fond de trou.

- **Le havage** consiste à creuser le terrain à la base du tubage en position verticale. Le tubage s'enfonce sous l'effet de son poids. On peut utiliser des buses en béton empilées progressivement au fur et à mesure de leur enfouissement. Cette technique est limitée à des ouvrages peu profonds.
- **Le battage** consiste à briser la roche en laissant régulièrement tomber un outil (le trépan). Ce procédé ancien est utilisé en formations dures calcaires et dolomies.

Un tubage de travail est utilisé pour protéger les parois du terrain. Les déblais sont récupérés avec une cuillère.

- **Le rotary** est une méthode par rotation et broyage. Les déblais sont entraînés vers la surface par la circulation d'un fluide de forage, en général de la boue de forage, dans l'espace annulaire entre le terrain et le train de tiges. La boue en surface est tamisée et reprise par une pompe pour être réintroduite dans le train de tige. La boue de forage est adaptée au terrain traversé en jouant sur ses principales caractéristiques : densité et viscosité. Cette technique est utilisée pour les terrains qui ne se tiennent pas : argile, sable, graviers...
- **La tarière** est une vis sans fin permettant de forer en gros diamètre à faible profondeur. Cette technique est utilisée en forage de reconnaissance dans les limons, argiles, marnes ou craie... jusqu'à 25 mètres de profondeur environ avec des diamètres compris entre 150 mm et 600 mm.
- **Le marteau fond de trou** fonctionne à l'air comprimé par percussion d'un taillant. Il est utilisé en terrain dur et fissuré : roches carbonatées, cristallines ou volcaniques... L'avancement peut être rapide : 100 mètres en un ou deux jours.
- **Le tubage à l'avancement** consiste à enfoncer un tube au fur et à mesure de l'avancement de la foration. L'association marteau fond de trou et tubage à l'avancement permet de conserver les avantages de la technique de forage dans des terrains instables. La méthode de tubage à l'avancement permet l'observation précise des terrains traversés en offrant la possibilité de remonter le tubage à volonté pour les tests de qualité et de débit des couches rencontrées.
- **Les forages à l'air** sont réalisés sans autre fluide que l'air mais cette technique utilise souvent des adjuvants chimiques (mousses) pour améliorer la remontée des particules.
- Les **forages à la boue bentonitique** présentent le risque de colmatage plus ou moins important du réservoir, notamment en cas de pertes de circulation, ce qui implique un traitement chimique et souvent mécanique du réservoir. L'utilisation de ces boues suppose de bien maîtriser les dosages en fonction des terrains et de l'avancement de l'ouvrage et si nécessaire, de maîtriser les techniques de décolmatage.
- Les **boues biodégradables** permettent de bonnes vitesses d'avancement mais elles sont chères et parfois responsables d'une prolifération bactérienne à l'origine d'une contamination des eaux ou de corrosions sur les canalisations métalliques. Il est recommandé d'utiliser des boues homologuées pour différents types de germes. Cependant, dans certains cas les boues biodégradables ne permettent pas une tenue suffisante des terrains.

La stabilité et la sécurité du forage

La garantie de qualité et de pérennité de l'ouvrage est conditionnée par :

- *Le choix d'équipements appropriés : cuvelages, tubages, crépines, drains...*
- *Les caractéristiques des matériaux tubulaires adaptées à l'ouvrage, aux milieux traversés et à la qualité des eaux souterraines : épaisseur, résistance à la pression et à la corrosion.*
- **Les tubages en acier** doivent respecter des normes de qualité liées à leur résistance mécanique. Ils sont résistants mais ils peuvent être corrodés par l'eau. Les aciers inoxydables ont un coût élevé. On doit veiller à l'homogénéité de l'acier utilisé pour les tubages et les crépines sous peine de voir apparaître un effet de pile pouvant entraîner des dommages importants au matériel tubulaire et à terme la destruction du forage. Les éléments de tubages et/ou crépines sont soudés ou vissés.

- **Les tubages en PVC** sont très utilisés en raison de leur résistance à la corrosion, du coût plus faible que pour l'acier, de la facilité de manipulation et d'assemblage des éléments de tubage ou de crépine. Les éléments sont vissés ou collés. Cependant, ils ne peuvent pas être utilisés pour les forages profonds. Leur flexibilité exige l'utilisation de centreurs. Au-dessus du niveau de l'eau, le PVC vieillit ; il peut se fendre et son diamètre légèrement diminuer. Les cimentations annulaires peuvent donc ne plus assurer une étanchéité satisfaisante.

L'isolation des différentes ressources d'eau

« Un même ouvrage ne peut en aucun cas permettre le prélèvement simultané dans plusieurs aquifères distincts superposés. »

« Afin d'éviter tout mélange d'eau entre les différentes formations aquifères rencontrées, lorsqu'un forage, puits, sondage ou ouvrage souterrain traverse plusieurs formations aquifères superposées, sa réalisation doit être accompagnée d'un aveuglement successif de chaque formation aquifère non exploitée par cuvelage et cimentation. »

Dans le cas d'une superposition de formations aquifères séparées les unes des autres par des couches très peu perméables, la nappe supérieure, vulnérable, peut être contaminée par les activités de surface. La nappe sous-jacente qui est séparée de la précédente par une couche peu perméable est a priori préservée de toute pollution. Mais si sa pression est inférieure à celle de la première nappe et dans le cas d'une mise en communication (forage défectueux), il peut y avoir transfert d'eau et donc de polluant de la nappe supérieure vers la nappe inférieure : par exemple, en supposant un forage captant les deux nappes (ce qui est rigoureusement interdit), lorsque celui-ci est au repos (une grande partie de l'année) l'eau polluée de la première nappe s'écoule à travers le captage et vient contaminer la nappe sous-jacente naturellement préservée.

La configuration de l'illustration 4 représente le cas le plus courant pour les forages de petits diamètres (de 150 à 250 mm). Le forage, excepté pour la hauteur de l'avant tube, est réalisé en une seule passe jusqu'à la formation aquifère.

Dans un captage en zone rocheuse il n'y a pas, dans la plupart des cas, de gravier filtre et il faut prévoir au lieu du joint argileux (généralement en sobranite), une collerette ou une ombrelle de cimentation. Ce dernier dispositif constitué de lamelles métalliques, est installé sur un élément de tubage. Il se déploie pour occuper l'espace annulaire et retenir le ciment au-dessus d'une certaine cote.

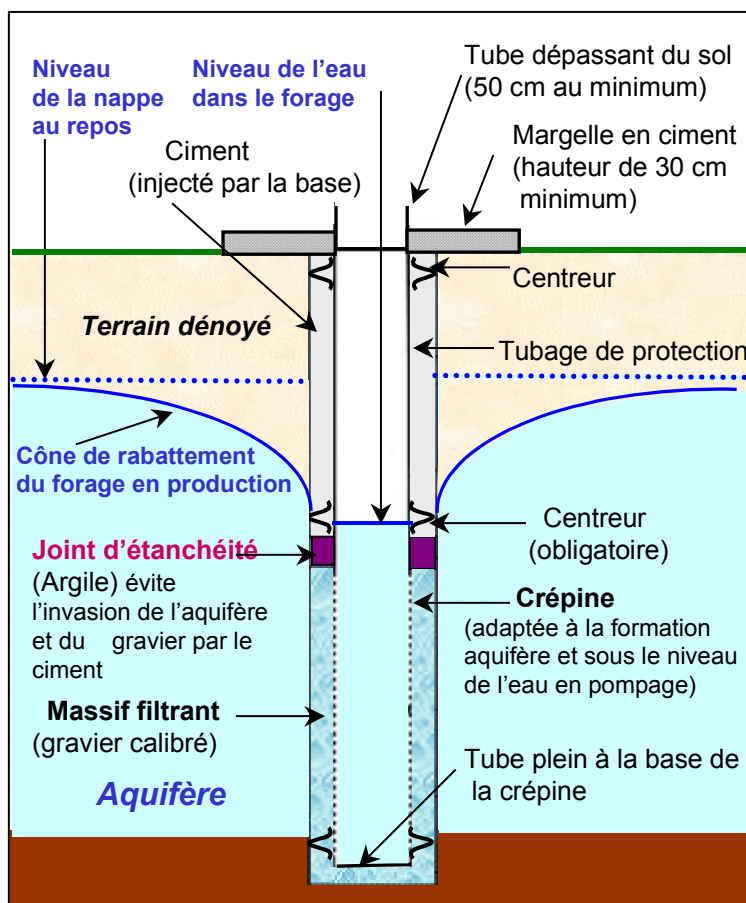


Illustration 4 - Forage en nappe libre réalisé en une seule étape et en un seul diamètre

Source documentaire BRGM : d'après la plaquette « Des forages de qualité en région Centre »

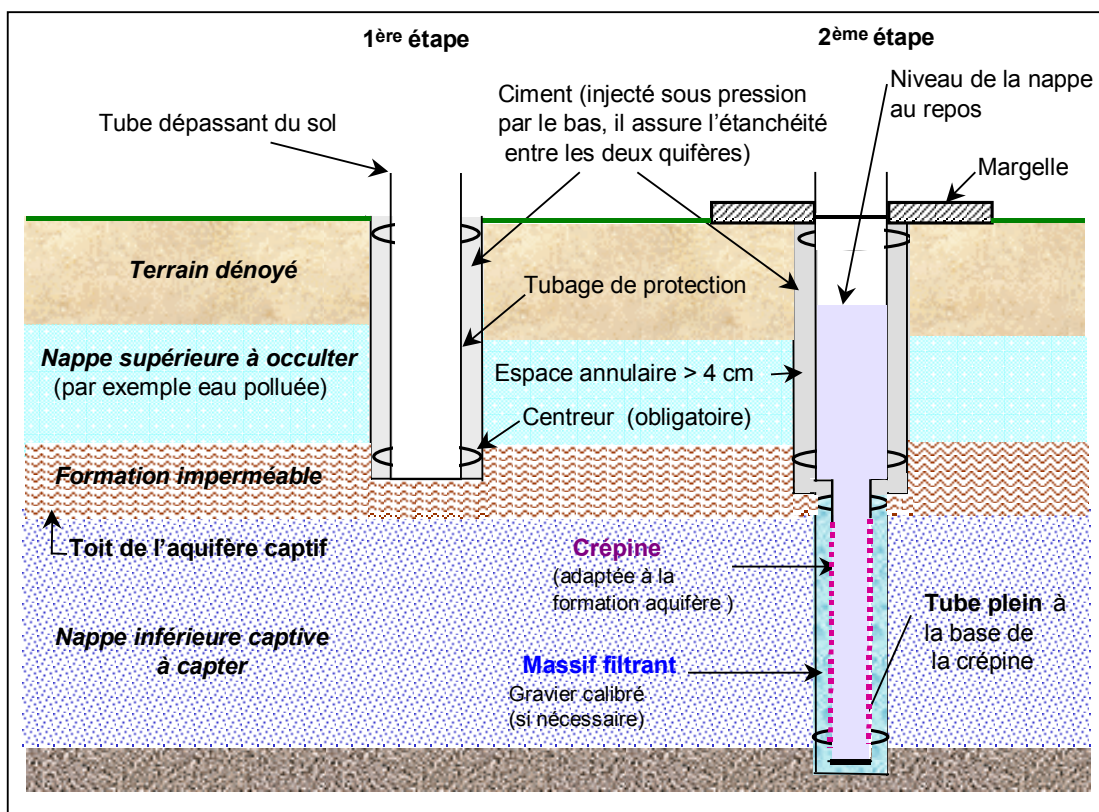


Illustration 5 - Forage traversant une nappe libre et captant une nappe captive
Source documentaire BRGM : d'après la plaquette « Des forages de qualité en région Centre »

Dans l'exemple représenté par l'illustration 5 ci-dessus, l'ouvrage est réalisé en deux étapes avec aveuglement par cimentation au niveau de la couche imperméable séparant les deux aquifères. Après un temps de prise, le forage est poursuivi en diamètre réduit dans la nappe inférieure à capter.

Sur cette illustration, le niveau de la nappe au repos est figuré dans le forage terminé. La nappe étant captive, ce niveau s'établit au-dessus du toit de l'aquifère. Durant l'exploitation il faut éviter que ce niveau ne s'établisse sous le toit de l'aquifère (dénoyage local de l'aquifère, avec un cône de rabattement situé partiellement sous le toit).

