

ANNEXE 9 – DEROULEMENT PREVISIONNEL DES TRAVAUX

1. AMENAGEMENTS DES ZONES DE TRAVAIL - ETAPE 0

Avant le début des travaux de forage, chaque site devra faire l'objet d'aménagements nécessaires au bon déroulement des chantiers (Etape 0). Ces aménagements concernent :

- **L'accès au site**, avec la création d'un passage empierré entre la plateforme de travail et les chemins existants
 - ⇒ **Objectif** : *permettre l'accès en toute sécurité pour la machine de forage et pour les camions de fourniture en matériels et matériaux*
- **La plateforme de travail** : création d'une plateforme en calcaire compacté d'une épaisseur minimale de 0.3 m posée sur géotextile, de 30x30 m pour une surface d'environ 900 m² ; au Nord-Est de la parcelle AC-329 pour le sondage S4-1 et au Sud-Ouest de la parcelle AO-43 pour le sondage S4-2 (tranche optionnelle)
 - ⇒ **Objectifs** : *fournir une zone de manœuvre aux camions, fournir un emplacement pour la machine de forage et pour le stockage temporaire des matériaux tubulaires*
- **Le rejet des eaux de travail** comprenant la création :
 - d'un **fossé de collecte périphérique** des eaux, creusé sur 2 ou 3 côtés de la plateforme de travail (linéaire de 60 à 100 m) jusqu'à rejoindre le premier bassin de décantation
 - de **deux bassins de décantation** de 15x8 m et d'environ 1 m de profondeur, pour un volume total de 240 m³, communiquant entre eux par le biais de tubes traversant de 4 à 6 m de longueur en PVC Ø 400 mm installés en quinconce
 - ⇒ **Objectifs** : *évacuation des eaux de travail, décantation lente par circulation dans les 2 bassins avant rejet dans le milieu naturel*
 - ⇒ Pour le **sondage S4-2** : *bassins de décantation hors-sol, avec merlons de terre végétale, en raison de la proximité avec la canalisation de gaz naturel*
 - d'un **fossé récepteur/pose d'une conduite du rejet des eaux décantées** au milieu naturel ou vers les fossés locaux déjà existants
 - ⇒ Pour le **sondage S4-1** : *création d'un fossé ou mise en place d'une conduite temporaire de rejet des eaux en bordure Sud et Est de la parcelle AC-329, entre les bassins de décantation et le **fossé de la combe de Chasserenaud** sur un linéaire de l'ordre de 180 m.*
 - ⇒ Pour le **sondage S4-2** :
 - Option 1 : *pose d'une **conduite de rejet temporaire traversant la parcelle AC n°226 jusqu'au fossé de la combe de Chasserenaud, sur un linéaire d'environ 90 m***

- Option 2 : pose d'une **conduite de rejet temporaire en bordure Sud des parcelles AC n°226 et AC n°227 jusqu'au fossé de la combe de Chasserrenard, sur un linéaire d'environ 320 m**

A la fin des travaux de reconnaissance,

- si la **ressource rencontrée est insuffisante**, les **bassins de décantation** ainsi que les **fossés** créés pour l'occasion seront rebouchés avec les matériaux naturels extraits des fouilles. Les **matériaux calcaires de la plateforme** seront évacués et le site sera remis en état.
- si la **ressource rencontrée est suffisante**, les aménagements resteront en place afin de procéder par la suite aux **travaux de transformation** en ouvrage d'exploitation.

2. DESCRIPTIF PREVISIONNEL DES SONDAGES

L'objectif des travaux de reconnaissance est **d'évaluer les potentialités des aquifères du Turonien-Coniacien puis du Cénomanién** et de vérifier si la ressource rencontrée est en mesure de **répondre au prélèvement d'eau envisagé, en qualité comme en quantité**.

⇒ *Au cours des travaux, toutes les précautions seront prises pour éviter la mise en communication des aquifères traversés. A terme, un seul réservoir sera conservé par ouvrage.*

2.1. DESCRIPTIF DES TRAVAUX DE FORAGE

2.1.1. CONDUITE DES TRAVAUX DE RECONNAISSANCE

Les travaux de reconnaissance chercheront à répondre aux objectifs fixés. Le **phasage des opérations** ainsi que les **éléments techniques prévisionnels** sont décrits ci-dessous pour chaque reconnaissance. Néanmoins, **au cours du chantier**, ce **programme** pourra être **adapté** en fonction des conditions de terrain réellement rencontrées à l'avancement.

- **Etape 1 : réalisation de la tête de puits, traversée des terrains superficiels du Santonien ; tubage et isolation de la tête de puits** : de 0 à environ 25 m pour chaque sondage.
 - **Forage** :
 - de 0 jusqu'à environ 10 m : Tarière ou Bucket Ø 700 mm
 - de 10 m jusqu'à environ 25 m : Tarière Ø 600 mm
 - **Tête de puits** :
 - de 0 jusqu'à environ 10 m : tube acier Ø 660 mm de soutènement de terrains meubles en tête de forage, calcaires crayo-marneux altérés
 - de +0.5 jusqu'à environ 25 m : tube acier Ø 509 mm avec cimentation annulaire sous pression pour isoler la reconnaissance vis-à-vis des eaux de ruissellement et des eaux du réservoir épidermique du Santonien.

- **Etape 2 : reconnaissance du réservoir Coniacien-Turonien** : de 25 jusqu'à **130-140 m**.
 - **Tubage de travail** : pose d'un tube provisoire acier Ø 244 mm entre +0.5 et 25 m, fermeture de l'annulaire
 - **Forage** : Marteau Fond de Trou (MFT) Ø 219 ou 222 mm jusqu'à atteindre le sommet du Turonien Inférieur
 - **Nettoyage et évaluation de la ressource** : soufflage de nettoyage en fin de foration et estimation du débit

- **Etape 3 : opération de diagraphies et de pompage d'orientation dans la reconnaissance en trou nu au Coniacien-Turonien** : réalisation des diagraphies différées et de production, inspection endoscopique et pompage d'évaluation de la ressource en eau produite.

- **Etape 4 : isolation du réservoir Coniacien-Turonien ; reconnaissance du réservoir du Cénomanién captif** : de 120-130 m jusqu'à **190-200 m**.
 - **Forage** : poursuite au Marteau Fond de Trou (MFT) Ø 219 ou 222 mm jusqu'à atteindre les marnes à Huîtres dite "Argiles Tégulines" à la base du Cénomanién Supérieur vers 150-160 m
 - **Extraction du tube acier provisoire de travail** Ø 244 mm
 - **Alésage** : alésage au MFT Ø 445 mm des formations traversées jusqu'à 150-160 m
 - **Tubage acier provisoire** : pose d'un tube acier provisoire Ø 315x323 mm avec à sa base un cône muni d'un raccord "tourne à gauche" vissé sur un tube PVC plein Ø 285x315 mm de 7-8 m de hauteur. Fermeture de l'annulaire par une tôle pleine
 - **Cimentation** : isolation du réservoir Coniacien-Turonien par cimentation du tube PVC plein Ø 285x315 mm sur une hauteur de 4-5 m. Pose du tube PVC dans un bouchon de ciment
 - **Forage** : foration du bouchon de ciment à l'intérieur du tube PVC plein au MFT Ø 219 ou 222 mm et poursuite avec la reconnaissance des terrains carbonatés du Cénomanién Moyen jusqu'à atteindre le Cénomanién Inférieur (profondeur d'objectif prévue)
 - **Nettoyage et évaluation de la ressource** : soufflage de nettoyage en fin de foration et estimation du débit

- **Etape 5 : opération de diagraphies et de pompage d'orientation dans la reconnaissance en trou nu au Cénomanién** : réalisation des diagraphies différées et de production, inspection endoscopique et pompage d'évaluation de la ressource en eau produite.

A ce stade, après la traversée des réservoirs Coniacien-Turonien puis Cénomaniens et réalisation des diagraphies et pompage d'orientation, plusieurs cas sont possibles :

- soit la **ressource est notablement insuffisante** : orientation vers **l'abandon du forage** et sa condamnation dans les Règles de l'Art ou vers son **équipement en piézomètre** de surveillance des réservoirs aquifères
- soit la **ressource est modérée**, mais présente des pertes de charge singulières importantes : orientation vers un **développement de l'ouvrage** (voir Etape 7)
- soit la **ressource est abondante** et conforme au besoin de la collectivité : orientation vers la **réalisation des essais de pompage** à l'aide d'une pompe de test 8" (voir Etape 8)

- **Etape 6** : si la ressource est modérée ou abondante, **sélection d'un des deux réservoirs aquifères** dans chaque sondage de reconnaissance.

- Conservation du réservoir **Coniacien-Turonien**,
 - **Comblement** des terrains carbonatés du Cénomaniens Moyen à l'aide de graviers siliceux propres 4/8 mm
 - **Retrait du tube acier provisoire Ø 315x323 mm** : libération du raccord vissé avec le PVC plein Ø 285x315 mm cimenté
 - **Pose d'un lit de sable et cimentation sous pression** jusqu'au sommet du Turonien Inférieur
 - **Descente d'un tube PVC provisoire** partiellement crépiné Ø 285x315 mm pour l'installation d'une pompe de test 8"
- Conservation du réservoir **Cénomaniens**, aucune modification de la coupe technique à prévoir

- **Etape 7** : si la ressource est modérée, **développement de la reconnaissance** par traitement à l'acide chlorhydrique.

- **Etape 8** : **réalisation des essais de pompage**, afin d'estimer le potentiel de production de la reconnaissance, son débit d'exploitation possible et la qualité de l'eau produite. En cas de développement à l'acide chlorhydrique, de **nouvelles diagraphies de production** seront réalisées au cours de ces essais de pompage.

2.1.2. SITUATIONS FINALES DES RECONNAISSANCES

En **fin d'Etape 4**, après reconnaissance des deux réservoirs, la coupe technique des sondages sera :

- **Forage** :
 - de 0 à 10 m : Tarière ou Bucket Ø 700 mm
 - de 10 à environ 25 m : Tarière Ø 600 mm
 - de 25 à 150-160 m : alésage MFT Ø 445 mm

- de 150-160 jusqu'à 190-200 m : forage MFT Ø 219 ou 222 mm

- **Equipements :**

- de 0 à 10 m : tube acier Ø 660 mm
- de +0.5 à 25 m : tube acier Ø 509 mm avec cimentation annulaire, muni d'une bride de tête soudée et d'un tampon plein de fermeture étanche
- de +0.5 à 150-160 m : tube acier Ø 315x323 mm, annulaire libre, avec à sa base un cône muni d'un raccord "tourne à gauche" vissé sur un tube PVC plein Ø 285x315 mm de 7-8 m cimenté sur une hauteur de 4-5 m

Si la ressource en eau rencontrée au Cénomanién n'est pas satisfaisante, la partie basse de l'ouvrage sera condamnée avant développement et équipement du Coniacien-Turonien. En **fin d'Etape 6, avec conservation du seul réservoir Coniacien-Turonien**, la coupe technique du sondage sera :

- **Forage :**

- de 0 à 10 m : Tarière ou Bucket Ø 700 mm
- de 10 à environ 25 m : Tarière Ø 600 mm
- de 25 à 120-130 m : alésage MFT Ø 445 mm

- **Equipements :**

- de 0 à 10 m : tube acier Ø 660 mm
- de +0.5 à 25 m : tube acier Ø 509 mm avec cimentation annulaire, muni d'une bride de tête soudée et d'un tampon plein de fermeture étanche
- de +0.5 à 120-130 m : tube PVC provisoire Ø 285x315 mm, annulaire libre, crépiné au droit des niveaux productifs

2.1.3. PROTECTION SANITAIRE DES RECONNAISSANCES

La tête de puits des sondages de reconnaissance sera conforme à la réglementation :

- le tube acier de tête **dépassera d'au moins +0.5 m** au-dessus de la plateforme de travail,
- son sommet sera muni d'un **capot sur bride étanche** installé sur l'ouvrage et **cadennassé** lors des phases d'arrêt et de pause du chantier,
- il sera **cimenté sous pression** entre 0 et 25 m afin **d'isoler l'ouvrage** d'avec la surface d'une part et d'avec l'aquifère phréatique de la nappe épidermique du Santonien d'autre part.

L'isolation entre les réservoirs Coniacien-Turonien et Cénomanién sera respectée avec l'installation d'un **tube PVC Ø 285x315 mm perdu, ancré dans un bouchon de ciment**, à la base de l'imperméable du Cénomanién Supérieur. L'objectif ici est de maintenir l'absence de communication hydraulique directe entre les deux aquifères.

2.2. TECHNIQUE DE FORAGE ET FLUIDES UTILISES

Compte tenu de la nature essentiellement carbonatée des terrains, les **techniques de forage** retenues lors du chantier de reconnaissance puis de l'alésage sont celles du **Marteau fond de trou** ou du **Rotary à l'air ou à l'eau**.

Les **têtes de puits en gros diamètre**, dans les formations tendres crayo-marneuses du Santonien pourront être réalisées à la **Tarière** ou à la **Bucket** avec tubage à l'avancement si nécessaire.

Les **fluides de forages** utilisés seront **l'air comprimé et l'eau du terrain**. Cependant, en fonction de la nécessité du chantier, il pourra être employé :

- des **produits moussants biodégradables autorisés pour la foration**, en mélange avec l'air comprimé, afin d'améliorer l'extraction des déblais et le nettoyage du sondage,
- de **l'acide chlorhydrique**, si un développement du forage s'avère nécessaire.

2.3. MESURES D'ORIENTATION - ETAPES 3, 5 & 8

Les mesures d'orientation, **destinées à évaluer la ressource disponible**, seront réalisées lors des Etapes 3 et 5 après traversée des terrains potentiellement aquifères. Elles comprendront :

- ***une inspection endoscopique de l'ouvrage par sonde vidéo*** : caractéristiques visuelles des terrains traversés, fracturation, stratification, état mécanique du sondage ...
- ***des diagraphies différées*** :
 - radioactivité naturelle (Gamma-Ray), résistivité électrique des formations : calage de la géologie des terrains traversés,
 - diamètreur, inclinomètre : état du trou nu du forage.
- ***des diagraphies de production au repos et en pompage*** : caractérisation des éventuels échanges inter-nappe au repos, définition des niveaux productifs en termes de profondeur, de physico-chimie et de débit relatif.
- ***un pompage par palier de débit*** : évaluation de la productivité du sondage et estimation des pertes de charge linéaires et quadratiques.

En cas de **développement par acidification**, de nouvelles **diagraphies de production au repos et en pompage** seront réalisées au cours de l'Etape 8.

2.4. DEVELOPPEMENT DE L'OUVRAGE - ETAPE 7

En cas de **ressource modérée**, un **développement** du forage pourra être mis en œuvre. En raison de la nature majoritairement carbonatée des terrains traversés, cette opération pourra se dérouler comme suit :

- après identification de la “zone à traiter”, pose en profondeur **d'acide chlorhydrique** dilué à 50% en 2 passes de 3T puis 5T,
- **injection de l'acide sous pression** avec fermeture étanche de la tête de forage muni d'un contrôle de la pression par manomètre en surface et d'une vanne de régulation. Cette opération pourra demander la **mise en place d'un packer**,
- **nettoyage par soufflage** entre chaque passes, avec des arrêts/marches successifs pour évacuer les résidus d'acidification.

Lors de ce nettoyage après acidification, le **pH sera contrôlé en continu** à l'exhaure et les eaux extraites feront l'objet, si besoin, d'une **neutralisation dans les bassins de décantation**, avant leur rejet dans le milieu naturel.

2.5. ESSAIS DE POMPAGE - ETAPE 8 - EVALUATION DU POTENTIEL DE PRODUCTION

Les **tests hydrauliques** seront effectués dans le cas d'une **ressource suffisante** au Coniacien-Turonien et/ou au Cénomanién, à l'aide d'une pompe de test 8", à la suite des Etapes 6 et 7, de sélection d'un des deux réservoirs et de développement.

La méthodologie employée sera la suivante :

- **3 paliers de débit enchaînés** à débit croissant, d'une durée de 2 heures chacun, avec suivi de la remontée,
 - ⇒ **Objectifs** : *évaluation de la productivité du sondage, estimation du gain de rendement lié au développement par acidification, construction de la courbe caractéristique de l'ouvrage*
- après remontée du niveau piézométrique, **pompage de longue durée de 3 à 5 jours** (à adapter en fonction des premiers résultats) à débit constant, avec suivi de la remontée,
 - ⇒ **Objectifs** : *détermination des paramètres hydrauliques du réservoir, évaluation des incidences sur les ouvrages du voisinage, comportement de la ressource (limite d'alimentation, compartimentage, ...)*
 - ⇒ **Protocole de suivi des pompages**
 - suivi hydraulique “Niveau – Débit” et suivi physico-chimique “Température – Conductivité à 25°C – Turbidité”
 - armoire d'enregistrement des données, télégraphées avec alarmes SMS de surveillance du pompage
 - suivi piézométrique dans un ouvrage de surveillance si possible
- **suivi des essais de pompage dans les reconnaissances déjà réalisées** ; mise en place d'un suivi piézométrique en continu par enregistreurs,

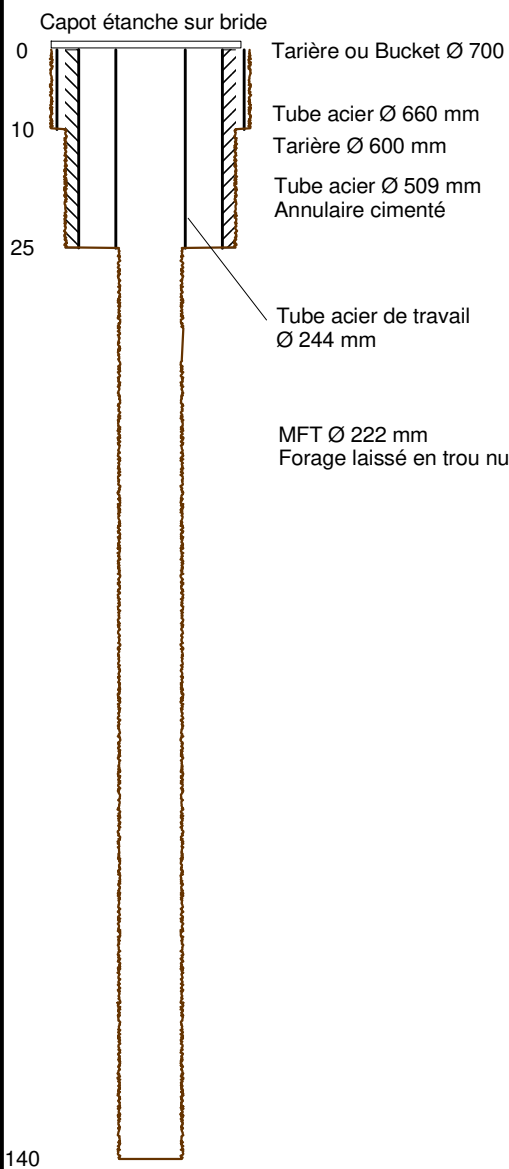
- ***analyse de type première adduction*** : prélèvement d'eau effectué par un laboratoire agréé en fin de pompage longue durée.

⇒ ***Objectifs*** : *établir le faciès de l'eau et le replacer dans son contexte hydrogéologique, rechercher et quantifier les molécules indésirables, s'assurer de l'absence d'indice de contamination bactériologique.*

COUPES TECHNIQUES PREVISIONNELLES

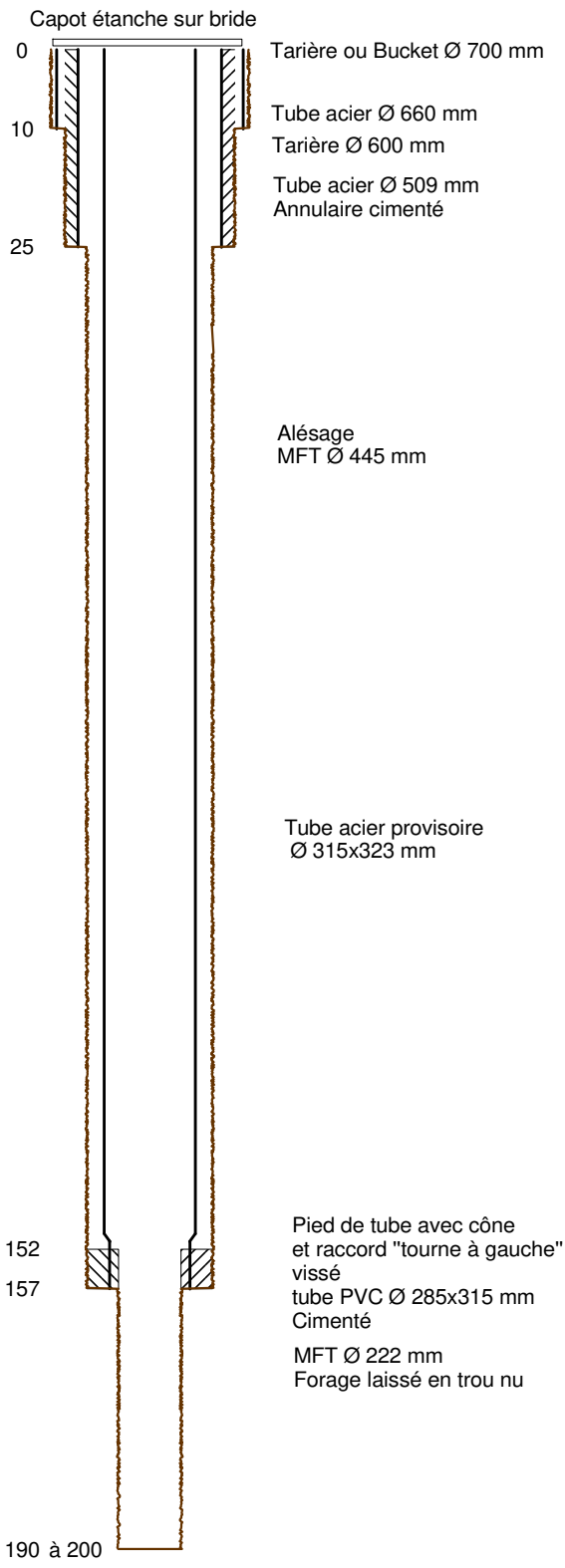
COUPE LITHO-STRATIGRAPHIQUE PRÉVISIONNELLE

RECONNAISSANCE
AU CONIACIEN-TURONIEN
EN FIN D'ETAPE 2



Diagraphies et pompage
d'orientation pour évaluation
de la ressource - Etape 3

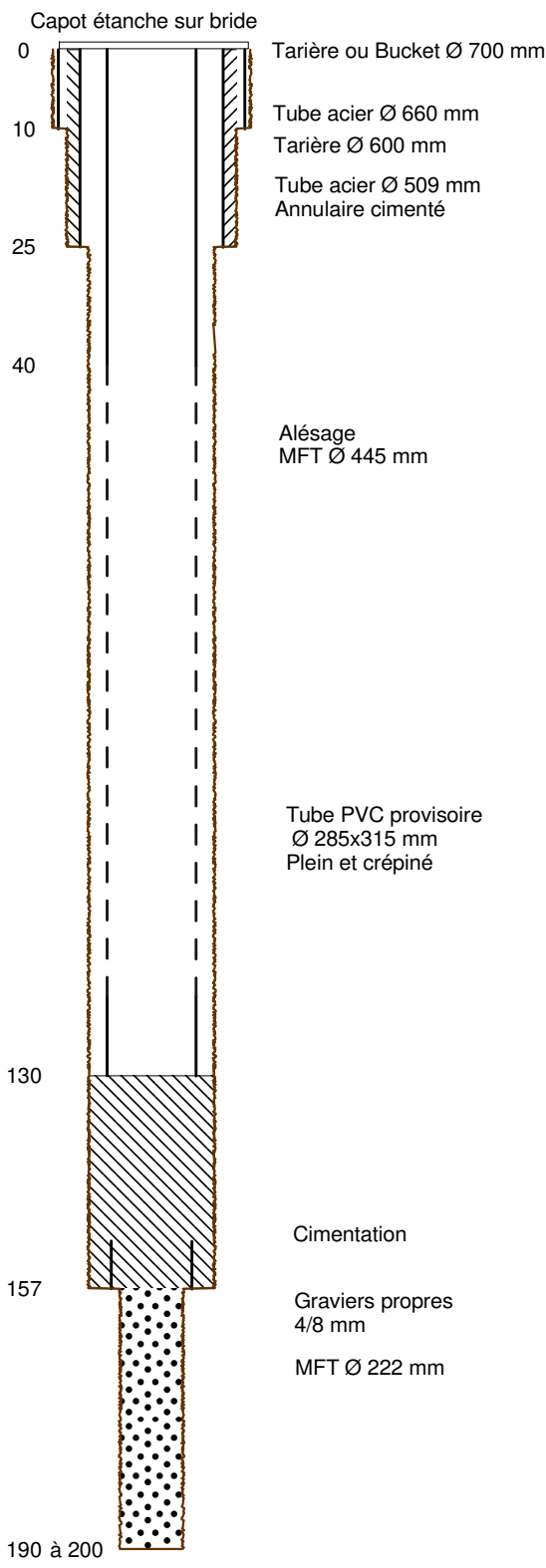
RECONNAISSANCE
AU CENOMANIEN
EN FIN D'ETAPE 4 OU 6



Diagraphies et pompage
d'orientation pour évaluation
de la ressource - Etape 5

Essais de pompage
au Cénomanién - Etape 8

EQUIPEMENT AU CONIACIEN-TURONIEN
EN L'ABSENCE DE RESSOURCE AU CENOMANIEN
EN FIN D'ETAPE 6



Essais de pompage
au Coniacien-Turonien - Etape 8

