

FORAGE AU LANCAGE A L'EAU

Série forage manuel



MANUEL DE FORMATION
TECHNIQUE : FORAGE
MANUEL A FAIBLE COUT

Serie forage manuel

FORAGE AU LANCAGE A L'EAU

MANUEL DE FORMATION TECHNIQUE : FORAGE MANUEL A FAIBLE COUT

Publié par la Fondation PRACTICA

Auteur – Robert Vuik

Co-auteur – Arjen van der Wal

Relecture – Richard Cansdale

Appui pédagogique – Melanie Stallen

Dessins Techniques & photographies – Don de Koning, Robert Vuik

Traduction Française – Julien Labas

Illustrations – Ron Offerman/Tekenteam

Edition – Marijke Kreikamp/4colour design

Juin 2010

La Fondation PRACTICA développe et diffuse des technologies à faible coût dans le secteur de l'eau et des énergies dans les pays en développement. L'accent est mis sur ; l'adaptation des technologies au contexte socio-économique des bénéficiaires, leurs potentiels de fabrication et de maintenance locale et leur distribution à travers les systèmes existants



PRACTICA foundation
Oosteind 47 - NL-3356 AB Papendrecht - The Netherlands
(t) +31 (0)786150125
info@practicafoundation.nl
www.practicafoundation.nl

Note de l'auteur

Ce manuel est gratuit. L'ensemble de ce manuel, y compris les illustrations et les dessins techniques, peuvent être copiés sans la permission de l'auteur ou de l'éditeur **à condition qu'il soit distribué gratuitement et que la référence à la source soit mentionnée.** L'auteur apprécierait d'être informé et de recevoir une copie de tous les documents réalisés à partir du texte d'origine ou des illustrations du présent manuel. Pour toute reproduction à des fins commerciales, une autorisation écrite doit être sollicitée préalablement auprès de la Fondation PRACTICA.

Ce manuel est disponible en anglais et en français et a été développé pour une utilisation pendant **les sessions de formation technique** des utilisateurs. Dans le cas où vous souhaiteriez organiser ce type de formation, vous pouvez contacter la Fondation PRACTICA pour plus d'informations et de conseils.

Cette publication a été rendue possible grâce au soutien financier de l'Agence des États-Unis pour le Développement International (USAID) dans le cadre de l'Initiative Ouest Africaine de l'Eau (WAWI).

Le Fond des Nations Unies Pour l'Enfance (UNICEF), La Fondation PRACTICA et Enterprise Works/Vita ont développé une mallette pédagogique pour les pays africains qui souhaitent se lancer sur la professionnalisation du forage manuel. Cette mallette pédagogique comprend des Fiches et Manuels Techniques, des documents de Plaidoyer, la Cartographie des zones appropriées pour le forage manuel, des Etudes de Cas, et des Manuels de Formation et de Mise en Œuvre. Cette initiative contribue à renforcer les capacités du secteur privé local afin de répondre à la demande croissante en eau potable dans les zones rurales.

La Fondation ETC, à travers son Programme de Formation Technique, a apporté son savoir-faire sur la conception des aspects pédagogiques de ce manuel.

Bien que toutes les précautions aient été prises pour assurer l'exactitude des renseignements fournis dans ce manuel, ni l'éditeur, ni l'auteur ne peuvent être tenus responsables des éventuels dommages occasionnés par l'application des méthodes décrites. Toute responsabilité à cet égard est exclue.

Remarque pour ceux qui souhaitent traduire ou modifier ce document; merci de contacter la Fondation PRACTICA avant de commencer toute traduction ou modification de ce manuel afin d'éviter toute duplication de travail et erreurs fortuites. Ce document ou partie de ce document ne peut pas être copié ou publié sous un nouveau nom ou auteur sans la permission de la Fondation PRACTICA.

Avant-propos

Pour un grand nombre de personnes vivant en zone rurale, l'accès à des sources améliorées d'eau potable est souvent limité à cause du coût élevé des infrastructures de base. Pour améliorer l'accès à l'eau potable des populations et communautés mal desservies tout en tenant compte de leur croissance démographique, il faudra envisager sérieusement des alternatives à moindre coût aux actuelles options d'alimentation en eau potable qui restent coûteuses. Le secteur du forage manuel et l'approche à faible coût ont démontré leur succès et leur important potentiel quand ils sont mis en œuvre dans un contexte approprié. Dans de nombreux pays, les techniques de forage manuel sont utilisées comme une alternative ou en complément des techniques mécanisées conventionnelles. La réalisation à la main d'un forage 'peu profond' par des entreprises locales peut réduire le coût de l'ouvrage d'un facteur de 4 à 10 par rapport au même ouvrage construit grâce aux techniques conventionnelles. Cette réduction du coût permet non seulement aux ONG et Gouvernements de construire un plus grand nombre de points d'eau, mais aussi 'ouvre les portes' aux villageois, paysans, écoles et petites communautés à financer la construction de points d'eau de manière indépendante via le secteur privé. Des stratégies et des programmes devraient être adoptés

pour professionnaliser le secteur du forage manuel afin d'augmenter la couverture de l'approvisionnement en eau potable et d'irrigation en milieu rural.

Une variante de quatre techniques de forage manuel est utilisée, chaque technique présente ses avantages, ses inconvénients et son aptitude à être utilisée dans des conditions géologiques spécifiques. Ce manuel décrit les aspects pratiques de la technique de forage au lancement à l'eau et fait partie d'une série de 5 manuels expliquant aux entrepreneurs locaux les éléments de base de la construction des forages à moindre coût.

Nous conseillons que l'utilisation de ce manuel se fasse en combinaison avec le manuel intitulé: '**Connaissances des méthodes de captage des eaux souterraines appliquées aux forages manuels**'.

NOTE AUX LECTEURS

Ce manuel peut être utilisé comme un guide au cours des sessions de formation destinées aux foreurs, formateurs locaux et contrôleurs-qualité. Il peut également servir de document de référence pour les superviseurs de forage, les ONG, les agences de développement, les équipes de forage manuel et les entreprises pendant toutes les étapes de construction d'un forage. Le manuel se compose de trois sections qui peuvent être lues conjointement, ou utilisé et imprimé séparément en fonction des publics visés.

REMARQUE

Le vocabulaire technique et la manière dont les sujets sont présentés tiennent compte de la variation du niveau d'éducation des publics ciblés. Parfois, l'emploi d'une terminologie complexe pour décrire la géologie et les aspects techniques a été évité afin de faciliter la compréhension générale du manuel. Veuillez garder à l'esprit que l'objectif de ce manuel est de créer une bonne compréhension pratique du forage manuel pour les employés des équipes de forage qui peuvent avoir des connaissances académiques variables.

Colophon

LES MANUELS DISPONIBLES DANS CETTE SERIE:

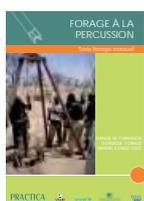
Les livrets de formation technique sur les forages manuels à moindre coût.

Ces manuels permettent une meilleure connaissance des techniques de forage manuel à faible coût pour l'approvisionnement en eau. Ils peuvent aussi servir de feuille de route pour la mise en œuvre de programmes de forage manuel. Ces manuels fournissent un aperçu complet et détaillé pour les formateurs et les équipes de forage dans l'utilisation des différentes techniques de forage pour la construction de points d'eau à moindre coût. Les techniques sont expliquées dans un langage simple et compréhensible de tous faisant référence à des illustrations et des dessins



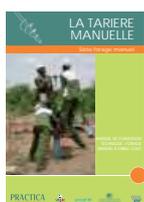
1. Série forage manuel: LE LANCAGE A L'EAU

Ce manuel décrit en détails les différentes techniques de lançage à l'eau qui peuvent être utilisées pour forer dans des formations tendres et meubles. Avec cette technique, un forage peut être réalisé en quelques heures.



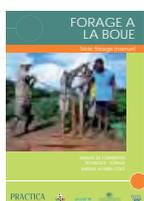
2 Série forage manuel: LA PERCUSSION

Ce manuel décrit en détails la technique de forage à la percussion. Bien que cette technique soit plus lente que les autres, elle est la seule à être en mesure de traverser des formations de roches consolidées.



3. Série forage manuel: LA TARIERE MANUELLE

Ce manuel décrit la technique de forage à la tarière manuelle. Cette technique bon marché et efficace s'avère très utile pour réaliser des petits forages dans des formations tendres et faire des sondages de sol. La plupart des équipes de forage ont recours à cette dernière en complément des autres techniques de forages.



4 Série forage manuel: FORAGE A LA BOUE (ROTA-Sludge)

Ce manuel décrit la technique de forage à la boue et plus particulièrement la technique dite du ROTA-Sludge. C'est une combinaison utilisant le forage à boue et la percussion et elle est particulièrement appréciée pour sa grande polyvalence et plage d'utilisation dans de nombreuses formations géologiques.



5 Manuel: 'Connaissances des méthodes de captage des eaux souterraines appliquées aux forages manuels'

Ce manuel vient en complément des 4 manuels de formation technique and met l'accent, avec un langage simple, sur les thématiques essentielles du forage manuel telles que l'hydrogéologie, l'hygiène, l'installation et le développement des forages

Table des matières

Module 1

LE CONTEXTE DU FORAGE MANUEL

1. Qu'est ce qu'un forage manuel ? 2
2. Comment choisir parmi les 4 techniques de forage manuel ? 3
3. Ce que les organisations doivent savoir 6
4. Prêt à démarrer? 9

Ce module permet de se familiariser avec les forages manuels et fournit une feuille de route pour leur mise en œuvre. Il est destiné aux ONG, gouvernements and organismes d'exécution et ceux qui sont intéressés par les techniques de forage manuel à moindre coût pour l'approvisionnement en eau.

Module 2

UTILISATION DE LA TECHNIQUE AU LANCAGE A L'EAU

1. Qu'est ce que le lançage à l'eau 12
2. Ce que les équipes de foreurs doivent savoir 15
3. Ce qu'il faut apporter sur le chantier: outils & matériel 17
4. Comment réaliser un forage 19
5. Situations spécifiques et erreurs fréquentes! 33
6. Le lançage à l'eau rapide 35

Le module 2 présente la technique de forage en détails et comprend: le fonctionnement la technique et ses conditions d'utilisation. Ce module est une présentation étape par étape des modalités d'exécution du forage à travers de nombreuses illustrations. Ce module a été conçu pour les formateurs et sert de document de référence pour les équipes de forage manuel.

Module 3

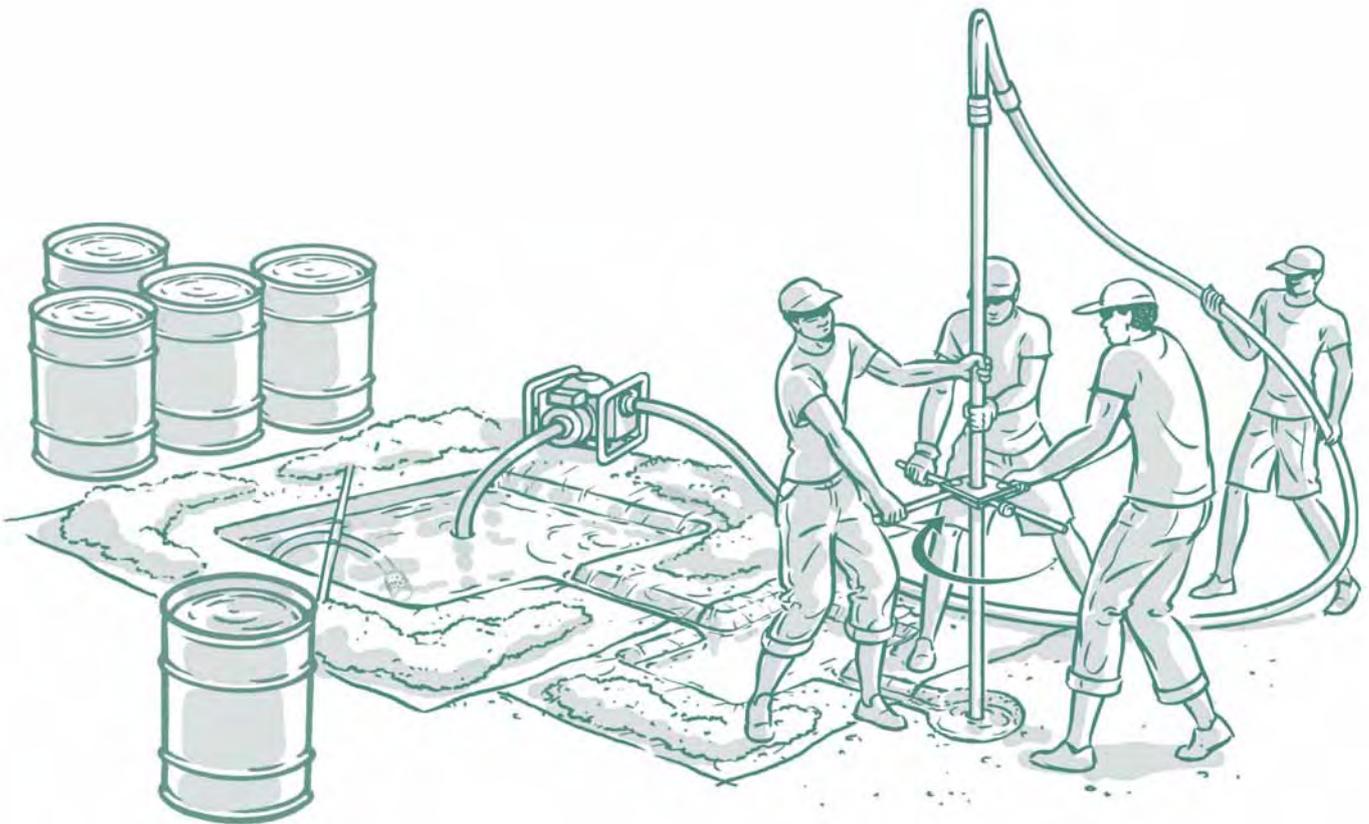
LA FABRICATION DES EQUIPEMENTS DE FORAGE

1. Ce qu'il faut acheter 42
2. Astuces et conseils pour la construction 43
3. Les dessins techniques 45

Le module 3 est spécialement conçu pour les ateliers de fabrication locaux qui souhaitent fabriquer les équipements de forage. Il consiste à un ensemble de dessins techniques, d'astuces pour la construction et une liste de matériaux et matériels nécessaires à la fabrication d'un jeu complet d'équipement de forage.

FORAGE AU LANCAGE A L'EAU

Module 1



LE CONTEXTE DU FORAGE MANUEL

1. QU'EST CE QU'UN FORAGE MANUEL

Les points d'eau à faible coût

Les points d'eau forés manuellement pour l'approvisionnement en eau sont plus abordables financièrement que ceux construits avec les techniques mécanisées. Ils sont aussi plus productifs que les puits de grand diamètre et offrent un accès à une source d'eau améliorée durable pour un coût moins élevé. Ce module décrit le contexte dans lequel le forage à faible coût est utilisé dans divers pays et donne des précisions sur les aspects techniques et sa mise en œuvre. Il donne un aperçu général et sensibilise les ONG, gouvernements et organismes d'exécution sur l'utilisation des techniques de forage manuel pour l'approvisionnement en eau à faible coût. Ce module peut aussi intéresser les équipes de foreurs elles-mêmes et en particulier celles qui ont acquis une bonne expérience de terrain.

QU'EST CE QU'UN FORAGE MANUEL

Le forage manuel est une solution pratique et abordable pour les points d'eau de moins de 40 mètres de profondeur dans les sols alluviaux (matériaux meubles tels que l'argile et le sable) et les formations tendres de roches altérées (tels que les grès et calcaires tendres). Il existe de nombreuses régions à travers le monde où cette solution peut effectivement fournir aux populations rurales de l'eau potable pour l'alimentation et pour l'irrigation et ceux pour une fraction du coût d'un forage conventionnel. Cela est particulièrement vrai pour les petites communautés isolées qui ne bénéficieront jamais des grands programmes de forage parce qu'elles ne sont même pas couvertes par les dispositifs nationaux d'alimentation en eau.

POURQUOI CHOISIR LE FORAGE MANUEL?

- Une réduction des coûts: 4 à 10 fois moins coûteux que les forages conventionnels mécanisés à profondeur égale.
- Une meilleure accessibilité aux sites à cause de la légèreté des équipements, les communautés isolées peuvent désormais être touchées.
- La fabrication locale des équipements de forage qui nécessitent moins de € 2,000 d'investissement pour démarrer l'activité.
- Dispositif opérationnel immédiatement dans les situations d'urgence et dans les zones d'insécurité.
- Créateur d'emploi et le savoir-faire reste disponible localement même après la fin de l'intervention du projet.
- Résout les problèmes de quantité et de qualité de l'eau par rapport à un puits ouvert de large diamètre.
- Convient aussi bien pour l'eau potable que pour l'eau d'irrigation.

Les forages réalisés mécaniquement sont de bonne qualité mais sont aussi très chers. Les puits de large diamètre sont moins onéreux et très intéressants dans les formations où la recharge en eau est faible parce qu'ils offrent une capacité de stockage plus importante. Néanmoins, leur productivité journalière peut être faible et la qualité de l'eau mauvaise

à cause des risques élevés de contamination en l'absence de protection à la surface. Les puits peuvent aussi s'effondrer s'ils ne sont pas busés. Un puits construit avec des buses en ciment présente une meilleure productivité et un faible risque d'effondrement mais son coût est proche de celui d'un forage mécanisé.

Le coût d'un point d'eau varie d'un pays à l'autre. Il est généralement compris entre € 5000 et 15000 pour un forage mécanisé de 30 mètres de profondeur et de € 2500 à 8000 pour un puits cimenté. Dans de nombreux pays, les techniques de forage manuel sont utilisées comme solution alternative.

Le coût d'un forage réalisé avec les techniques manuelles varie de € 100 à 2500 en fonction de la géologie, du pays et de l'application (exemple : du petit forage maraîcher au forage communautaire d'eau potable). La construction, le transport et la maintenance des équipements de forage manuel peuvent être réalisés localement.

2. COMMENT CHOISIR PARMIS LES 4 TECHNIQUES DE FORAGE MANUEL

On rencontre différents types de formations géologiques (couches de sol) au cours du fonçage du forage. Une gamme de différentes techniques de forage a été élaborée afin de pouvoir traverser les diverses formations géologiques. Quelque soit la technique utilisée, il faut (a) casser ou couper la formation, (b) faire remonter les débris (sol) à la surface, et (c) si nécessaire soutenir les parois du trou afin d'éviter qu'elles ne s'effondrent pendant le fonçage.

Chacune des techniques de forage a été développée spécifiquement pour un ou plusieurs types de formations (couches de sol) ; par conséquent, il est parfois envisageable de combiner plusieurs techniques de forage pour réaliser un seul forage. Les différentes techniques de forage peuvent être classées en 4 groupes principaux : le forage à la Tarière, à la Percussion, à la Boue et au langage à l'eau. Une large gamme de techniques dérivant de ces 4 grands principes s'est développée à travers le monde.

LE FORAGE A LA TARIERE consiste à un ensemble d'allonges en acier qui est tourné par une poignée. Différents types de tarières peuvent être fixées à l'extrémité des allonges. Les tarières sont tournées dans le sol jusqu'à ce qu'elles se remplissent et sont ensuite sorties du trou pour être vidées. Le modèle des tarières varie en fonction du type de formation (type de sol) à forer.

Généralement au-dessus du niveau statique, le trou du forage reste ouvert sans avoir besoin d'être soutenu. Une fois dans la nappe, un pré-tubage temporaire peut être utilisé pour empêcher l'effondrement des parois du trou du forage. Le fonçage se poursuit à l'intérieur de ce pré-tubage à l'aide d'une tarière de mise en eau jusqu'à ce que la profondeur désirée soit atteinte. Puis, le tubage permanent est installé et le pré-tubage temporaire remonté à la surface. Le forage à la tarière peut être utilisé jusqu'à une profondeur d'environ 15 à 25 mètres, cela dépend de la géologie.

Applications géologiques; technique appropriée pour les formations non consolidées: Sables, limons & argiles tendres.



LE FORAGE A LA PERCUSSION utilise un lourd trépan (ou cuiller) attaché à une corde ou un câble, lequel est descendu dans le trou du forage ou à l'intérieur d'un pré-tubage. Un trépied (ou chèvre) est en général utilisé pour suspendre l'équipement. En actionnant la corde ou le câble de haut en bas, le trépan ameublie et fragmente le sol ou la roche consolidée dans le trou de forage, dont les débris sont ensuite extraits grâce à la cuiller.

Comme pour le forage à la tarière, un pré-tubage en métal ou PVC peut être utilisé pour éviter l'effondrement du trou. Une fois le tubage définitif (tuyaux et crépines en PVC) installé, le pré-tubage doit être enlevé. Le forage à percussion est généralement utilisé jusqu'à une profondeur de 25 mètres.

Application géologique; appropriée pour les formations non consolidées et consolidées: Sables, limons, argiles dures, calcaire tendre, latérite, les couches contenant des graviers et des petits cailloux.

LE FORAGE A LA BOUE utilise la circulation de l'eau pour faire remonter à la surface du sol les matériaux forés. Le train de tiges de forage est actionné de haut en bas. Pendant la descente des tiges, le choc créé par le trépan fixé au bout du train de tiges ameubli/fragmente les matériaux du sol et pendant le mouvement de remontée, l'extrémité du train de tiges est obturée avec la main (effet de soupape), créant ainsi une aspiration de l'eau et des débris qu'elle contient jusqu'à la surface. Au cours du mouvement de descente suivant, la main est retirée du train de tiges et l'eau giclé dans le bassin préalablement creusé à côté du forage. Dans ce bassin de décantation, les débris se séparent de l'eau pour se déposer au fond du bassin alors que l'excédent d'eau redescend à nouveau dans le trou. La pression de l'eau sur les parois du forage évite l'effondrement de ces dernières. Le forage à boue (avec ou sans rotation) peut être utilisé jusqu'à une profondeur d'environ 35 mètres.

Application géologique; appropriée pour les formations non consolidées: Sables, limons et argiles. Si la rotation est utilisée (avec un trépan), il est possible de pénétrer des formations semi-consolidées telles que l'argile dure, le calcaire tendre et la latérite altérée.



LE LANCAGE A L'EAU Le lançage à l'eau est également basé sur la circulation et la pression de l'eau. A la différence du forage à boue, l'eau est désormais injectée à l'intérieur du train de tiges et la boue (eau et débris) remonte le long des parois du forage. Afin d'obtenir une pression d'eau suffisante, on utilise une motopompe. On peut laisser l'extrémité inférieure du tuyau de forage simplement ouverte, ou on peut y rajouter un outil de fonçage (trépan). On peut également faire tourner totalement ou partiellement le train de tiges.

Un fluide de forage (additif) peut être mélangé à l'eau pour éviter l'effondrement des parois du trou et la perte incontrôlée de l'eau par infiltration. La technique du lançage à l'eau (avec rotation) peut être utilisée jusqu'à une profondeur d'environ 35 – 45 mètres.

Application géologique; appropriée pour les forages dans les matériaux alluvionnaires tels que les sables faiblement compactés, les limons et les fines couches d'argile tendre.

CHOISIR LA TECHNIQUE DE FORAGE MANUEL APPROPRIÉE

Technique de Forage*	Coût de l'Équipement (€)	Vitesse moyenne pour 15m de fonçage dans différentes conditions géologiques (jours)**				
		Sable, limon et gravier à faible cohésion	Argile tendre et compacte	Formations consolidées tendres	Roche tendre altérée	Roche mère non altérée (ex: granite)
Tarière	200 - 600	1	1-2 <u>2-4</u>	Pas appropriée	Pas appropriée	Pas appropriée
Percussion	300 - 1200	2-3	2-3 <u>3-4</u>	> 3	> 8	Pas appropriée
Lançage à l'Eau (Rotary Manuel)	800 - 1400	1	1-2 <u>Peu efficace</u>	Pas appropriée	Pas appropriée	Pas appropriée
A la boue (Rota-Sludge)	600 - 1000	1-2	1-2 <u>2-3</u>	> 3	Peu efficace	Pas appropriée

Technique de forage*	Avantages	Inconvénients	profondeur de perçage en moyenne (m)
Tarière	Utilisation facile au dessus du niveau statique Équipement bon marché	Nécessite l'utilisation d'un pré-tubage si un niveau argileux est rencontré Utilisation du pré-tubage délicate dans les couches argileuses (risque de blocage) Si une couche de sable bouillant est rencontrée en dessous d'un niveau argileux (à travers laquelle le pré-tubage n'a pas pu pénétrer), le trou du forage ne peut pas rester ouvert	15-25
Percussion	Fore les formations dures	Lente et équipements onéreux	25
Lançage à l'Eau (Rotary Manuel)	Rapide	Nécessite une grande quantité d'eau	35-45
A la boue (Rota-Sludge)	Simple d'utilisation Adaptée à toutes les formations tendres	Les couches très perméables (gravier grossier) conduisent à d'importante perte d'eau et ne peuvent pas être foncées	35

* Remarque: Les équipes de foreurs ont intérêt à utiliser plusieurs techniques de forage pour traverser différentes formations géologiques.

** Remarque: Plusieurs types de sol peuvent être rencontrés au cours de la réalisation d'un forage. Les informations contenues dans ce tableau sont une indication de la vitesse de fonçage pour un type de sol particulier.

3. CE QUE LES ORGANISATIONS DOIVENT SAVOIR

COMMENT METTRE EN ŒUVRE UN PROGRAMME DE FORAGES MANUELS ?

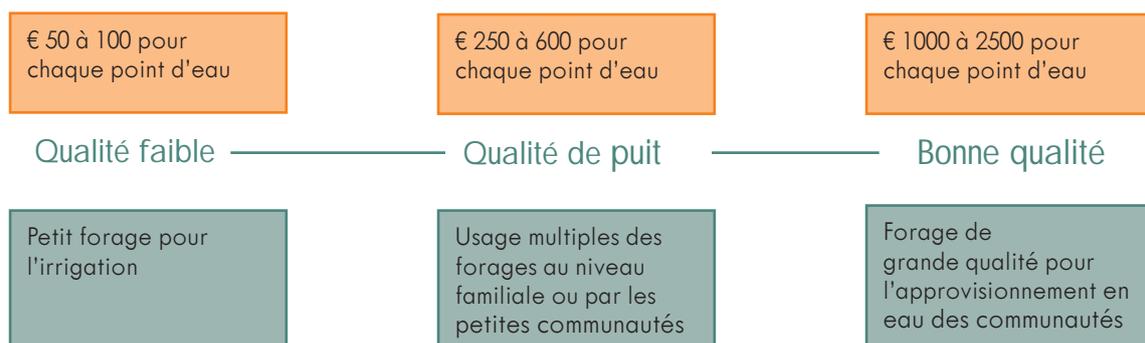
Avoir recours aux techniques de forage manuel à moindre coût dans le cadre de l'exécution d'un programme d'approvisionnement en eau est possible dans une large gamme de qualité et d'échelle. Avant de mettre en œuvre un programme de forage manuel, il convient de se poser un certain nombre de questions. Par exemple :

- Quelle est la qualité requise des forages à réaliser?
- Qui va financer la construction des points d'eau?
- Quels sont les bénéficiaires des forages? (usage familiale, communautaire, maraîchage, camp de réfugiés, etc.)?
- Le forage sera-t-il utilisé pour l'eau potable, l'irrigation ou pour un usage multiple?
- Quel est le nombre de forages à réaliser par an?
- Existe-t-il un secteur du forage manuel actif et quelle est sa capacité ?
- Quels sont les besoins nécessaires pour le suivi qualité ?
- Quel est la taille de la zone d'intervention?
- Quel est le potentiel hydrogéologique pour les forages manuels dans la zone d'intervention (type de sol et profondeur des eaux souterraines) ?
- Quel est le nombre d'équipes de foreur nécessaire (en fonction de la demande)?
- Combien de personnes peuvent être potentiellement desservies par des forages manuels dans la zone d'intervention ?
- Quels sont les objectifs de l'agence d'exécution?
- Etc.

Les réponses à toutes ces questions et celles relatives à l'envergure et aux coûts du programme peuvent servir de base pour définir l'approche à mettre en œuvre. Voici quelques exemples :

- a) S'il s'agit d'introduire des petits forages maraîchers, les critères suivants sont très importants: le forage doit être abordable pour le maraîcher (ex : matériaux bon marché), par contre la qualité de l'eau est de moindre importance. Dans ce cas, le programme de formation se concentrera sur les forages à moindre coût utilisant des matériaux bon marché. Aussi, il faudra identifier les zones présentant de forts potentiels en termes de géologie favorable et de débouchés pour vendre la production. Les équipes de foreurs pourront travailler directement avec les maraîchers.
- b) Pour un approvisionnement durable en eau destiné à d'importantes communautés, le gouvernement et les grands bailleurs sont souvent impliqués. Les critères les plus importants sont ici : des forages de grande qualité, le respect des standards de qualité de l'eau, la pérennisation des ouvrages et de l'ensemble du secteur du forage manuel. Dans ce contexte un programme de formation nécessitera un important focus sur le renforcement des capacités de l'ensemble du secteur. Il s'agira de professionnaliser le secteur à travers des formations sur les aspects techniques et de management, de contrôle-qualité, de mobilisation et de marketing social. Il faudra préparer les entreprises de forage manuel à répondre aux appels d'offre et à réaliser des forages de grande qualité.
- c) Les usages multiples des forages au niveau familiale ou par les petites communautés demandent généralement une combinaison des 2 options précédentes: le forage doit être bon marché (voir partiellement subventionné) et la qualité de l'eau acceptable.

Figure 1. Gamme des possibilités d'application des forages manuels



Le choix de l'approche pour l'exécution d'un programme de formation est intimement lié aux objectifs fixés en termes de qualité de l'ouvrage (forage), de qualité de l'eau, d'accessibilité financière et de durabilité de l'action.

LA MISE A L'ECHELLE

Une fois qu'une étude de faisabilité suggère qu'il existe un fort potentiel pour le forage manuel dans une zone ou un pays donné et que la réalisation des premiers forages s'avère réussie, il est alors possible d'envisager un renforcement des capacités du secteur à plus grande échelle.

Cette mise à l'échelle est souvent interprétée comme former un plus grand nombre d'équipes. C'est en partie vrai, mais il faut faire attention : la formation des équipes à elle seule ne suffit pas à garantir la qualité, le moindre coût et la durabilité des points d'eau ! La mise à l'échelle est un processus qui n'implique pas seulement les équipes de foreurs mais aussi d'autres acteurs qui ont un rôle important à jouer.

Pour illustrer ceci, revenons aux exemples de la page précédente :

a) les petits forages maraîchers, b) les points d'eau communautaires de grande qualité et c) les forages à usage multiple au niveau des ménages.

Dans ces trois exemples, non seulement l'objet, la qualité et le prix des forages sont différents, mais aussi les acteurs impliqués.

Prenons l'exemple (b), il s'agit de professionnaliser le secteur du forage dans son ensemble. Cela implique bien entendu, les entreprises de forage, mais aussi les contrôleurs-qualité, le gouvernement (responsable du contrôle-qualité au niveau national et de la certification), les acteurs de la mobilisation communautaire et les fournisseurs de pompes. En ce qui concerne l'exemple (a), ceux sont les entreprises de forage, les organisations paysannes et les fournisseurs de pompes qui jouent le plus grand rôle.

Lorsque vous démarrez un programme à grande échelle, il est important de réaliser qu'il ne s'agit pas seulement d'un simple « programme de forage ». La mise à l'échelle nécessite un processus de renforcement des capacités qui met l'accent sur la formation, la répétition, la qualité et la durabilité du secteur du forage manuel. Ce processus peut prendre de 3 à 5 ans. Pour plus d'information sur les étapes de mise en place à grande échelle de ce type de programme, vous pouvez consulter le guide intitulé «**Professionnaliser le secteur de forage manuel en Afrique**» *Un programme de renforcement*

des capacités afin d'accroître l'accès à l'eau potable en milieu rural.

LES PREMIERS PAS D'UN PROGRAMME DE FORAGE MANUEL

L'étude de faisabilité

Une étude de faisabilité permet d'évaluer le potentiel des forages manuels et aussi de confirmer si c'est une solution technique adéquate pour l'approvisionnement en eau dans un contexte donné. La collecte d'informations sur l'hydrologie (la profondeur, la qualité et la quantité des eaux souterraines), la géologie (type de sol) et la densité de population fournit une indication claire des zones à fort potentiel. Il est également important de recueillir des informations sur le secteur du forage existant. Est-ce qu'il existe déjà des entreprises de forage manuel ? Si oui, quelle est la qualité de leur travail ? Quels sont les besoins en formation nécessaires ? Quels sont les rôles des autres acteurs impliqués dans le secteur telles que les ONG, les ateliers, les puisatiers, les gouvernements, les fournisseurs de pompe, etc. ? Sur la base de ces informations et des capacités locales existantes, il sera alors possible de définir la meilleure approche pour la formation et la mise en œuvre du programme.

Formation pratique sur les techniques de forage manuel

Si le secteur du forage manuel est inexistant ou s'il est nécessaire d'améliorer les compétences techniques, alors une formation pratique (de terrain) sur les techniques de forage adaptés au contexte local est mise en œuvre. Le formateur technique apportera ses conseils sur les outils à acheter, les matériaux de construction à privilégier et s'assurera que les équipements sont construits dans les règles de l'art. Puis, une formation de plusieurs semaines sera dispensée aux équipes de foreurs stagiaires présélectionnées. Pendant et après cette première formation plusieurs forages sont réalisés pour mettre en pratique les connaissances acquises et améliorer les compétences techniques des foreurs.

Suivi-évaluation et formation sur l'hydrogéologie

Une fois que les équipes formées ont construit un certain nombre de forage et acquis suffisamment d'expériences sur l'utilisation des équipements, elles sont alors prêtes pour la prochaine étape. Il s'agit de mener une évaluation technique des premiers forages réalisés à laquelle est associée une formation sur l'hydrogéologie, l'hygiène, l'équipement des forages et leur développement.

La plupart des entreprises de forage manuel sont en mesure de réaliser des trous dans le sol. Cependant au moment de

la construction, de l'installation et du développement des ouvrages, de nombreuses améliorations restent à faire en particulier sur l'hygiène, la qualité et la quantité d'eau des forages réalisés. Aussi, la plupart des entreprises de forage rencontrent des difficultés telles que le choix des sites d'implantation, les pertes importantes d'eau au moment de la construction, la détermination des couches de sol (profil stratigraphique), l'équipement du forage, le développement, la qualité de l'eau et le débit du forage. Ces problèmes se produisent lorsque le processus de réalisation des forages n'est pas complètement assimilé et que des étapes de construction importantes sont omises. La formation en salle sur l'hydrogéologie intitulée « **Connaissances des méthodes de captage des eaux souterraines appliquées aux forages manuels** » permet de corriger les difficultés évoquées précédemment. A l'issue de cette formation, l'équipe de forage fera l'objet d'un suivi technique sur le terrain qui lui permettra de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises et les leçons apprises.

En fonction de la taille et des objectifs du programme, des formations complémentaires sur la gestion d'entreprise et le contrôle-qualité peuvent être dispensées.

4. PRÊT A DEMARER?

La construction d'un forage à l'aide des techniques manuelles est un processus compliqué. Avant de commencer les travaux, il faut correctement choisir un site d'implantation où l'on peut espérer trouver de l'eau en quantité et qualité. Au cours de la construction du forage, il y a beaucoup d'éléments à considérer afin d'éviter que les choses tournent mal. En dehors des aspects techniques et pratiques de construction à la surface du sol, il faut aussi prêter particulièrement attention à ce qu'il se passe à l'intérieur du trou (sous nos pieds). L'eau (additifs) utilisée pour la construction du forage peut s'infiltrer trop rapidement voir pire, le trou peut s'effondrer enterrant avec lui une partie des équipements de forage. Et enfin, une fois que le trou est foncé, il est crucial d'installer le tuyau d'équipement, la crépine et le joint d'étanchéité sanitaire à la bonne profondeur. Ceci afin d'empêcher l'eau contaminée de pénétrer dans le tubage et aussi pour garantir un débit suffisant du forage. En ayant ces recommandations à l'esprit, il devient évident que l'introduction des forages manuels nécessite une supervision adéquate rendu possible grâce à des formations et une assistance rapprochée des équipes de forage.

LA PREPARATIONS ET LES PREMIERES FORMATIONS

La fabrication des équipements de forage

La décision d'utiliser des outils de qualité est l'un des facteurs clés du succès pour les équipes de forage manuel. Bien que cela puisse sembler évident, la qualité des outils est souvent négligée ayant pour conséquences sur le terrain la perte des équipements et de nombreuses pannes dues à la casse de ces derniers. Comment cela peut être évité ?

L'ensemble des outils et des équipements sont achetés et fabriqués localement. Il est important de sélectionner un bon atelier pour la fabrication des équipements de forage. L'atelier doit avoir le matériel adéquat et être qualifié pour faire le travail! Le module 3 de ce manuel présente l'ensemble des dessins techniques des équipements. Ils permettent d'aider les ateliers à construire les équipements. Même si de nombreux ateliers sont capables de les construire à partir des dessins techniques, lorsqu'ils doivent le faire pour la première fois, il est préférable de les suivre et de les appuyer le plus possible. La supervision et le contrôle-qualité au moment de la construction des équipements sont essentiels avant que ces derniers soient utilisés sur le terrain. Dans un premier temps ce contrôle-qualité doit être réalisé par un formateur spécialisé puis ultérieurement il peut être mené directement par les entreprises de forage.

La formation des équipes de forage

L'apprentissage et le perfectionnement des équipes de foreurs reposent nécessairement sur la formation, les expériences de terrain, les succès et échecs. Des formations dispensées par un foreur ou un formateur expérimenté représentent un plus considérable pour les nouveaux foreurs souhaitant faire carrière.

Il est important de sélectionner correctement les stagiaires avant le début de la formation. Ces derniers doivent avoir, soit une expérience ou une affinité avec la réalisation de points d'eau (atelier de fabrication de pompes, puisatiers), soit être fortement motivés à gérer leur propre entreprise. En général, une équipe se compose de 5 ouvriers ou plus et d'1 chef d'équipe. Une formation pratique sur le terrain de plusieurs semaines est dispensée aux futurs foreurs. Plusieurs forages sont réalisés au cours et après cette première formation. Il est préférable d'effectuer la formation et les premiers forages dans une zone facile à forer. Cela permettra aux équipes de mettre en pratique leur savoir et d'améliorer leurs compétences techniques sans être frustré.

Important: au cours de cette période d'apprentissage (quelques mois) les équipes vont rencontrer des difficultés et peuvent connaître des situations difficiles ou pire peuvent perdre une partie de leurs équipements. Sachez que tout cela est normal et fait simplement partie de l'apprentissage du métier de foreur! Il est important que les équipes soient correctement encadrées et aient accès à des formateurs expérimentés. Après quelques mois de pratique, un suivi-évaluation de la formation des équipes de forage permettra d'identifier et de résoudre les problèmes rencontrés.

L'ENCADREMENT DES NOUVELLES EQUIPES FORMEES

Réaliser un forage dans une nouvelle zone

Quand une équipe de forage est amenée à travailler dans une nouvelle région, il est important qu'ils soient en possession d'informations sur la géologie (type de sol) qu'ils vont rencontrer et les profondeurs attendues de l'eau. En d'autres termes: quelle est la profondeur des eaux souterraines et quelle est la profondeur des aquifères productifs?

Ces informations peuvent être obtenues de plusieurs manières : Demandez aux villageois d'indiquer leurs sources existantes (ex : puits) d'approvisionnement en eau et essayer de rencontrer des puisatiers. Ils peuvent fournir des informations sur les différents types de formation (du sol) et le niveau de la nappe en saison sèche et en saison des pluies. Pour compléter

ces informations, l'équipe doit forer son premier forage le plus profondément possible. Au cours de cette exploration, un échantillonnage des sols peut les aider à définir la profondeur d'un bon aquifère. Notez que les forages exécutés dans les bas-fonds, les plaines inondables et les lits des cours d'eau sont susceptibles d'être plus productifs que ceux réalisés dans les hauteurs des collines.

N'oubliez-pas, il n'y a PAS de norme pour la profondeur des forages. Cela dépend toujours de la profondeur de l'aquifère, des exigences des utilisateurs et du système de pompage.

Le choix des matériaux de construction

Pour l'équipement des forages, il existe différents types de tuyaux en PVC. Leur qualité peut varier du tuyau d'évacuation bon marché (avec fabrication de la crépine à la scie) au tuyau PVC coûteux de haute qualité dont les crépines sont faites en usine. Autour de la crépine, il convient de verser du massif filtrant dans le trou ou d'utiliser un tissu filtrant autour de cette dernière afin d'éviter l'intrusion de sable fin à l'intérieur du tubage. Un joint sanitaire est installé pour prévenir la pollution de pénétrer dans le forage. Vous trouverez plus d'informations sur les matériaux de construction dans le chapitre: Ce que les équipes de forage doivent savoir du module 2.

La finalisation du forage

Une fois que le tubage définitif est installé, il est nécessaire de procéder au développement pour maximiser le débit du forage. Ensuite, un aménagement de surface est construit et la pompe installée.

Pour de plus amples informations, voir le manuel intitulé: « **Connaissances des méthodes de captage des eaux souterraines appliquées aux forages manuels** ». Un manuel sur l'hydrogéologie, l'hygiène, l'équipement et le développement des forages.

Dispenser une formation complémentaire

Lorsque les équipes de foreurs ont réalisé un certain nombre de forages et accumulé suffisamment d'expériences, elles seront prêtes à suivre la formation complémentaire sur les « Connaissances des méthodes de captage des eaux souterraines appliquées aux forages manuels ». Cette formation permet aux foreurs d'appréhender le processus du forage manuel et de comprendre la théorie qui se cache derrière les gestes techniques. Elle permet aussi de résoudre un certain nombre de difficultés que les équipes ont rencontrées sur le terrain. Au cours de cette formation complémentaire, les foreurs mettront en pratique sur le terrain la théorie et les leçons apprises.



FORAGE AU LANCAGE A L'EAU

Module 2



UTILISATION DE LA TECHNIQUE AU LANCAGE A L'EAU

1. QU'EST CE QUE LE LANÇAGE A L'EAU ?

Ce deuxième module du manuel sur le lançage à l'eau est destiné aux entrepreneurs et aux formateurs; il traite de l'utilisation des équipements de lançage à l'eau et de la façon de forer les forages destinés à l'eau potable. Il explique aussi une variante à la technique proprement dite du lançage à l'eau que l'on appelle lançage rapide à l'eau qui est recommandé pour les forages peu profonds à faible coût pour l'eau potable et/ou l'eau d'irrigation.

HISTORIQUE

Une étude documentaire révèle qu'à l'heure actuelle on ne dispose que de très peu d'informations pratiques sur les techniques de lançage à l'eau. Les informations existantes se composent d'études de cas spécifiques et de la description sommaire de la technique, mais on note l'absence d'information concernant l'utilisation de la technique et la fabrication des équipements. Ce module pratique est une compilation d'informations issues d'une recherche bibliographique, d'observations de terrain dans divers pays africains et occidentaux, de discussions avec les équipes locales de forage et d'entretiens avec des experts du lançage. Ce module résume les meilleures pratiques dans l'utilisation de la technique de forage au lançage à l'eau.



Le nom **lançage à l'eau ou jetting** vient de 'l'évacuation des débris de sol par l'effet lavant d'un jet d'eau lancé sous pression dans le trou du forage'. Cette technique est aussi dénommée technique de forage au 'washbore' ou encore 'rotary manuel' du fait du mouvement de rotation transféré par le manche au train de tiges (ou allonges) pour permettre de briser et couper les particules de sol.

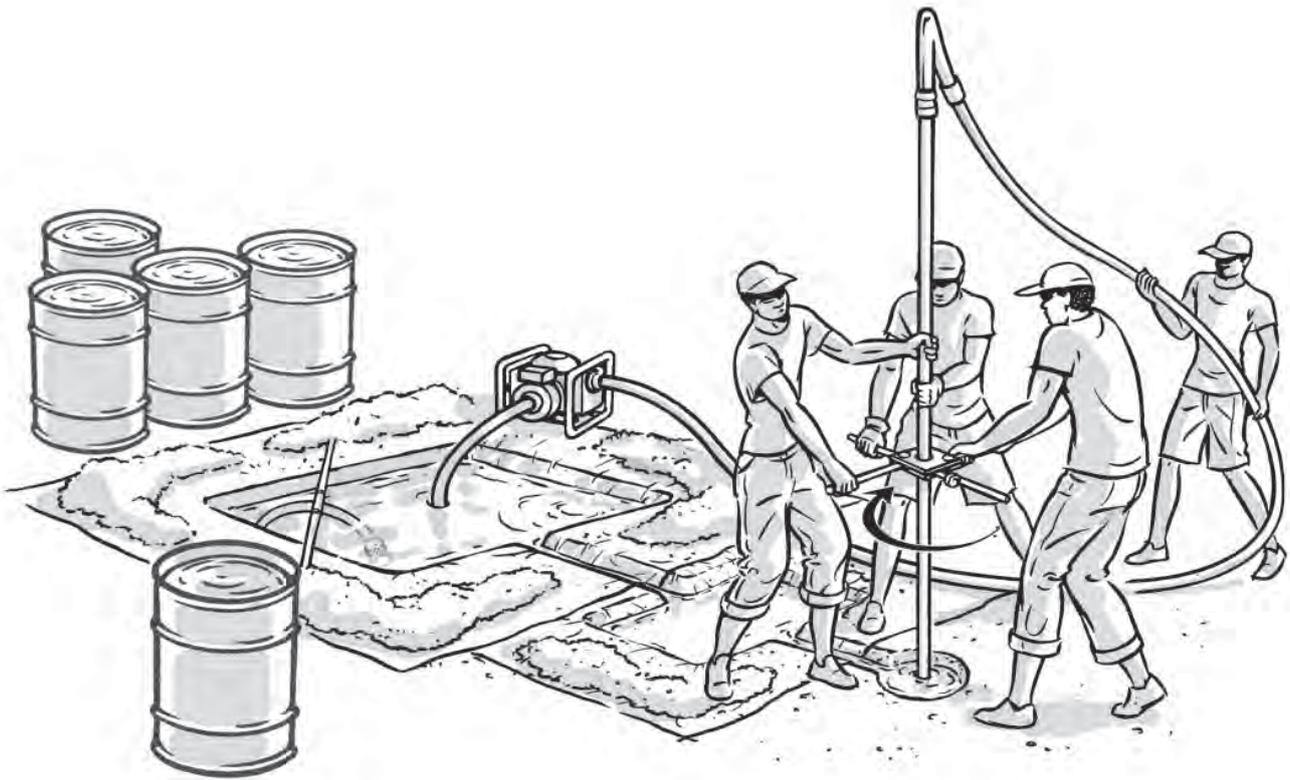
Quelle est l'origine du lançage à l'eau?

La technique du lançage à l'eau rotatif ou rotary manuel a été développée au cours du temps grâce à une combinaison entre la technique manuelle du lançage rapide et la technique conventionnelle du forage au rotary. Richard Cansdale, un pionnier de la technique du lançage rapide, a d'abord perfectionné cette technique sur les plages de sable fin du littoral afin d'en extraire de l'eau de mer propre pour les aquariums et les laboratoires océanographiques. Il a ensuite introduit la technique au Nigéria et dans d'autres pays pour accéder à l'eau souterraine dans les lits des rivières et des plaines inondables. Elle est également utilisée pour augmenter la productivité des puits creusés à la main dans des aquifères sableux. Le lançage rapide à l'eau est la plus simple et la moins coûteuse des techniques de lançage et est adapté aux terrains présentant des nappes phréatiques peu profondes dans des conditions de sol très mou et les terrains sableux bouillant. Et le rotary manuel (versus lançage rapide à l'eau) a été conçu pour forer à de plus grandes profondeurs. Aujourd'hui le lançage à l'eau rotatif est utilisé au Nigeria, le Niger, Madagascar, Tchad, Sénégal, Burkina Faso, Ouganda, Kenya, Soudan, Bénin, Sri Lanka et dans les pays occidentaux.

COMMENT CELA MARCHE T-IL?

Un point d'eau réalisé au lançage est un forage de faible diamètre qui est creusé dans le sol à l'aide d'un grand volume d'eau, lui-même pompé puis injecté dans le train de tiges ou allonges. Le jet d'eau injecté dans les allonges creuse les formations de sol meuble et tendre comme le sable, les limons et les graviers fins. Le lançage à l'eau rapide est la technique la plus adaptée pour les nappes phréatiques peu profondes, mais le rotary manuel permet la réalisation de forages plus profonds. Le tuyau d'équipement en PVC et la crépine sont placés à l'intérieur du trou foré et l'espace annulaire entre la crépine et la paroi du trou est comblé avec du massif filtrant afin d'éviter l'intrusion de sable fin à l'intérieur du forage.

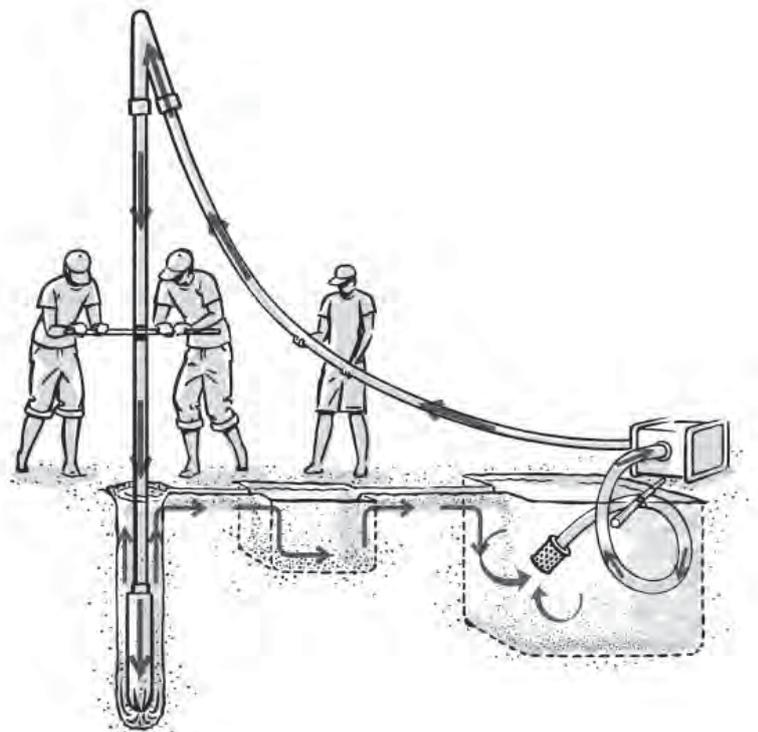
Une motopompe est utilisée pour faire circuler un grand volume d'eau à travers le train de tiges jusqu'au fond du trou. Dans le même temps, la force humaine est utilisée pour la rotation et le mouvement de percussion du train de tiges. La profondeur à laquelle vous êtes capable de forer dépend du type de sol rencontré et de la quantité d'eau disponible sur le



site. Mais en général, il est possible de forer jusqu'à 35 mètres et exceptionnellement jusqu'à 50 mètres.

Le trou du forage est maintenu plein d'eau afin d'empêcher les parois de s'effondrer, tandis que l'outil de forage creuse dans la formation. La 'boue' (eau et débris) circule entre le train de tiges et les parois du trou jusqu'à la surface. Un bassin de décantation, creusé à proximité du trou de forage, permet aux débris de se déposer et à l'eau 'propre' de circuler à nouveau à travers le train de tiges.

Au cours du lancement, il est important de veiller au bon approvisionnement en eau, en particulier dans les sables et graviers très perméables, où pas moins de 5 fûts d'eau / heure peuvent être nécessaires. Les fluides de forage (additifs) peuvent être mélangés avec l'eau pour plâtrer les parois du trou dans les formations instables. Ceci empêche l'eau injectée de s'infiltrer et augmente la viscosité de l'eau ce qui facilite le transport des débris de sol vers la surface du forage.



LES 2 TECHNIQUES DU LANCAGE A L'EAU

Le lancement rapide à l'eau, aussi appelé 'lancement direct', consiste à faire pénétrer un tuyau en plastique dans le sol grâce à l'injection sous pression d'une grande quantité d'eau depuis une motopompe.

La technique peut être utilisée jusqu'à 6-10 mètres de profondeur dans des formations de sable bouillant. Le chapitre intitulé 'lancement rapide à l'eau' présenté ultérieurement dans ce module décrit cette technique en détail. La technique est très utile pour approfondir les puits creusés à la main qui ont tendance à s'effondrer. Elle est également utilisée pour forer des forages peu profonds à faible coût pour l'eau potable et l'irrigation.



Avec la technique du lancement à l'eau rotatif ou rotary manuel, les forages réalisés peuvent être plus profonds qu'avec la technique du lancement rapide à l'eau. Elle est généralement utilisée pour des forages destinés à l'eau potable.

Un outil de forage et un manche de rotation sont fixés au train de tiges métalliques permettant la pénétration de l'argile, de graviers et de sables peu à moyennement compacts. L'utilisation des additifs de forage épaissit l'eau circulant dans le trou et permet de 'plâtrer' la paroi du trou foré. Cela réduit les pertes d'eau par infiltration et permet d'éviter l'effondrement du trou. Dans la pratique, cela augmente le temps disponible pour la construction du forage et pour le processus d'installation des tuyaux d'équipement.



AVANTAGES & INCONVENIENTS

Avantages du lancement à l'eau.

Dans les formations meubles, telles que le sable et le gravier fin, le train de tiges s'enfonce facilement, ce qui en fait la plus rapide technique de forage manuel. Les forages peuvent être réalisés en quelques heures alors que plusieurs jours sont nécessaires avec les autres techniques.

L'équipement est léger, le rendant facilement transportable particulièrement dans les zones rurales.

Inconvénients du lancement à l'eau.

La quantité d'eau disponible sur le site peut être un facteur limitant. Certains forages peuvent être réalisés avec juste quelques fûts d'eau (500 - 1000 litres), tandis que d'autres

nécessitent des volumes d'eau aussi importants que ceux contenus par un camion citerne.

Le forage est réalisé dans les structures de sol meuble qui peuvent facilement s'effondrer. Pour éviter l'effondrement, le trou du forage doit être maintenu plein d'eau pendant toute la durée de la construction et ce jusqu'au processus d'équipement.

L'argile n'est pénétrée que très lentement. Les très gros graviers (galets) et autres formations hautement perméables (fissures) peuvent créer une trop grande perte d'eau de sorte qu'ils ne peuvent pas être forés. Si les forages profonds sont creusés dans les sols perméables (sable et gravier), le recours à l'utilisation des additifs de forage (coût élevé) est nécessaire. Ceci augmente le coût total du forage.

2. CE QUE LES EQUIPES DE FOREURS DOIVENT SAVOIR

AVANT QUE VOUS COMMENCIEZ A FORER

Avant de commencer le forage, il y a des choses importantes à connaître. Premièrement, il faut sélectionner un bon site d'implantation du forage, où l'on peut prévoir que l'eau souterraine sera présente en quantité (productivité élevée de la nappe) et en qualité (pas de pollution). Deuxièmement, pour devenir un bon foreur, il vous faut avoir quelques connaissances des matériaux de construction tels que les tuyaux PVC, des techniques d'échantillonnage des sols et sur la sécurité du chantier de forage.

La sélection du site de forage

Choisir un bon emplacement pour le forage n'est pas toujours facile et dépend: des besoins et des préférences des bénéficiaires, de la profondeur espérée de la nappe, du type de formation (sol) et de toutes les sources avoisinantes de pollution (latrines) qui peuvent être nuisibles.

Voici quelques conseils qui peuvent vous aider à sélectionner le site :

- o Les besoins, les préférences et les idées des bénéficiaires doivent être prioritaires lorsque vous sélectionnez un site.
- o Toujours discuter des avantages et des inconvénients de l'emplacement sélectionné avec les bénéficiaires (vous êtes le spécialiste qui possède les connaissances sur la quantité et la qualité de l'eau espérées en relation avec le site choisi).
- o Demandez aux villageois de montrer l'emplacement des points d'eau existants et essayer de rencontrer les puisatiers de la zone. Ils peuvent fournir des informations utiles sur les différents types de formation (sol) et sur la variation de la nappe entre la saison sèche et la saison pluvieuse.
- o Notez que les forages réalisés dans les bas-fonds et les lits des rivières ont plus de chance d'être positif que ceux réalisés sur les hauteurs des collines. Gardez à l'esprit que le site sélectionné ne doit pas être en zone inondable pendant la saison des pluies (s'il est le point topographique le plus bas dans le paysage).
- o Choisissez toujours un site situé au moins à 30 mètres d'une latrine. Évitez les sources possibles de contaminations tels que les décharges à ordures, les lieux où les déchets sont brûlés et les stations essence.

LES MATERIAUX

A propos des tuyaux PVC

Vous pouvez utiliser différents types de PVC pour équiper votre forage. La qualité peut varier du tuyau d'évacuation à bas prix dont la partie crépinée est réalisée à la scie au tuyau

de haute qualité fabriqué en usine avec des fentes de crépine standardisées. Le choix des tuyaux dépend: du diamètre de la pompe (le diamètre de la pompe doit être inférieur au diamètre des tuyaux), du type de forage (irrigation ou eau potable), de l'intensité d'utilisation (usage familiale ou communautaire) et du budget des bénéficiaires (bon marché ou cher).

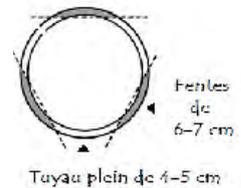
Acheter les tuyaux

Vous pouvez acheter des tuyaux crépinés de haute qualité dans un magasin spécialisé. Le tuyau aura une épaisseur importante, sera résistant et aura de nombreuses fentes sur sa partie crépinée, ce qui favorise la pénétration de l'eau à l'intérieur du forage. Ces tuyaux sont chers et souvent utilisés pour les grands forages communautaires.

Vous pouvez également acheter à meilleur marché des tuyaux PVC type évacuation. Vous pouvez trouver ces tuyaux dans presque n'importe quel magasin de matériel de construction. Leur épaisseur doit cependant être de 3 mm ou plus pour empêcher les tuyaux de se casser. Dans ce cas vous devez faire vous-même les fentes de la crépine.

Faire soi-même les fentes de la crépine

Utilisez une scie à métaux pour faire les fentes dans le tuyau. Pour un tuyau de 4 pouces, 6 lignes parallèles sont dessinées sur toute la longueur du tuyau. Les espaces entre les lignes doivent être de 4-5 et 6-7 cm (voir dessin). Les fentes sont sciées entre les lignes de 6-7 cm. La distance entre les fentes doit être d'environ un centimètre



Conseil: la longueur de la crépine doit être d'au moins 3 mètres. Le dernier mètre de tuyau n'a pas de fentes. C'est ce qu'on appelle le décanteur (ou sabot) dans lequel les particules fines qui pénètrent dans la crépine peuvent se déposer, sans obstruer cette dernière. L'extrémité du décanteur est fermée soit par un bouchon en PVC ou par découpage et pliage du tuyau PVC.

Le massif filtrant

Du sable grossier de rivière d'une granulométrie de 1,5-3 mm est utilisé comme massif filtrant. Le massif filtrant remplit l'espace annulaire entre la paroi du trou et la crépine. Il permet également de filtrer certaines particules de sable fin susceptibles de pénétrer dans le forage. Pour préparer le 'massif filtrant', utilisez la plus petite maille du tamis puis dans un second temps la plus large.

Le joint d'étanchéité sanitaire

Lors de l'équipement du forage, un joint d'étanchéité sanitaire est placé au-dessus du massif filtrant pour empêcher la pollution de pénétrer dans le forage. Un joint sanitaire est fait d'argile ou de coulis de ciment. Si le ciment est utilisé pour faire le joint sanitaire, il est conseillé de remblayer sur un demi-mètre au-dessus du massif filtrant avec de l'argile pour empêcher le ciment de pénétrer dans le massif.

Le fluide de forage

Bien que coûteux, les polymères (additifs) sont utilisés pour le rotary manuel. Ils épaississent l'eau et plâtre la paroi du trou du forage. Les polymères naturels sont biodégradables, en d'autres termes, ils disparaissent naturellement après quelque temps. Il existe plusieurs additifs disponibles connus sous des noms différents en fonction du pays, chacun avec leurs avantages et leurs inconvénients. Pour de plus amples informations vous pouvez consulter le manuel 'Connaissances des méthodes de captage des eaux souterraines appliquées aux forages manuels'.

A RETENIR AU COURS DU FONÇAGE

Prendre des échantillons de sols

L'échantillonnage des sols traversés vous aide à comprendre quels matériaux vous avez pénétrés (forés) et vous indique quand vous avez atteint la profondeur finale du forage.

Cet échantillonnage est aussi un bon moyen de déterminer la facilité avec laquelle l'eau circule à travers les pores (espaces vides) des matériaux forés. Le sable et le gravier sont très perméables et donne souvent beaucoup d'eau.

Si la formation forée contient des matériaux très fins, tels les limons et les argiles, elle ne transmet pas facilement l'eau et est caractérisée comme étant imperméable. Ne pas installer la crépine dans ce type de formation.



Astuce pratique

Prenez un échantillon représentatif du sol et faites en une boule en le roulant entre vos mains. Faites ensuite tomber la boule sur le sol en la lâchant d'une hauteur d'environ 1 mètre.

- o Si la boule est faite de particules non cohésives (non-collantes), elle se brise complètement. Dans ce cas, le sol est perméable. Les particules de sable ou de gravier seront nettement visibles à l'œil.
- o Si la boule se brise seulement en partie, le sol contient des morceaux de limon ou d'argile et du sable. Cette formation aura une faible perméabilité.
- o Si la boule ne fait que se déformer et/ou reste plus ou moins de la même forme, elle est composée d'argile et peut être décrite comme imperméable.

Consignes de sécurité et précautions

Gardez le trou rempli d'eau tout au long de la construction du forage!

Une erreur fréquemment commise est d'aller prendre son déjeuner, sans garder un œil sur le niveau de l'eau (boue) dans le trou. Lorsque vous revenez, le niveau d'eau dans le forage a diminué, le trou s'est effondré et votre équipement est perdu!

Lorsque vous devez quitter les lieux pendant la nuit au cours de la réalisation du forage, vous devez prendre certaines précautions:

- o Soulevez le train de tiges de quelques mètres dans le forage ou faites-le sortir complètement. Cela permettra d'éviter le blocage des allonges.
- o Gardez toujours votre trou rempli d'eau, même pendant la nuit! Cela est indispensable pour éviter l'effondrement du trou!
- o Protéger le trou du forage et les bassins de décantation. Prendre les mesures nécessaires pour empêcher le bétail de s'approcher du chantier.

Soyez conscient que la réalisation d'un forage peut être une activité dangereuse. Faites attention les uns les autres et demandez aux villageois (surtout aux enfants) de conserver une distance de sécurité entre eux et le chantier. Cela peut leur éviter, par exemple, d'être frappé accidentellement par le train de tiges.

REMARQUE

Ces quelques conseils peuvent vous aider pendant la réalisation du forage. Mais, vous trouverez plus d'informations sur les sols, les eaux souterraines, l'hygiène, l'échantillonnage des sols, l'équipement et le développement du forage dans le manuel 'Connaissances des méthodes de captage des eaux souterraines appliquées aux forages manuels'.

3. CE QU'IL FAUT APPORTER SUR LE CHANTIER

Les outils et le matériel



Le train de tiges ou allonges
(30 mètres)



Le manche de rotation
(1 pièce)



Le trépan ou outils de forage
(1 ou 2 pièces)



La tête d'injection (1 pièce)



Une motopompe (1) Puissance de 3,5-4,5 CV, diamètre aspiration/refoulement 2" (Capable de pomper 15-20 m³/h)



Une crépine (1 pièce)



Un tuyau d'aspiration
(2 mètres)



Un tuyau souple de refoulement
(5 mètres)



Scie à métaux (2 pièces)



Une clé griffe (3 pièces)



Une pelle (2 pièces)



Une boîte à outils
(complète)



Une bâche (film plastic) 4 x6
mètres (1 pièce)



Un seau de 12 litres
(2 pièces)



Un fût vide (200 litres)
(5 pièces)



Un tamis 1,5 & 3 mm
(2 types)



Le fluide de forage ou
additif (1 sac)



De la chambre à air
(2 mètres)



PV Les tuyaux d'équipement
en PVC



Huile + Carburant
(1 + 5 litres)



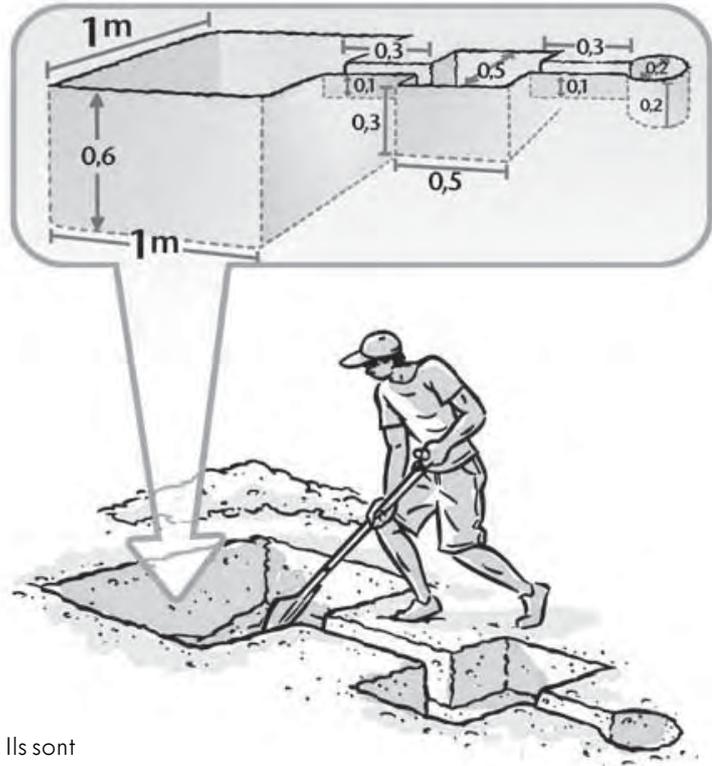
Le massif filtrant
(un sac de 50 kg)



Une sonde de forage
(1 pièce)

4. COMMENT REALISER UN FORAGE AU ROTARY MANUEL

ETAPE 1 PREPARATION DES BASSINS DE DECANTATION



Creuser les bassins de décantation

Commencez par creuser les bassins à boues de forage. Ils sont creusés pour augmenter la capacité de stockage de votre eau de forage. Dans les bassins, les matériaux forés sont séparés par décantation de l'eau de forage.

Le premier petit bassin décante les matériaux grossiers et le grand bassin décante les matériaux plus petits.



Couvrir les bassins de décantation

Dans les terrains sableux, il est utile de recouvrir les bassins avec une bâche en plastique pour conserver votre eau. Une alternative est de colmater les bassins avec de l'argile ou du fluide de forage (eau + additifs).

ETAPE 2 PREPARATION DES EQUIPEMENTS

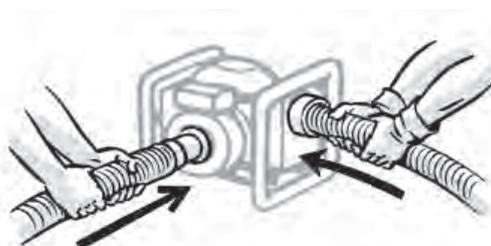


Assembler l'outil de forage et la tête d'injection

Assembler l'outil de forage et la tête d'injection sur l'allonge à l'aide des clés à griffe.

Astuce!

Prenez soin de votre train de tiges! Gardez les filetages propres et graissez-les régulièrement. Au cours du transport, protéger les filetages avec un capuchon en PVC ou un emballage quelconque afin d'éviter de les endommager.

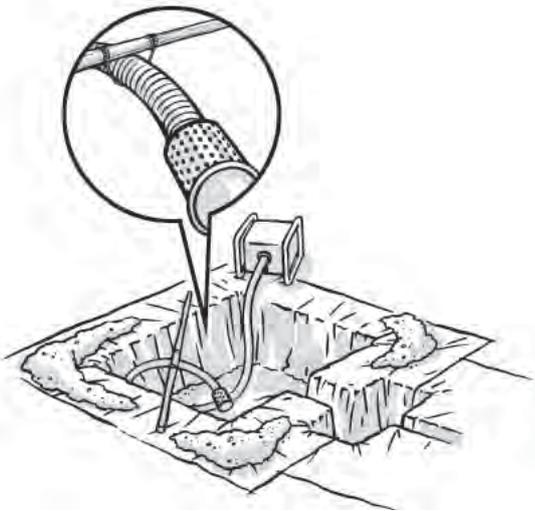


Installer la motopompe

La motopompe est placée à côté du grand bassin à boues. Vous connectez à cette dernière les tuyaux d'aspiration et de refoulement.

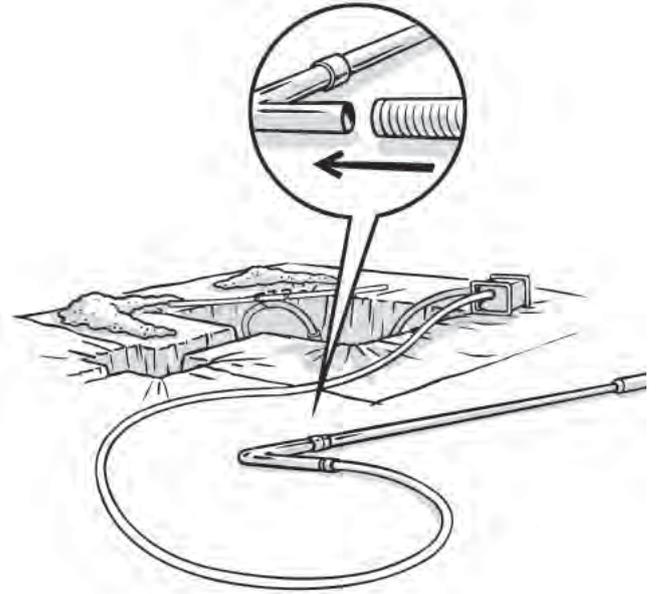
Astuce!

Il est important que l'étanchéité soit parfaite entre le tuyau d'aspiration et la pompe! Vous pouvez utiliser un morceau de chambre à air que vous serrez fermement autour du raccordement tuyau-pompe. Si l'étanchéité n'est pas bonne, la motopompe ne fonctionnera pas correctement. Vous pouvez aussi utiliser de l'argile pour étanchéifier le raccordement.



Attachez les deux tuyaux flexibles

Le tuyau d'aspiration (2 m) est équipé d'une crépine à son extrémité. Placez la crépine dans le grand bassin et attachez l'extrémité de l'aspiration avec la crépine sur un support afin que la crépine soit positionnée à 30 centimètres du fond du bassin! Connectez le tuyau de refoulement (5m) à la tête d'injection.



ETAPE 3 PREPARATION DU FLUIDE DE FORAGE



A propos de l'approvisionnement en eau?

Remplir les bassins avec de l'eau d'un puits ou d'une rivière proche du site (demandez à la population locale pour vous aider ou approvisionnez-vous avec un véhicule).

Assurez-vous d'avoir assez d'eau pour toute la journée! Vous allez utiliser beaucoup d'eau pendant le forage.

Astuce!

Il est prudent d'estimer combien d'eau est nécessaire au cours de la journée de travail. Assurez-vous que vous en avez plus que nécessaire.



Préparer le fluide de forage

Ajouter quelques poignées d'additif à l'eau jusqu'à ce que l'eau devienne visqueuse.

Le fluide de forage permet de transporter les matériaux forés jusqu'à la surface et réduit les pertes d'eau et les risques d'effondrement.

Astuce!

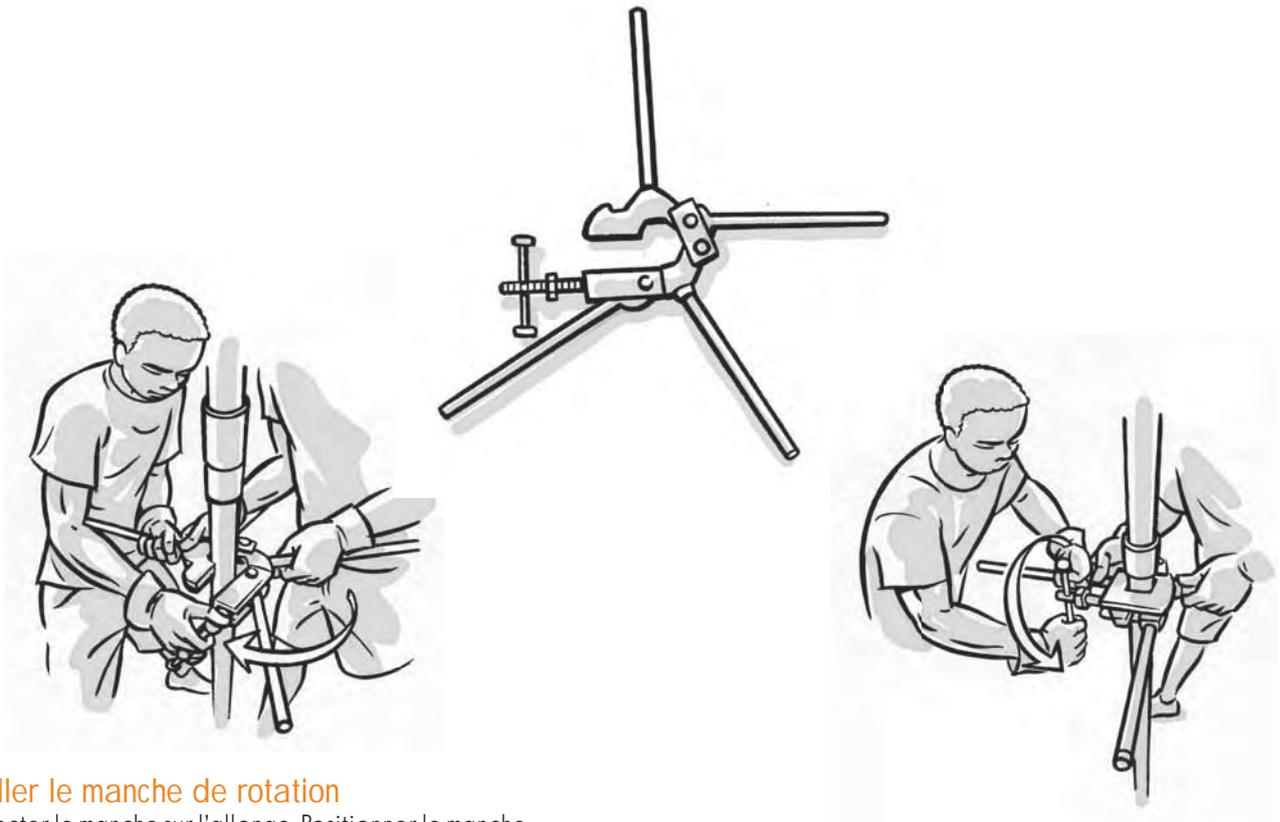
Lorsque vous perdez beaucoup d'eau ou que les débris ne remontent pas à la surface, ajoutez un peu plus d'additif.

ETAPE 4 BIENTOT PRET A COMMENCER!



Mettre en place l'allonge

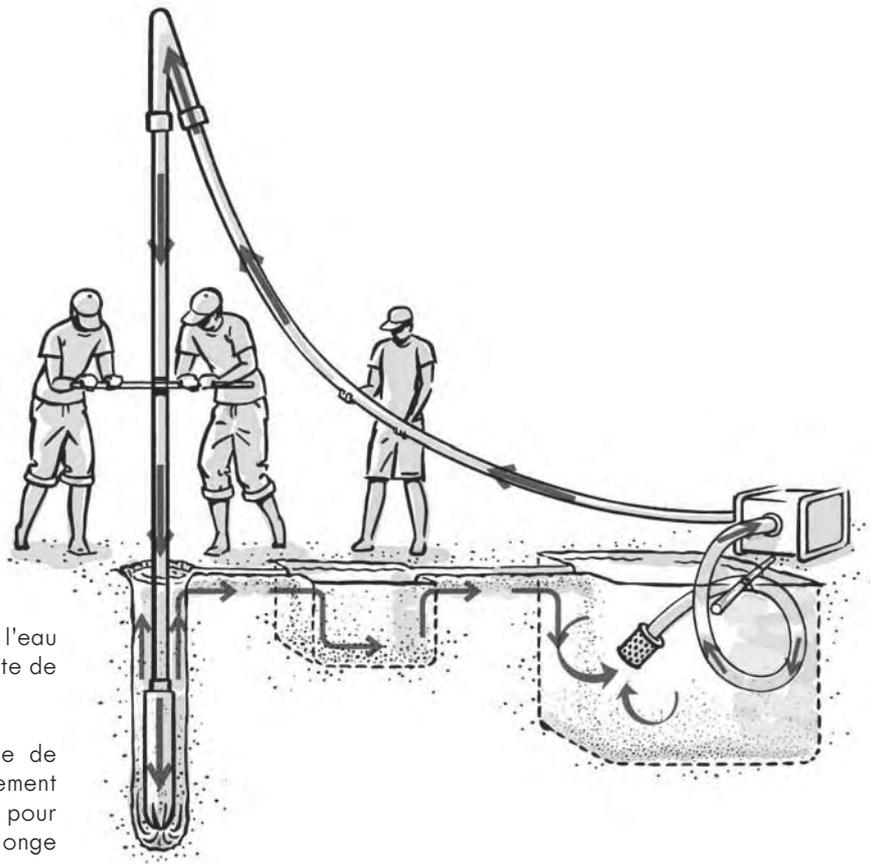
Positionner la tige, qui est raccordée à la tête d'injection et à l'outil de forage, au dessus de l'avant trou.



Installer le manche de rotation

Connecter le manche sur l'allonge. Positionner le manche à hauteur de poitrine afin d'avoir une position de travail confortable et ergonomique.

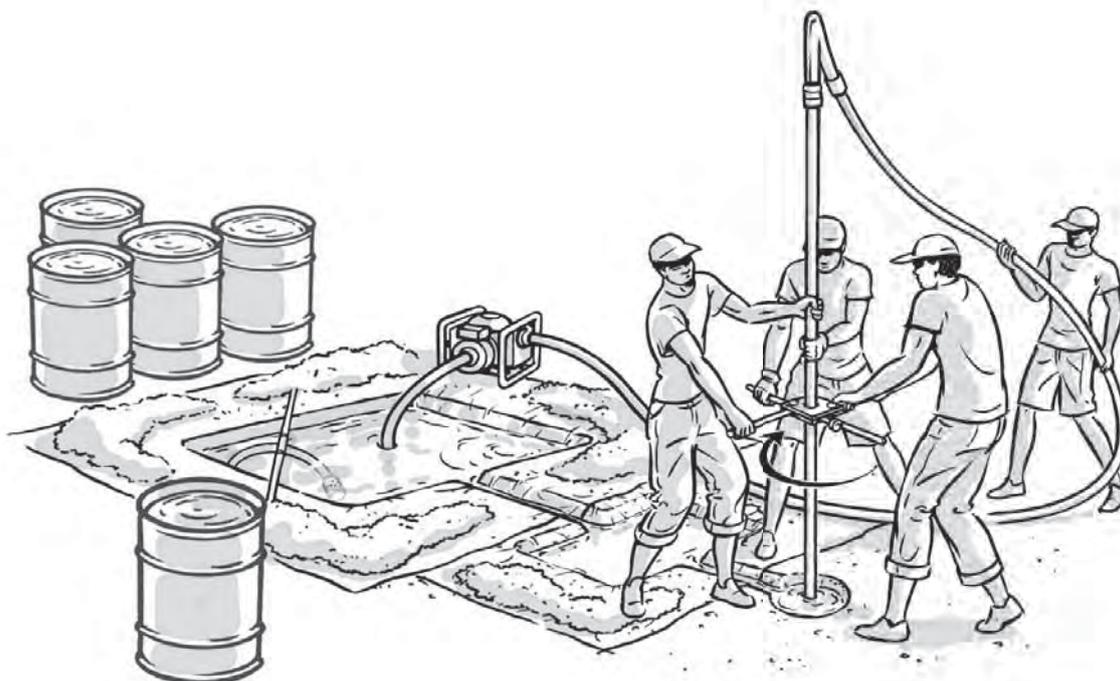
ETAPE 5 COMMENCER A FORER



La circulation de l'eau

Démarrer la motopompe et commencer à pomper l'eau du bassin jusqu'à l'allonge. Une circulation constante de l'eau est ainsi créée.

2 à 4 membres de l'équipe tiendront le manche de rotation. 1 membre de l'équipe maintient l'alignement de la tête d'injection avec le tuyau de refoulement pour empêcher le tuyau de s'enrouler autour de l'allonge lorsque le manche est tourné.



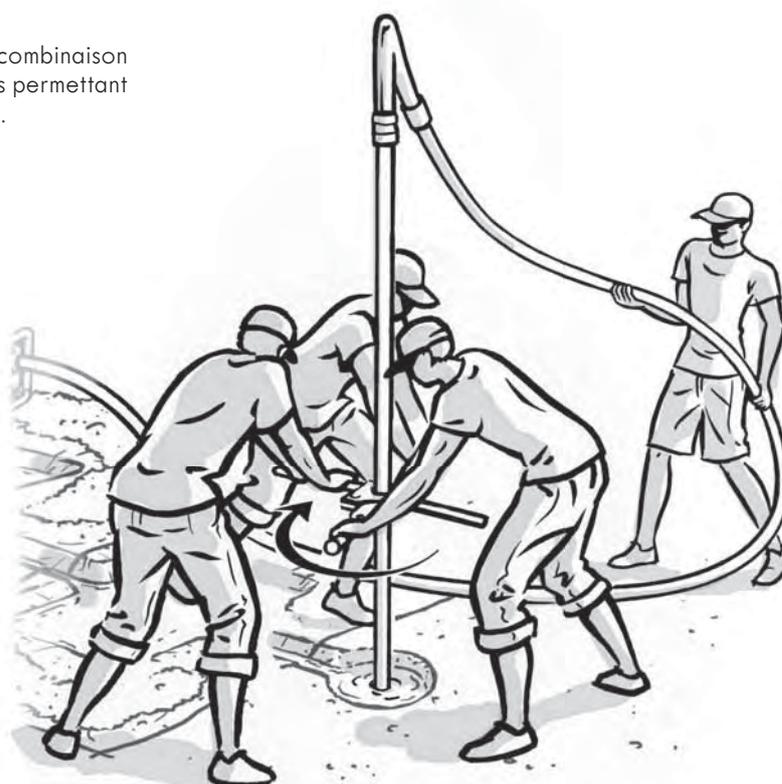
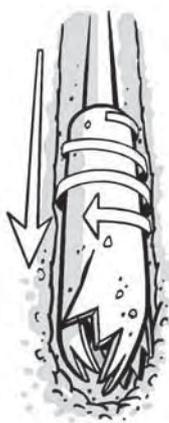
Forer un trou vertical!

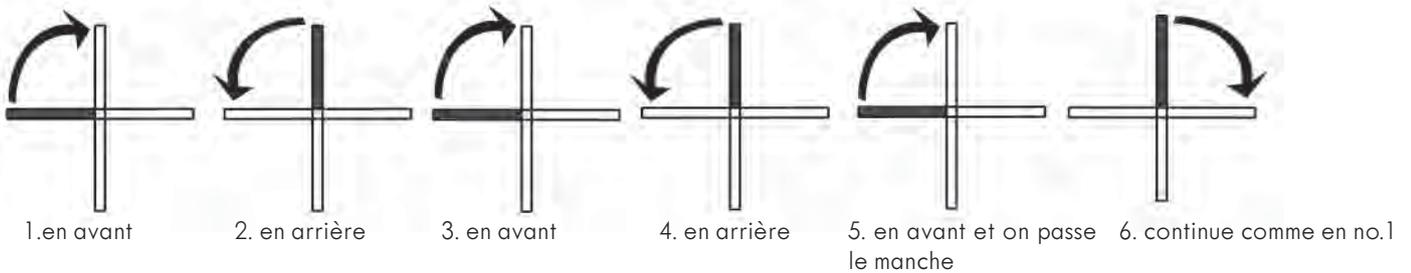
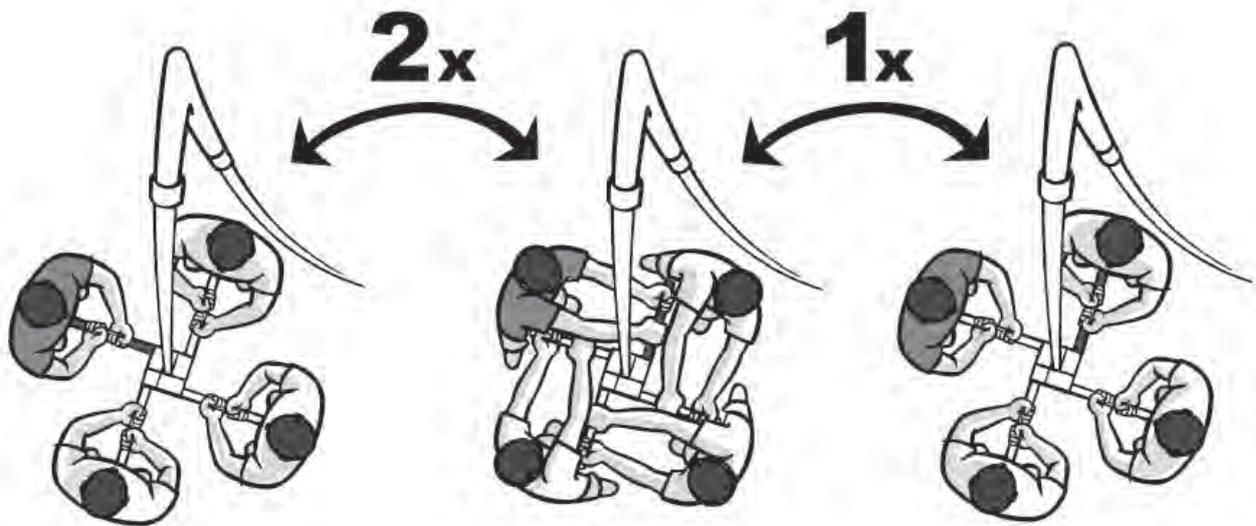
Commencer par forer lentement. Dans les premiers mètres de fonçage, 2 foreurs doivent observer l'allonge depuis des angles de vue différents afin de s'assurer de la verticalité de celle-ci (si seulement 1 foreur vérifie la verticalité de l'allonge, il y a de fortes chances pour que le trou ne soit pas droit).

Un forage qui n'est pas vertical engendrera des problèmes au moment de l'installation du tubage et de la mise en place de la pompe à main.

Comment forer ?

Le mouvement exercé sur l'outil de forage est une combinaison de rotations et de pressions verticales vers le bas permettant ainsi à l'outil de forage de briser et couper le sol.





Le mouvement de rotation

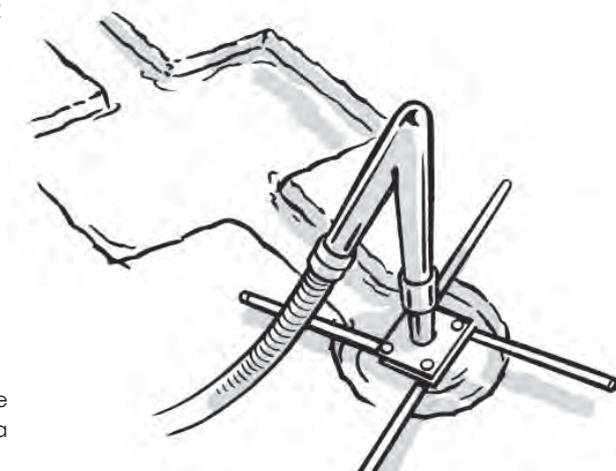
- 1) Chaque membre de l'équipe tourne d'un quart de tour le manche dans le sens des aiguilles d'une montre. Puis, il le tourne en arrière jusqu'à la position initiale. Ceci est exécuté 2 fois consécutivement.
- 2) Ensuite, il tourne une fois de plus le manche et le passe au membre de l'équipe situé à sa gauche.

Répétez ces 2 étapes de façon ininterrompue. Au cours de ces mouvements, le poids corps est utilisé pour pousser le manche vers le bas.

Astuce!

Toujours utiliser le manche de rotation, même quand le fonçage s'exécute très rapidement dans des sols tendres. Continuez à tourner et à appuyer sur le manche. Cela laisse suffisamment de temps aux particules du sol pour remonter à la surface du trou. En procédant ainsi, les allonges et l'outil de forage ne se coinceront pas.

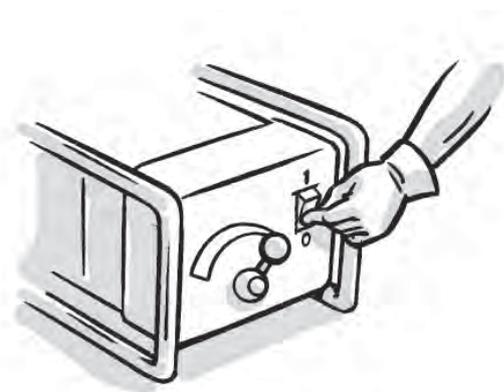
ETAPE 6 FAIRE UNE POSE & AJOUTER UNE NOUVELLE ALLONGE



Faire une pause

Poursuivre le fonçage jusqu'à ce que le manche de rotation atteigne la tête d'injection et qu'il arrête sa descente à la surface du sol.

Conserver les allonges dans cette position (ne pas forer plus en profondeur!) et laisser l'eau circulée en permanence. Cela va laver et faire remonter tous les débris hors du trou.



Arrêter la motopompe

Assurez-vous que TOUS les débris soient évacués du trou. Vérifiez que l'eau qui s'écoule à la surface du forage est 'propre'.

C'est alors seulement à ce moment là que le moteur de la motopompe peut être couper (et arrêter la circulation d'eau).

Lorsque des additifs de forage sont utilisés et qu'il a peu de perte d'eau par infiltration alors la motopompe peut être arrêté en toute sécurité.



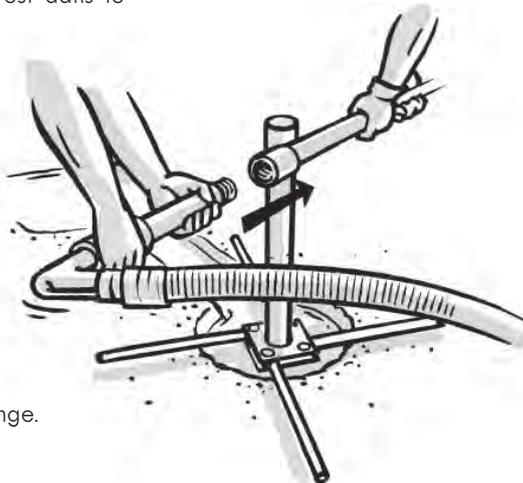
Curer les bassins de décantation

Une fois que la motopompe est arrêtée, les débris (ou cuttings) peuvent être évacués des deux bassins. Faites attention à ne pas endommager la bâche plastique avec votre pelle lorsque vous curer les bassins.



Ajouter une allonge supplémentaire

Retirer la tête d'injection de l'allonge qui est dans le trou.



Fixer la tête d'injection sur une nouvelle allonge.



Assembler cette nouvelle allonge sur celle qui est dans le trou du forage.

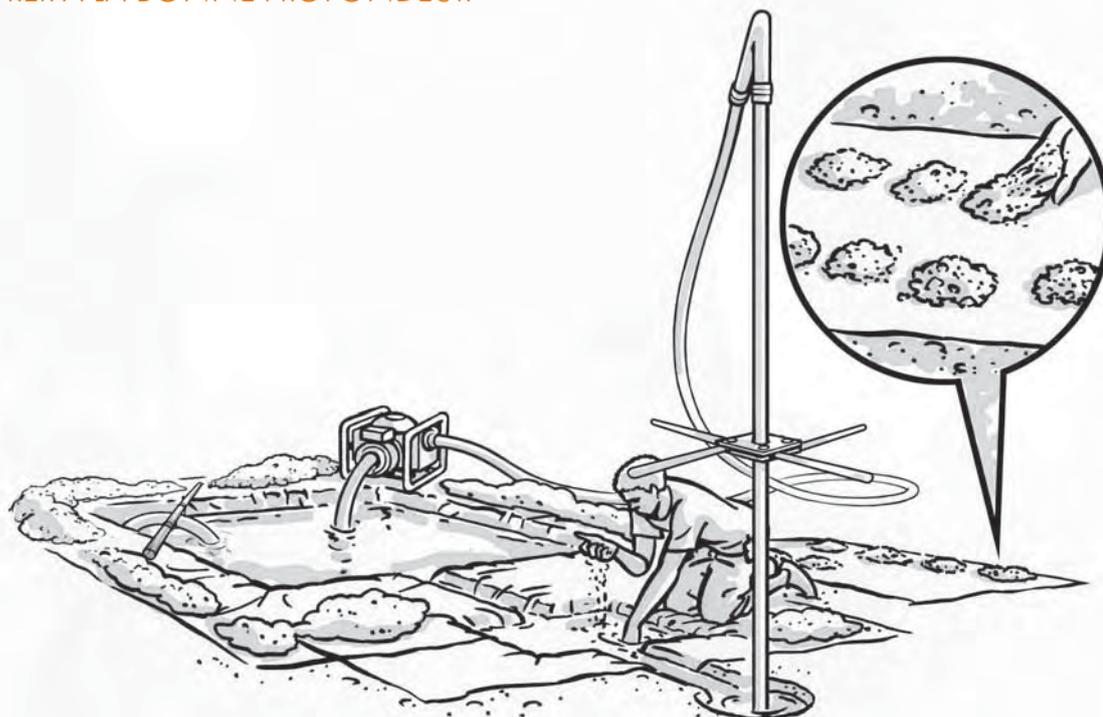
Puis, fixer le manche de rotation à bonne hauteur sur la nouvelle allonge et remettez en marche la motopompe pour continuer le forage.

Astuce!

Conserver en permanence le trou du forage rempli d'eau !

Une erreur fréquemment commise est d'arrêter la motopompe et aller déjeuner sans surveiller le niveau de l'eau dans le trou. Lorsque vous revenez, le niveau de l'eau dans le trou a baissé, le trou s'est effondré et votre équipement est perdu!

ETAPE 7 FORER A LA BONNE PROFONDEUR



Prendre des échantillons de sol

Prélever un échantillon du sol foré à chaque mètre ou à chaque fois qu'une nouvelle allonge est ajoutée. Prélever l'échantillon de sol provenant de la partie supérieure du petit bassin de décantation (attention le sol peut être mélangé). Sinon, vous pouvez prendre l'échantillon de sol à la sortie du trou du forage.

La bonne profondeur du forage

Poursuivre le forage jusqu'à ce que vous ayez atteint la profondeur finale. La profondeur finale du forage est atteinte lorsque vous avez traversé une couche de sable grossier / gravier sur au moins 4 mètres.

Astuce!

Il est très important de disposer tous les échantillons sur un morceau de plastique et de noter la profondeur.

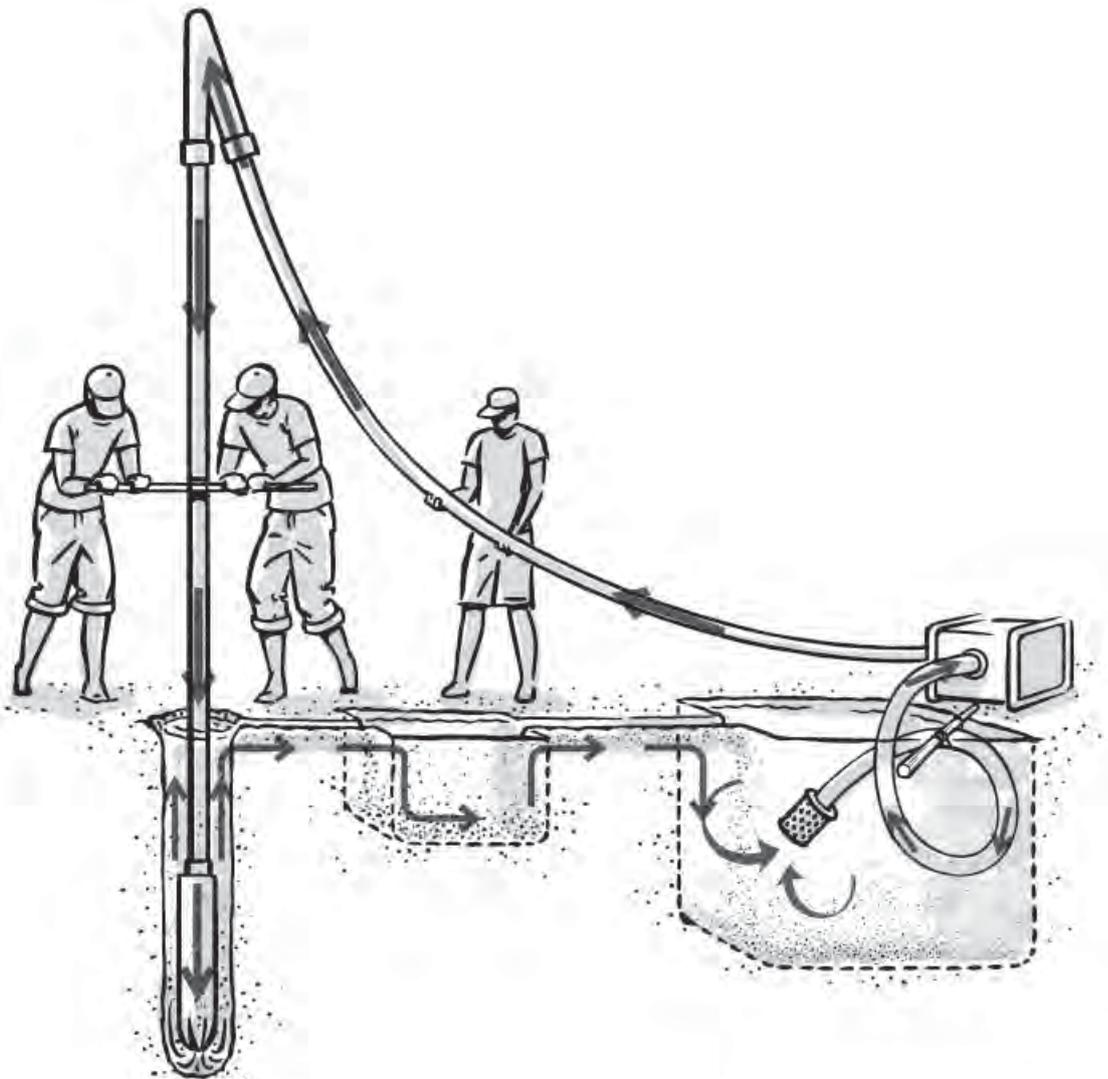
ETAPE 8 LES DERNIERES ETAPES

Continuer à l'étape suivante seulement si vous avez atteint la profondeur finale de forage.

Laver le trou du forage

L'étape suivante consiste à nettoyer (faire remonter à la surface) TOUS les débris du trou du forage !

Conservé les allonges dans leur position (ne pas foncer plus profond!). Et laisser l'eau circuler sans interruption pendant environ 5 minutes. Cela lavera tous les débris du trou du forage.



Arrêter la motopompe

Continuer à faire circuler l'eau jusqu'à ce que tous les débris aient été retirés du trou. Vérifiez si l'eau qui sort du trou du forage est 'propre'.

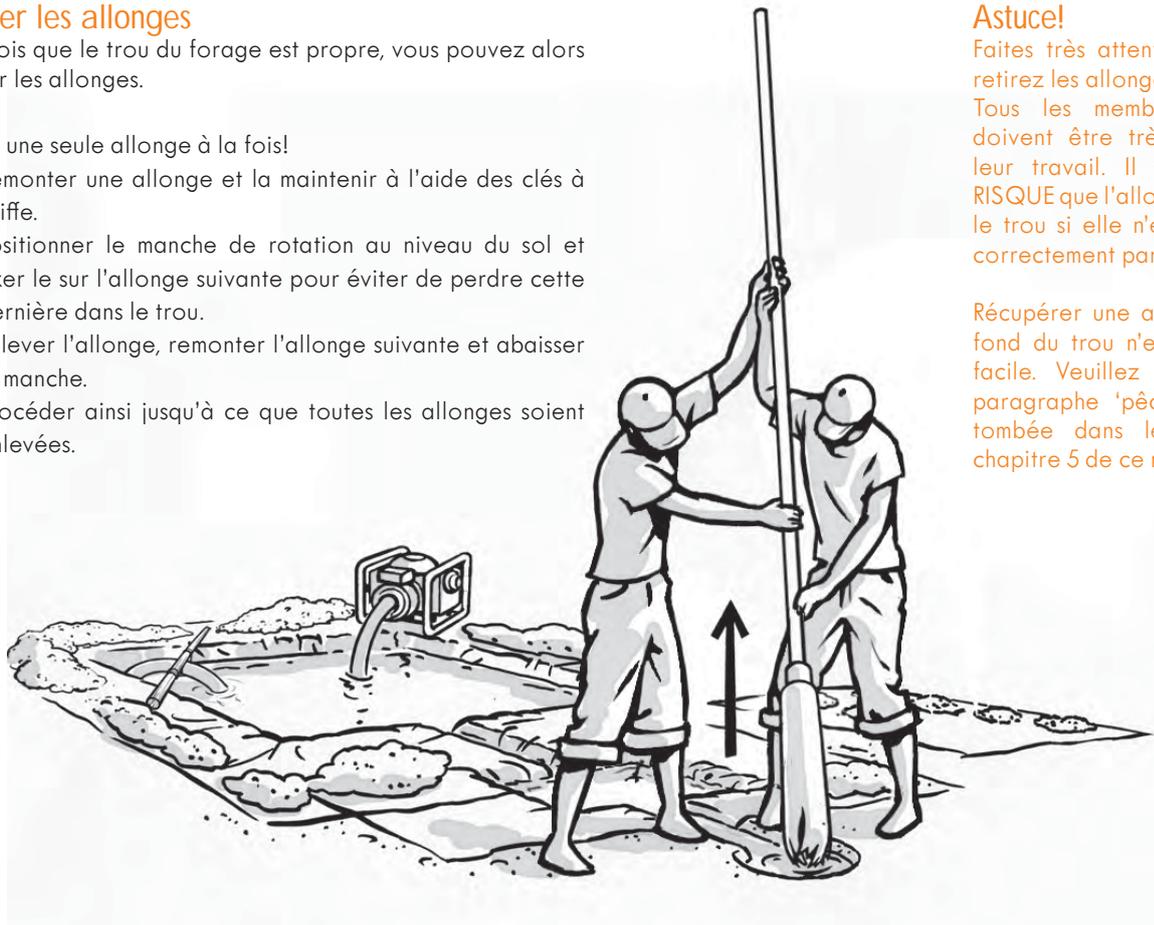
C'est seulement à ce moment là que l'on peut arrêter la motopompe (et arrêter la circulation de l'eau).

Retirer les allonges

Une fois que le trou du forage est propre, vous pouvez alors retirer les allonges.

Sortir une seule allonge à la fois!

1. Remonter une allonge et la maintenir à l'aide des clés à griffe.
2. Positionner le manche de rotation au niveau du sol et fixer le sur l'allonge suivante pour éviter de perdre cette dernière dans le trou.
3. Enlever l'allonge, remonter l'allonge suivante et abaisser le manche.
4. Procéder ainsi jusqu'à ce que toutes les allonges soient enlevées.



Astuce!

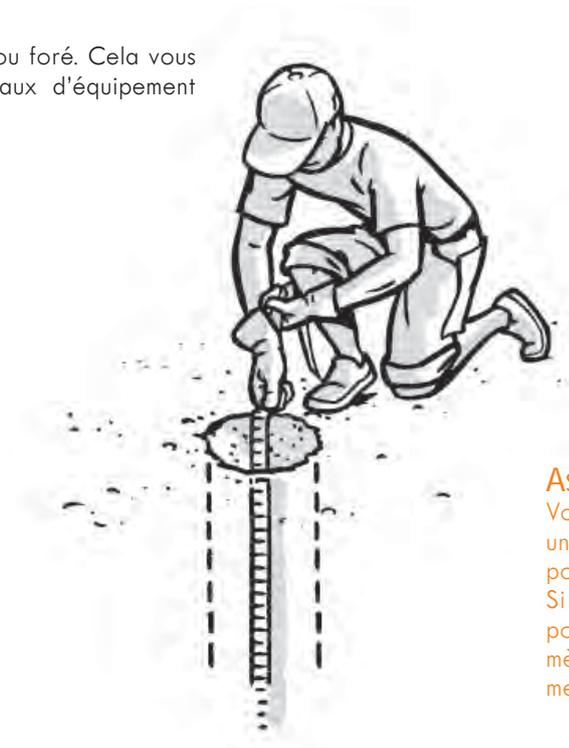
Faites très attention lorsque vous retirez les allonges !

Tous les membres de l'équipe doivent être très concentrés sur leur travail. Il y a toujours un RISQUE que l'allonge retombe dans le trou si elle n'est pas maintenue correctement par la clé à griffe !

Récupérer une allonge perdue au fond du trou n'est pas une chose facile. Veuillez vous référer au paragraphe 'pêcher une allonge tombée dans le trou' dans le chapitre 5 de ce module.

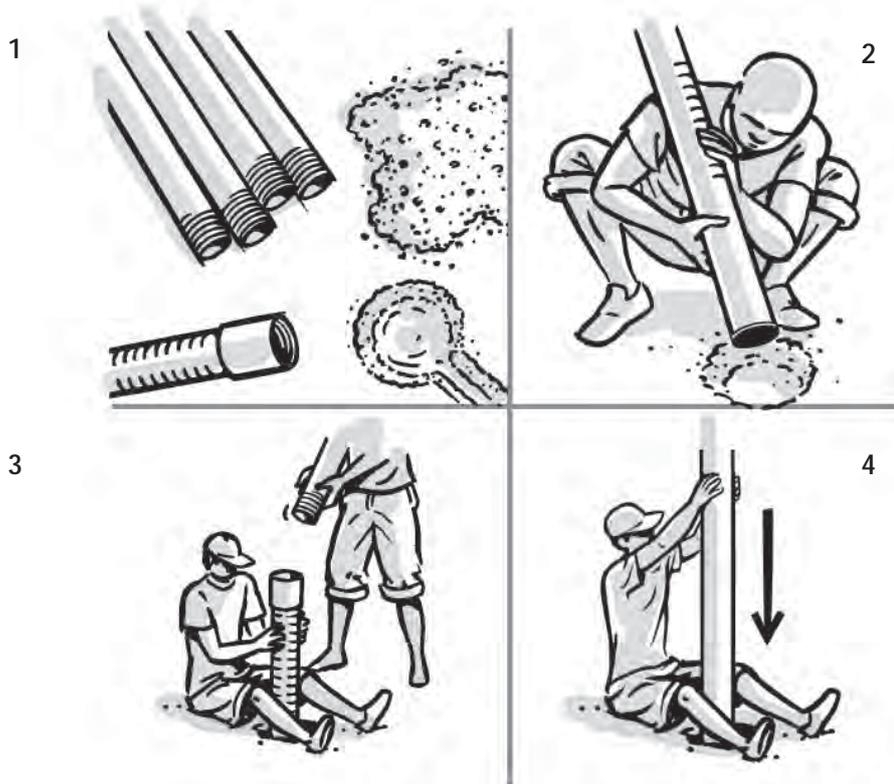
Mesurer la profondeur du trou

Mesurer précisément la profondeur du trou foré. Cela vous informe de la longueur totale des tuyaux d'équipement nécessaires.



Astuce!

Vous pouvez utiliser une corde ou un mètre à ruban lesté d'un petit poids pour mesurer la profondeur. Si vous utilisez une corde, vous pouvez faire un nœud à chaque mètre pour faciliter la lecture de la mesure.

**Astuce!**

Assurez-vous toujours que quelqu'un maintient fermement le tuyau d'équipement pour éviter qu'il ne tombe dans le trou.

Installation du tuyau d'équipement en PVC

Avant de commencer l'équipement du forage, préparer la crépine, le décanteur et les tuyaux PVC (1).

Faire descendre la crépine dans le trou (2). Puis, visser ou coller le premier tuyau PVC sur la crépine (3). Descendre le tuyau dans le trou (4). Et, ajouter les tuyaux PVC un par un.

Rincer et nettoyer le forage et la crépine

Quand le tubage et la crépine sont installés, ils doivent être nettoyés et rincés à l'eau claire.

Verser de l'eau propre à l'intérieur du tubage pour permettre à l'eau boueuse de déborder par le trou du forage. Lorsque l'eau qui s'évacue du trou du forage est propre alors le nettoyage est terminé. Ensuite on peut procéder à la mise en place du massif filtrant.



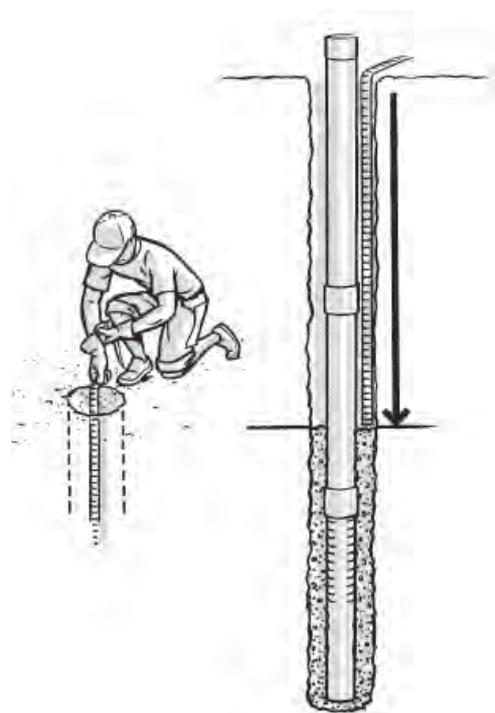


Le massif filtrant

Commencez à verser lentement le massif filtrant tout autour du tubage. Pour faciliter la descente du massif, vous pouvez secouer le tubage PVC de part et d'autre du trou.

Mesure de la profondeur du massif filtrant

Mesurez régulièrement la profondeur du massif filtrant afin de s'assurer qu'il soit au bon emplacement. Remplir l'espace annulaire entre le tubage et la paroi du trou sur une hauteur d'au moins 1-2 m au-dessus du haut de la crépine.



Le remblai

Après avoir mis en place le massif filtrant, vous devez installer un joint d'étanchéité sanitaire et combler le trou avec le remblai.

Une fois le forage terminé

N'oubliez pas de couvrir la tête du tubage PVC lorsque le forage est terminé et que vous quittez le chantier! Vous pouvez soit installer un bouchon en PVC ou bien emballer l'extrémité du tubage avec de la chambre à air. Ainsi, on s'assure que rien ne peut tomber à l'intérieur du forage avant l'installation de la pompe.

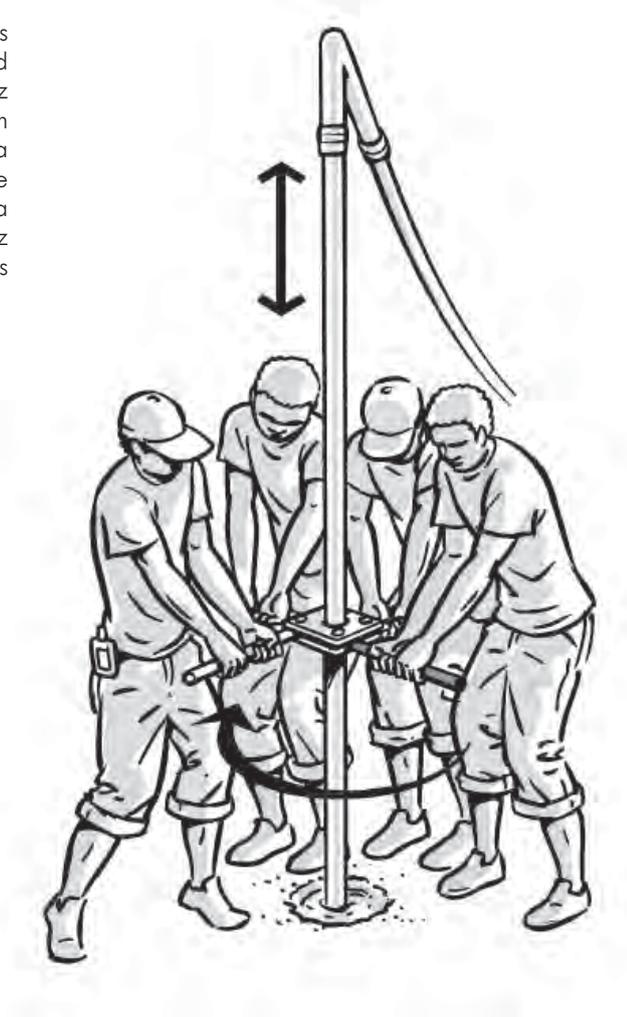


5. SITUATIONS PARTICULIERES ET ERREURS FREQUENTES

Forer dans les sols compactes

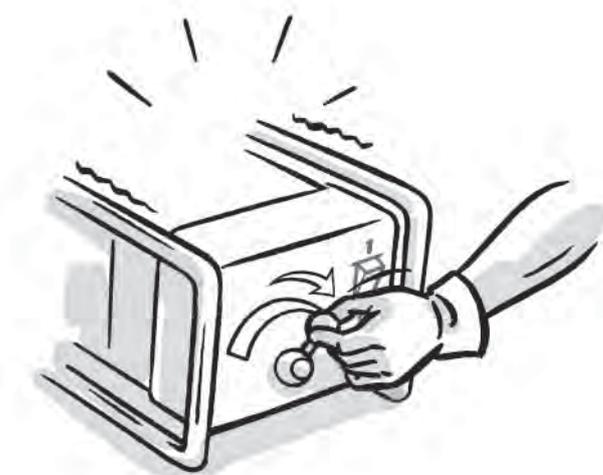
Si une fine couche compactée de sable ou d'argile est rencontrée, il est possible de la traverser par un mouvement de percussion avec le train de tiges.

Soulevez le manche et l'allonge de 30 cm. Puis laissez-les retomber au fond du trou. L'outil de forage va frapper le fond du trou et brisera la formation compactée. Recommencez l'opération en ayant cette fois fait tourner le manche d'un quart de tour dans le sens des aiguilles d'une montre. Cela va changer la position des dents de l'outil de forage. Le membre de l'équipe sur votre gauche prend le relais en saisissant la partie du manche que vous aviez précédemment. Puis laissez tomber à nouveau l'allonge. Continuez ces mouvements jusqu'à ce que vous ayez passé la couche compactée.



Repêcher une allonge tombée dans le trou

Quand une allonge est retombée dans le trou du forage par accident, il convient de la récupérer rapidement! Faites descendre votre allonge lentement dans le trou du forage et essayez de 'trouver' le bout de l'allonge perdue. Essayez avec précaution de visser votre allonge avec celle perdue dans le trou. Puis soulevez lentement les tuyaux de nouveau.



Les courtes pauses

Si vous devez faire une courte pause pour une raison quelconque (par exemple quelques minutes de repos), vous pouvez réduire la vitesse de la motopompe. Cela vous permet de conserver la circulation de l'eau sans forer plus profondément.

N'oubliez jamais!!

1. Conservez tout le temps votre trou rempli d'eau.
2. Choisissez toujours un site au moins à 30 mètres d'une latrine et des autres sources de pollution.
3. Si vous faites une pause assez longue (par exemple pour aller déjeuner), soulevez du trou du forage les allonges de quelques mètres. Cela évitera au train de tiges de se coincer dans le trou.
4. Toujours prélever des échantillons de sol. Placez-les sur un film plastique et notez la profondeur. Cela aidera à déterminer la profondeur de votre forage.
5. Toujours placer la crépine du tubage dans la couche la plus épaisse de sable grossier ou de gravier.
6. Utilisez un décanteur (tuyau PVC plein) en dessous de votre crépine pour recueillir toute les particules fines qui pénètrent dans le forage.
7. A titre d'indication, la longueur de la crépine doit d'être d'au moins 3 mètres.
8. Lorsque le fonçage est très rapide (1 mètre en 5 minutes ou moins), conserver toujours le mouvement de rotation du manche et diminuer la vitesse de fonçage. Quand une grande épaisseur de sol est forée trop rapidement, il y a un risque pour que vos allonges se coincent.
9. Lorsque le forage est terminé et que vous quittez le site, n'oubliez pas de couvrir l'extrémité du tubage PVC! Vous pouvez soit installer un bouchon en PVC ou bien emballé l'extrémité du tubage avec de la chambre à air. Ainsi, on s'assure que rien ne peut tomber ou être jeté (par des enfants) à l'intérieur du forage.

La maintenance des outils

- o Prenez soin de vos allonges ! Conservez leur filetage propre et appliquez-y un peu de graisse. Protégez les filetages avec un capuchon en PVC, ou un autre moyen de protection, en particulier pendant le transport pour éviter d'endommager les filetages.
- o Affutez les dents de l'outil de forage (tarière) en utilisant une meuleuse.
- o Vérifiez l'état des soudures des manchons des allonges, de la tête d'injection et du manche de rotation.
- o Examinez l'état de vos tuyaux flexibles, si vous trouvez une fuite, réparez là avec de la chambre à air.
- o Vérifiez régulièrement l'état des vos allonges (rectitude et fuite).
- o Faites régulièrement la maintenance de votre motopompe (vidange).
- o Vérifiez que votre boîte à outils est complète sinon achetez et remplacez ceux qui manquent.

6. LE LANCAGE A L'EAU RAPIDE

Le lancement rapide est particulièrement bien adapté pour les maraîchers ou les ménages qui veulent un forage à très faible coût destiné à l'irrigation ou à l'eau potable. Mais cette technique est également utilisée dans de nombreux endroits pour augmenter la productivité des puits creusés à la main. Le lancement rapide est généralement utilisé dans les zones où la nappe est peu profonde (à moins de 5 mètres de la surface) et dans des sols sableux comme dans les rivières, les zones côtières et les zones d'épandage des rivières. Dans ces zones, il est possible de forer au lancement rapidement sans avoir recours, au mouvement de rotation, à un outil de

forage spécial, aux additifs et à la circulation de l'eau (pas de bassin de décantation). Cette technique est également appelée «washbore» ou «lancement direct». La profondeur de forage maximum est de 6-10 mètres. Ce chapitre présente une description générale de la technique mais il existe de nombreuses variantes du lancement rapide adaptées à des situations particulières.

ETAPE 1 PREPERATION

L'équipement nécessaire:

- 5 fûts (200l) rempli d'eau (ou un bassin creusé d'une capacité d'1m³)
- Un tuyau d'aspiration avec sa crépine et un tuyau souple de refoulement
- Une motopompe
- Un tuyau de lancement: un simple tuyau PVC de diamètre 50 mm et d'une épaisseur d'au moins 4mm
- Un raccord entre le tuyau de refoulement et le tuyau de lancement: un coude PVC à 45 degrés
- Une tarière manuelle classique
- Un tubage PVC: tuyau PVC de 63 à 100 mm de diamètre

Raccorder le tuyau d'aspiration et le tuyau de refoulement à la motopompe et connecter le tuyau de refoulement au tuyau de lancement. Avec le lancement rapide, les bassins de décantation ne sont pas nécessaires. Seul un avant trou est creusé.

Creuser l'avant trou

Forer un avant trou de 2 mètres de profondeur avec une tarière manuelle.



ETAPE 2 FAIRE UN FONCAGE TEST

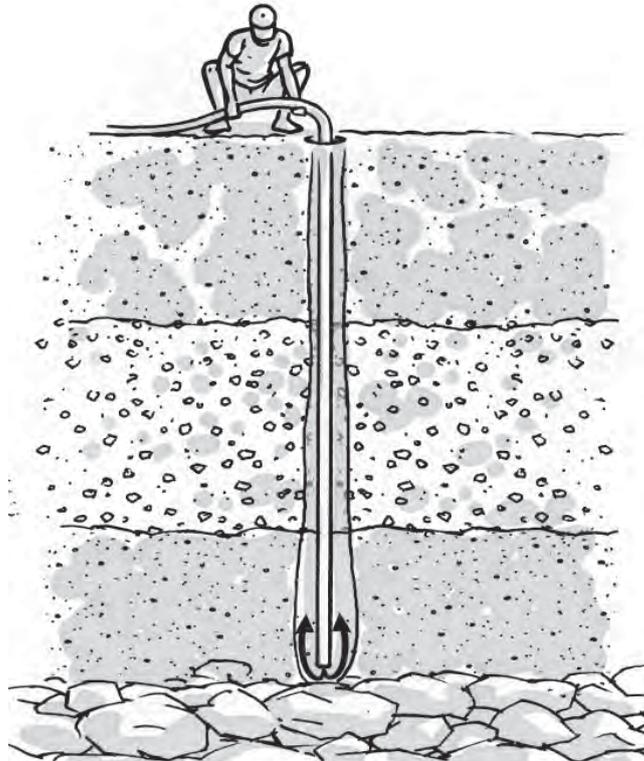
Qu'est ce qu'un fonçage test?

Un fonçage test est un forage rapide (jusqu'à une profondeur maximale de 10 mètres ou sur toute la longueur de votre tuyau de lancement). Un fonçage test est fait pour identifier et déterminer la profondeur d'une couche de sable grossier ou de gravier. C'est à cette profondeur que la crépine sera installée au moment du fonçage final. Après ce rapide fonçage test, le tuyau de lancement est retiré du trou foré.



Faire un fonçage test

Démarrez la motopompe. Lorsque l'eau est refoulée, placez le tuyau de lancement dans l'avant trou. Maintenant, faites descendre votre tuyau de lancement sur toute sa longueur.



Trouver la bonne couche perméable

Lors de la descente du tuyau de lancement, il est possible que vous entendiez un bruit de cliquetis. Cela provient des matériaux qui frottent sur le tuyau de lancement. Ce bruit indique dans quelle mesure les matériaux sont grossiers. Ce bruit sera plus prononcé dans une couche de gravier que dans une couche de sable.

Astuce!

Assurez-vous que l'extrémité du tuyau d'aspiration (avec la crépine) soit TOUJOURS plongée SOUS l'eau dans le fût ou le bassin! N'arrêtez PAS la motopompe au cours du fonçage!

Comment s'assurer du pompage permanent de l'eau;

- o Assurez-vous d'avoir une bonne chaîne humaine qui sera en mesure de remplir le fût avec des seaux pendant la durée du fonçage.
- o S'il n'y a personne qui puisse vous aider à remplir le même fût, vous pouvez creuser un réservoir/ bassin de 1m³.

Astuce!

Prélevez des échantillons de sol et notez la profondeur de la couche de matériaux grossiers.

N'arrêtez pas le pompage!



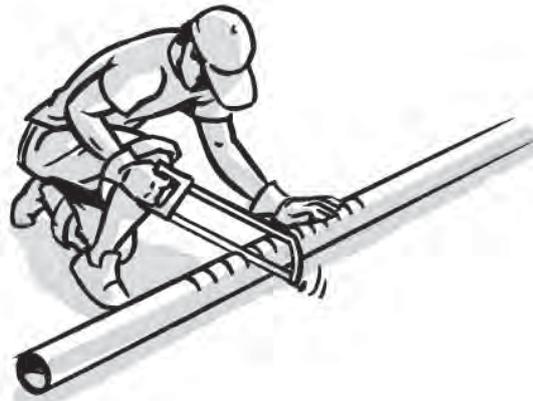
Remonter le tuyau de forçage

Conservez la motopompe en marche et remontez le tuyau de lançage. Puis arrêtez la motopompe.

ETAPE 3 PREPARATION DE LA CREPINE ET DU TUYAU D'EQUIPEMENT

Une fois que vous avez déterminé la profondeur de forçage vous pouvez préparer la crépine et le tubage du forage :

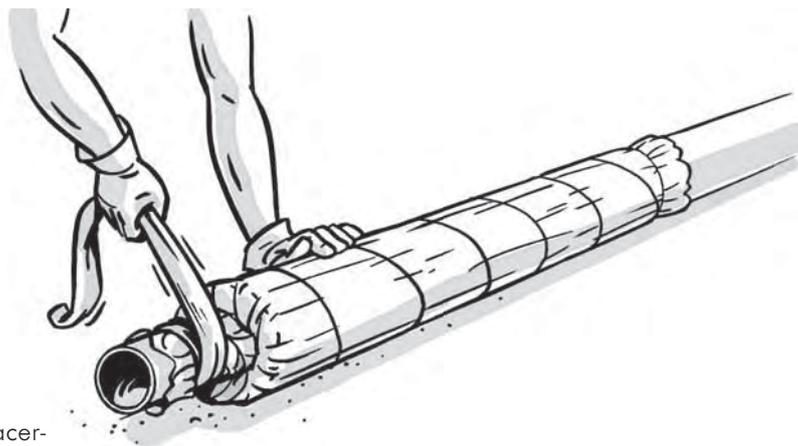
Prendre un tuyau PVC et fabriquer une crépine artisanale. La longueur de la crépine va dépendre de la taille du sable de l'aquifère (granulométrie). A titre indicatif, la crépine peut faire de 0,5 mètre dans du gravier grossier à 3 mètres dans du sable fin, avec dans tous les cas un décanteur de 20 centimètres.



Envelopper fermement la crépine de 3 couches de géotextile. Attacher le géotextile avec du fil en nylon ou une cordelette formant une spirale.

Astuce!

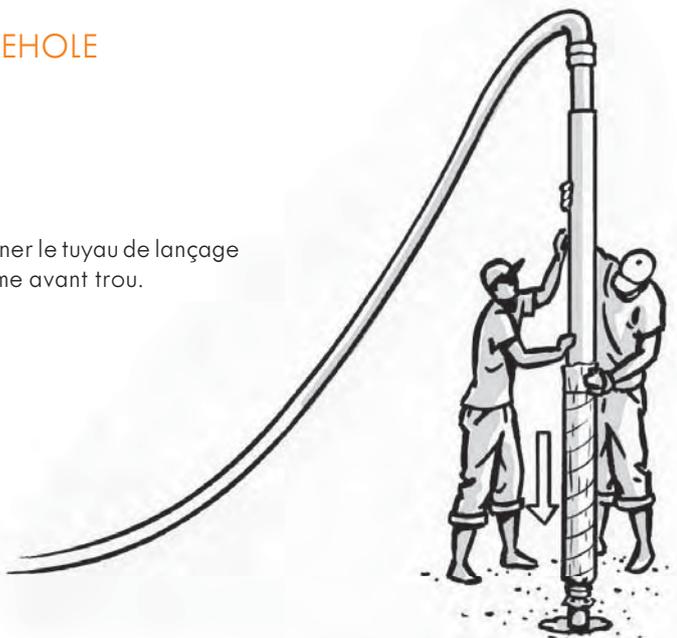
Dans le sable très grossier, vous n'avez pas besoin de géotextile et vous pouvez utiliser la crépine telle qu'elle. Dans le sable fin, la mise en place du géotextile est indispensable.



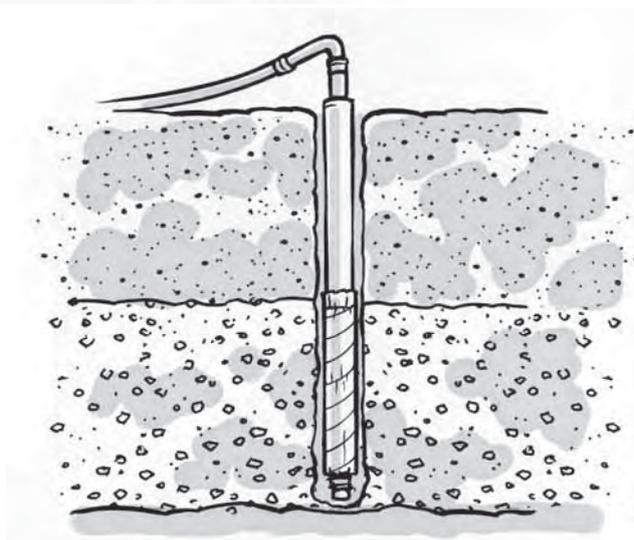
Prendre le tuyau PVC utilisé pour le fonçage test et placer-le à l'intérieur de l'ensemble tubage et crépine. Laissez le tuyau de fonçage dépassé de 15 cm à l'extrémité. Attacher fermement le géotextile au tuyau de fonçage avec de la chambre à air. Puis, attacher également le haut du tubage au tuyau PVC avec jet avec de la chambre à air.

STEP 4 DRILLING THE BOREHOLE

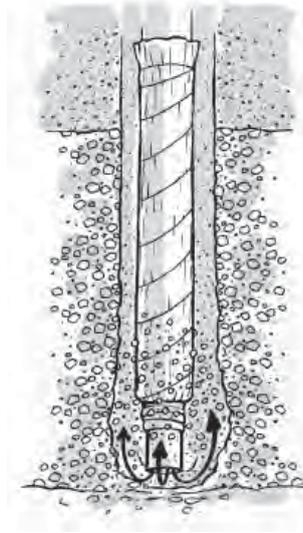
Démarrer la motopompe et positionner le tuyau de lancement attaché au tubage au dessus du même avant trou.



Faite descendre le tuyau de fonçage jusqu'à atteindre la profondeur que vous aviez identifié lors du fonçage test.



Continuer le pompage quelques instants pour laver les particules fines.

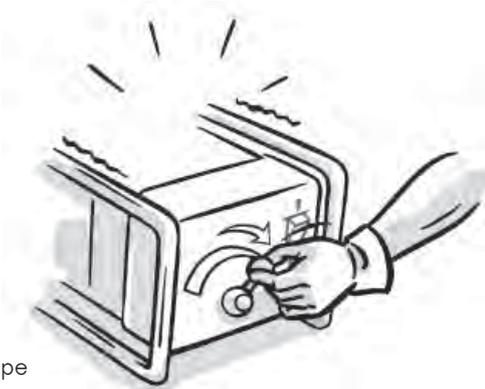


ETAPE 5 FINALISATION DU FORAGE

Créer un 'massif filtrant' naturel

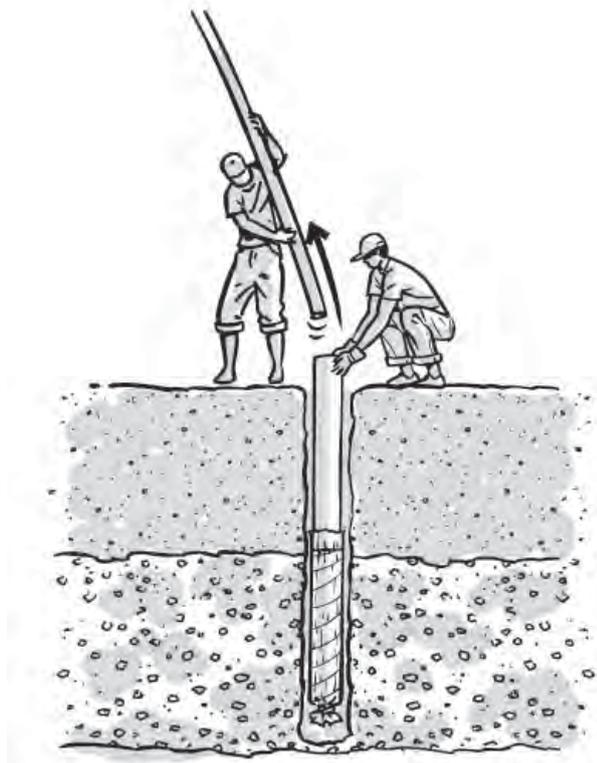
Diminuer très progressivement la vitesse de la motopompe jusqu'à ce qu'elle s'arrête.

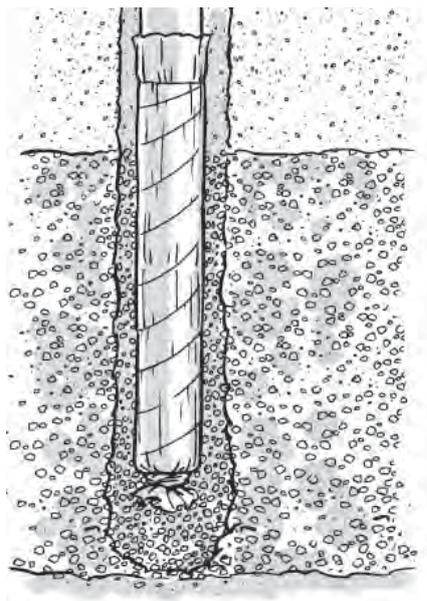
Les particules fines de sol vont remonter à la surface tandis que les particules plus grossières vont se stabiliser au fond du trou, créant ainsi naturellement un massif filtrant autour de la crépine.



Remonter le tuyau de fonçage

Maintenir le tubage en place au moment où vous faites remonter avec précaution le tuyau de fonçage.





La chambre à air viendra automatiquement fermer le géotextile au fond du tubage. Pour plus de sécurité, vous pouvez faire un bouchon de fond avec un petit sac de sable que vous déposerez au fond du forage pour en garantir la fermeture.



Remblaiement

Désormais, vous pouvez remblayer le trou avec le reste des débris.

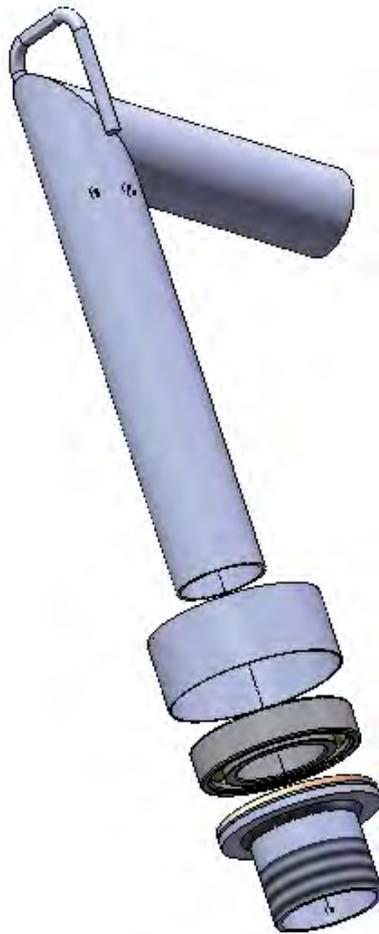
Une fois le forage terminé

N'oubliez pas de couvrir la tête du tubage PVC, lorsque le forage est terminé et que vous quittez le chantier!

Vous pouvez soit installer un bouchon en PVC ou bien emballé l'extrémité du tubage avec de la chambre à air. Ainsi, on s'assure que rien ne peut tomber ou être jeté par les enfants à l'intérieur du forage.

FORAGE AU LANCAGE A L'EAU

Module 3



LA FABRICATION DES EQUIPEMENTS DE FORAGE

1. CE QU'IL FAUT ACHETER

Ce module traite de la fabrication des équipements de forage au rotary manuel (lançage à l'eau). Ce module comprend une liste de matériel et équipements de base et l'ensemble des dessins techniques nécessaire à la fabrication des équipements. Il comprend aussi de nombreuses astuces pour faciliter la fabrication d'un jeu complet d'équipement de forage au rotary manuel.

Liste des matériaux pour la construction des équipements

Equipement	Pièce	Matériau	Dimension (mm)	Epaisseur (mm)	Quantité	Informations complémentaires
Manche de rotation	poignée	Acier galvanisé	tube Ø 35 x 400	≥ 3	4	On peut utiliser des amortisseurs de motos
	charnière	Acier galvanisé	tôle 75 x 30	8	2	
	embase	Acier galvanisé	tôle 210 x 95	15	2	
	gond	Acier galvanisé	tôle 215 x 30	8	1	
	boulon	acier	boulon M8 x 50	8	4	
	écrou	acier	écrou M8		4	
	Manette de serrage	Acier galvanisé	Fer rond 8 x 130	8	1	
	écrou	acier	écrou M10		1	
Allonge (train de tiges)	allonge	Acier galvanisé	tube 2" x 1000	5	1	L'épaisseur est importante
	allonge	Acier galvanisé	tube 2" x 6000	3	5	L'épaisseur est importante
	fer rond	Acier galvanisé	fer rond 6 x 6000	6	1	
	manchon	Acier galvanisé	manchon 2"	5	10	
Outil de forage (tarière)	tarière	Acier galvanisé	tube Ø 115 x 500	7	1	il est possible d'utiliser une tôle plus épaisse mais elle sera difficile à cintrer en cylindre
	manchon	Acier galvanisé	manchon 2"	5	1	Epaisseur entre 4-7 mm
	couvercle	Acier galvanisé	tôle Ø 100	7	1	
Tête d'injection	tube	Acier galvanisé	tube Ø 50 x 500	3	1	
	roulement	Acier galvanisé	roulement Ø 90 x Ø 50	20	1	SKF 6210
	raccord	Acier galvanisé	acier Ø 90	5	1	
	fer rond	Acier galvanisé	fer rond 6 x 550	6	1	
	couvercle du roulement	Acier galvanisé	tôle Ø 100	1	1	
		Acier galvanisé	tôle 40 x 320	1	1	
	pipe	Acier galvanisé	tuyau 2" x 50	3	1	

Liste des équipements suppléme

	Pièce	Matériau	Dimension (mm)	Epaisseur (mm)	Quantité	Informations complémentaires		
Equipement	tuyau d'aspiration	PVC annelé rigide	2"	3	2 mètres	dépend des dimensions de la motopompe à la dimension du diamètre d'aspiration		
	tuyau de refoulement	PVC souple	2"	3	5 mètres			
	crépine	métal ou plastique	2"		1			
	motopompe		3.5-4.5 HP		1		Modèle standard	
	scie à métaux				2			
	clé à griffe		24"		3		bonne qualité	
	pelle				1			
	boite à outils (complète)				1		utilisation basique (corde, colle, clés, tourne vis, mètre à ruban,...)	
	chamber à air	caoutchouc			2m			
	bâche	plastique	sheet 4000 x 6000		1		(film plastique)	
	seau	plastique	12 litres		2			
	fût	métal	200 litres		5		Dépend de la disponibilité en eau	
	huile + carburant				1 + 5 litres		En fonction de la motopompe	
	tamis		maille 1mm et 3mm		2			
	mètre artisanal	métal	tube Ø 50 x 80		3		1	
		métal	fer à béton 8 x 1000		8		1	
	matériaux	tubage PVC						diamètre dépend de la pompe et de l'usage des utilisateurs
		additif de forage					1 sac	la marque varie en fonction du pays
massif filtrant			1 mm and 3 mm		50 kg			

2. ASTUCES ET CONSEILS POUR LA CONSTRUCTION

Lisez les conseils suivants en ayant en main les dessins techniques situés à la fin de ce module. Ces quelques conseils vous aideront à fabriquer les allonges, l'outil de forage (tarière) et l'outil de mesure. Les autres équipements peuvent être réalisés simplement avec les dessins techniques comme support.

ASTUCES POUR CONSTRUIRE LES ALLONGES

(Se référer aux dessins techniques n° : 003 & 004)



Les allonges (train de tiges)

Quand l'épaisseur des tuyaux galvanisés disponibles est faible, les allonges sont bon marché et faciles d'utilisation (car légères). Mais lorsqu'elles sont utilisées de façon intensive, elles ont tendance à se casser au niveau des filetages! Pour surmonter ce problème :

- Visez un manchon standard en acier sur l'une des extrémités du tuyau de faible épaisseur et soudez-le.
- Soudez un petit morceau de tube plus épais préalablement fileté sur l'autre extrémité du tuyau galvanisé de faible épaisseur.

Comment souder le manchon?

Le tube de faible épaisseur doit être fileté à l'une de ces extrémités. Puis, visez complètement le manchon en acier sur le tube et soudez l'ensemble.

Comment souder le morceau de tube épais?

Prenez un petit morceau de tube galvanisé assez épais et filetez l'une de ces extrémités. Maintenant, soudez l'autre côté sur le tube de faible épaisseur. Attention : il est très important que les deux parties soudées soient parfaitement alignées et rectilignes !

Astuce:

Un bon moyen de s'assurer d'un parfait alignement est d'utiliser un gabarit pour faire la soudure (voir illustration ci-dessus). Le gabarit est constitué de deux cornières en fer soudées sur un support solide (1). Le tuyau galvanisé de faible épaisseur (2) et le morceau de tube épais peuvent maintenant être placés sur le gabarit (3). Rapprochez les 2 pièces l'une de l'autre (4). Puis, soudez l'ensemble sur toute la surface de contact (5). Cela permet de garantir l'alignement de l'ensemble.

Astuce:

Assurez-vous que les filetages sont protégés par de la graisse au moment où vous soudez pour éviter les projections de métal en fusion sur ces derniers, ce qui rendrait difficile ensuite leur assemblage.

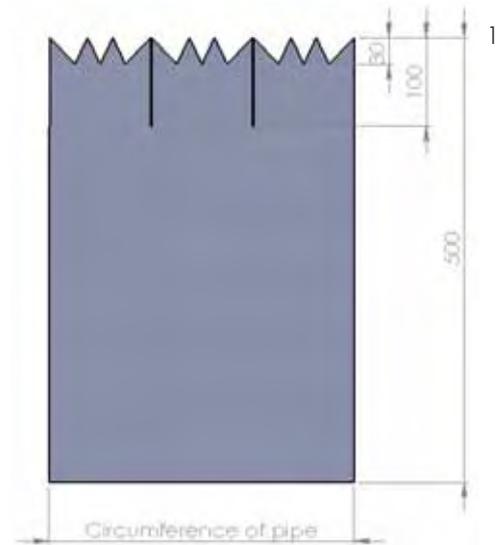
ASTUCE POUR LA CONSTRUCTION DE L'OUTIL DE FORAGE

(Se référer aux dessins techniques n°: 005 & 006)

Si le tube de 115 mm de diamètre et de 7 mm d'épaisseur n'est pas disponible sur le marché ou chez les ferrailleurs, il existe d'autres façons de fabriquer la tarière (outil de forage).

Essayez d'abord de trouver quelque chose de similaire à un tube de diamètre compris entre 110 - 120 mm et d'une épaisseur entre 5-7 mm.

Si cela n'est pas possible, essayez de trouver une plaque d'acier galvanisé de 500 x 350 mm avec une épaisseur de 5-7 mm. Un forgeron devrait être capable de chauffer cette plaque et de la cintrer pour en faire un cylindre, mais cela prend beaucoup plus de temps.



1



2

Le construire à partir d'une plaque en acier

Utiliser une disqueuse pour faire deux entailles de 100 mm et pour découper les dents de la tarière (1). Chauffer et cintrer la plaque en acier en forme de cylindre. Puis, tordre les trois parties comme montré sur l'illustration à droite.

Le construire à partir d'un tube en acier

- utiliser une disqueuse pour faire trois entailles de 100 mm.
- faire les dents.
- tordre les trois parties comme montré sur l'illustration (2) et le dessin technique.

ASTUCES POUR FABRIQUER L'OUTIL DE MESURE

Prendre 35 mètres de corde (6 mm) et faire un nœud à chaque mètre.

Option 1: mesure de la profondeur du niveau statique. Utiliser un petit morceau de tube (\varnothing 50 x 80 mm) et boucher l'un de ces cotés en soudant une petite plaque. Percer cette plaque pour attacher la corde.

Option 2: mesure de la profondeur du massif filtrant. Prendre la même corde et enlever le petit morceau de tube de l'option 1. Attacher-y une barre de fer à béton (\varnothing 6 x 1000 mm).



3. LES DESSINS TECHNIQUES

Tête d'injection

Dessins 007, 008



Allonge (train de tiges)

Dessins 003, 004



Manche de rotation

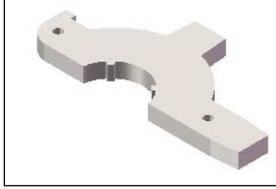
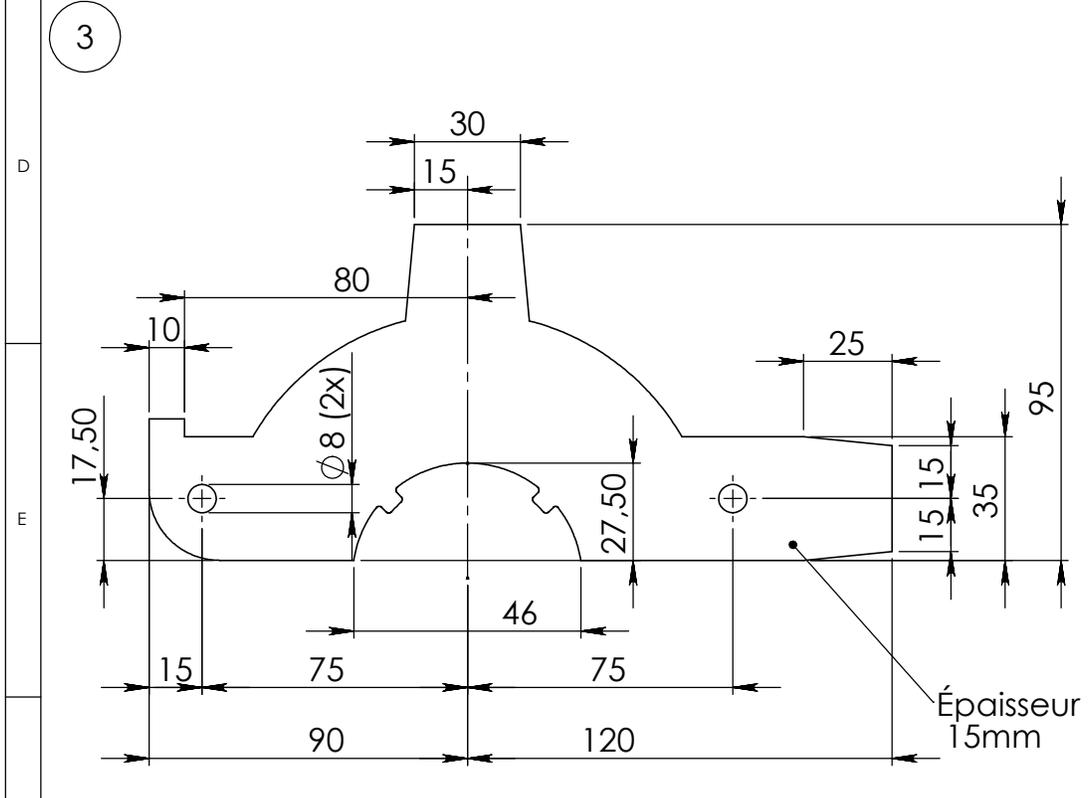
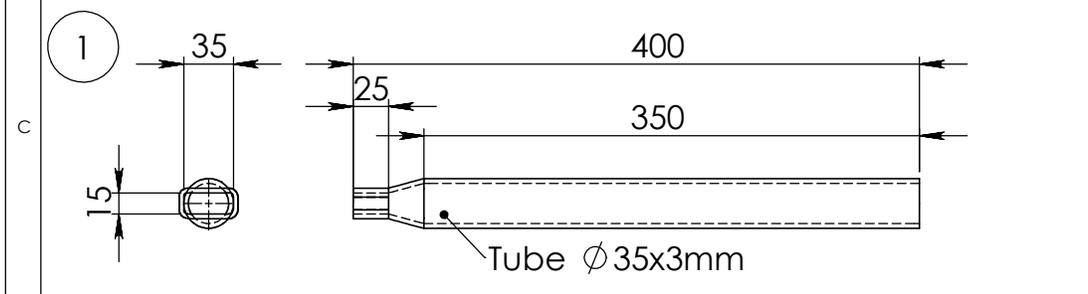
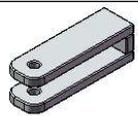
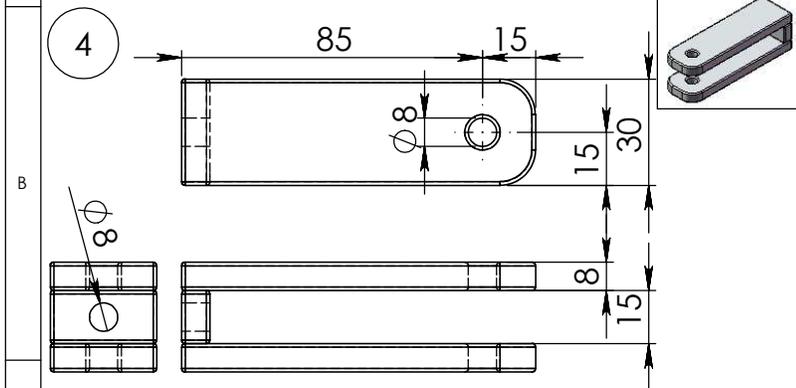
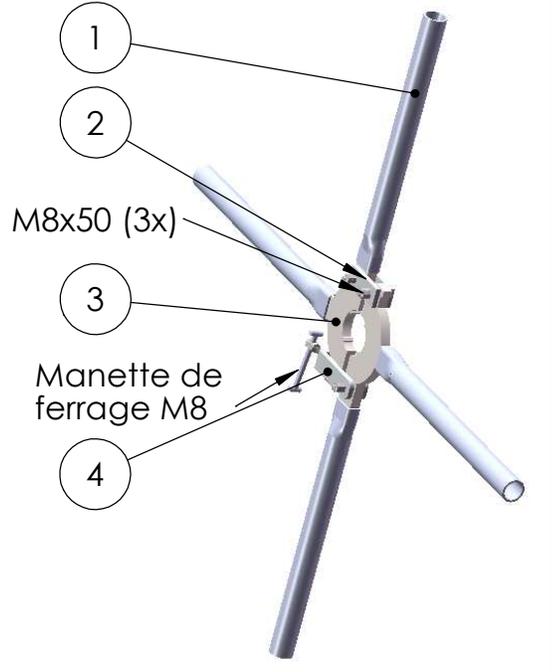
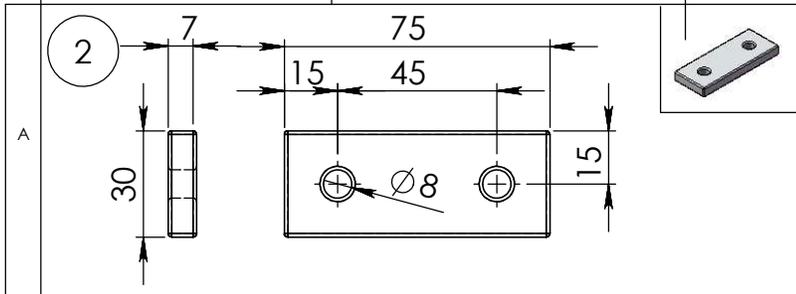
Dessins 001, 002



Outil de forage

Dessins 005, 006





F	01	Manche
	02	Charnière
	03	Embase
	04	Gond



TITRE: **Manche de rotation**

DESSIN DE: Don de Koning

DATE: 01-06-2010

VERSION: Final v1.0

DWG NO. **001**

ECHELLE: **1:2**

A4

1

2

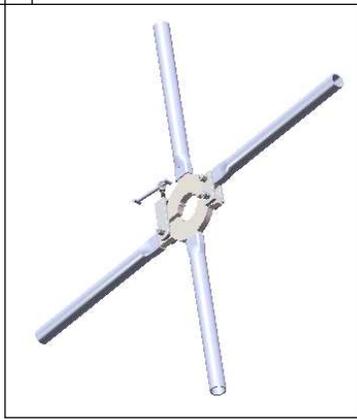
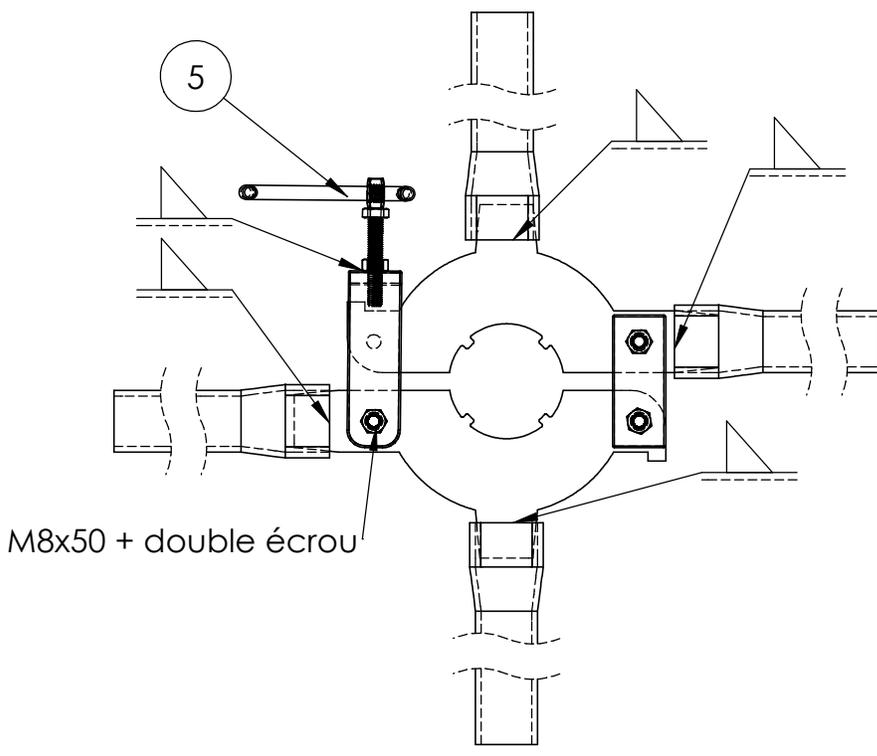
3

4

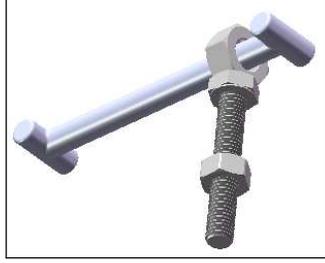
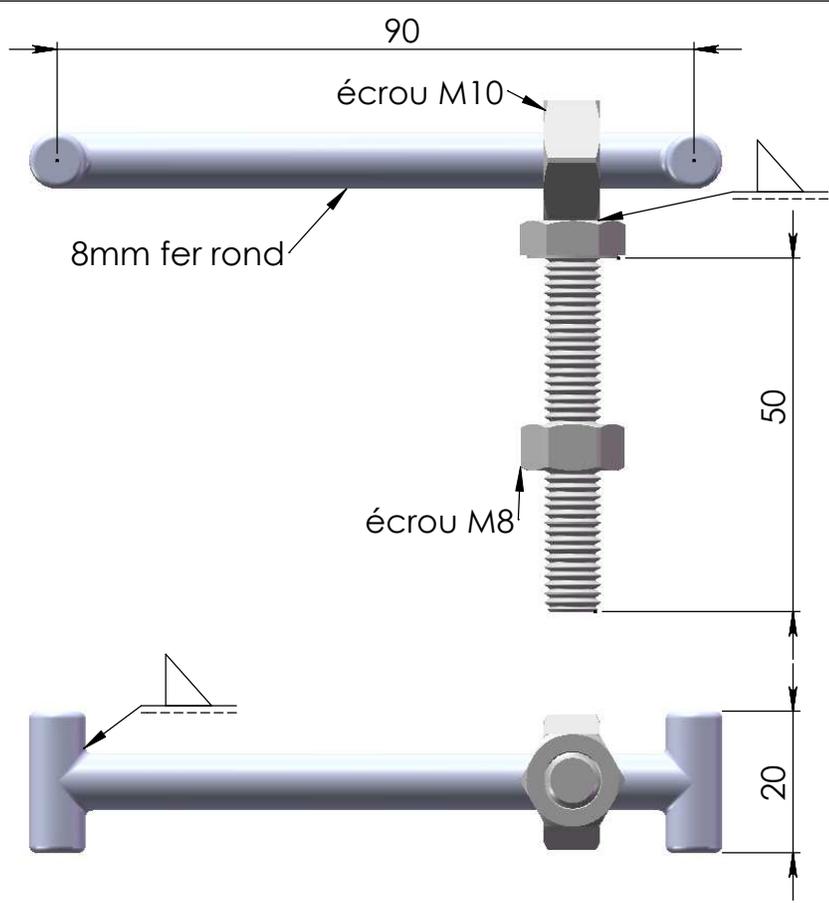
A

B

C



5



D

E

F

05	Manchette de serrage M8



TITLE:
Manche de rotation(2)

DRAWN BY:
Don de Koning

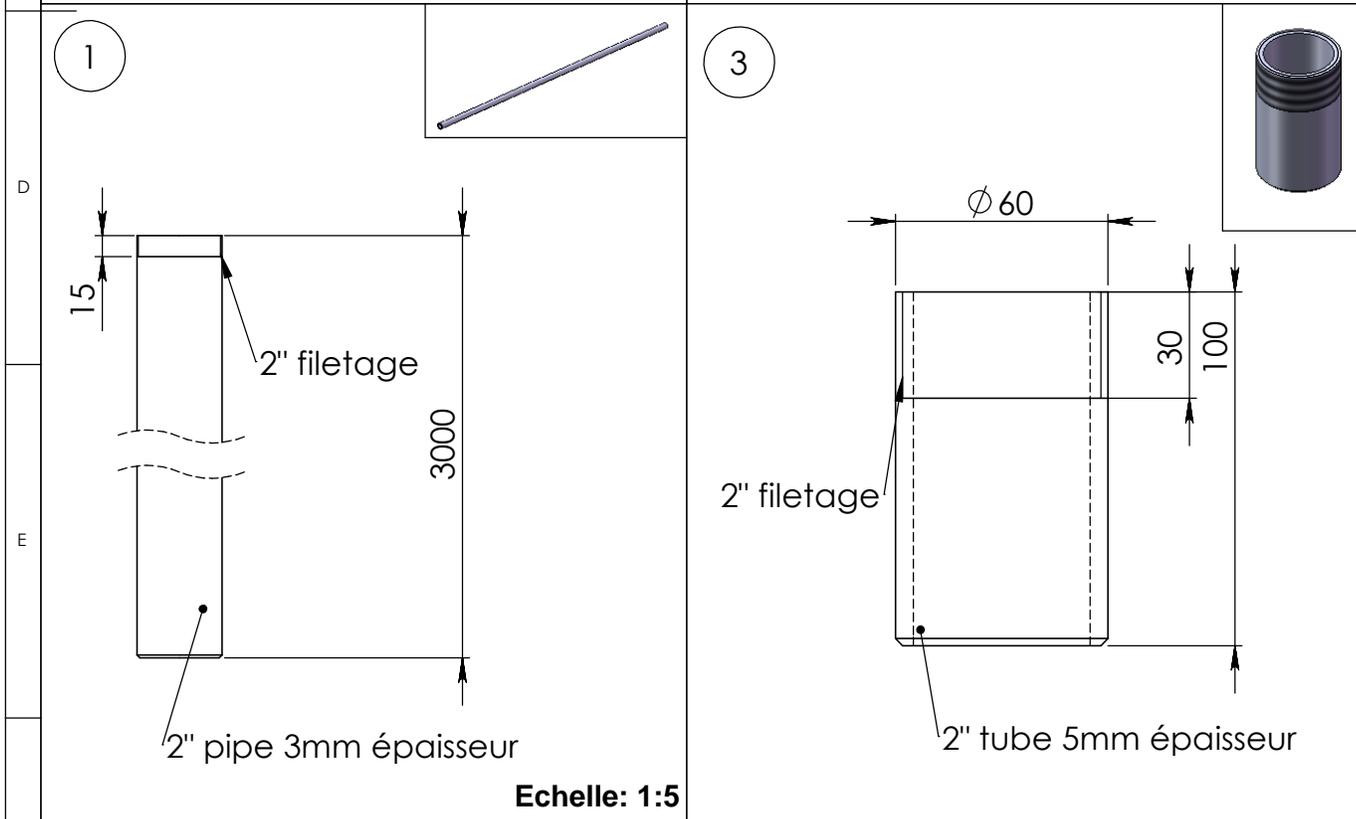
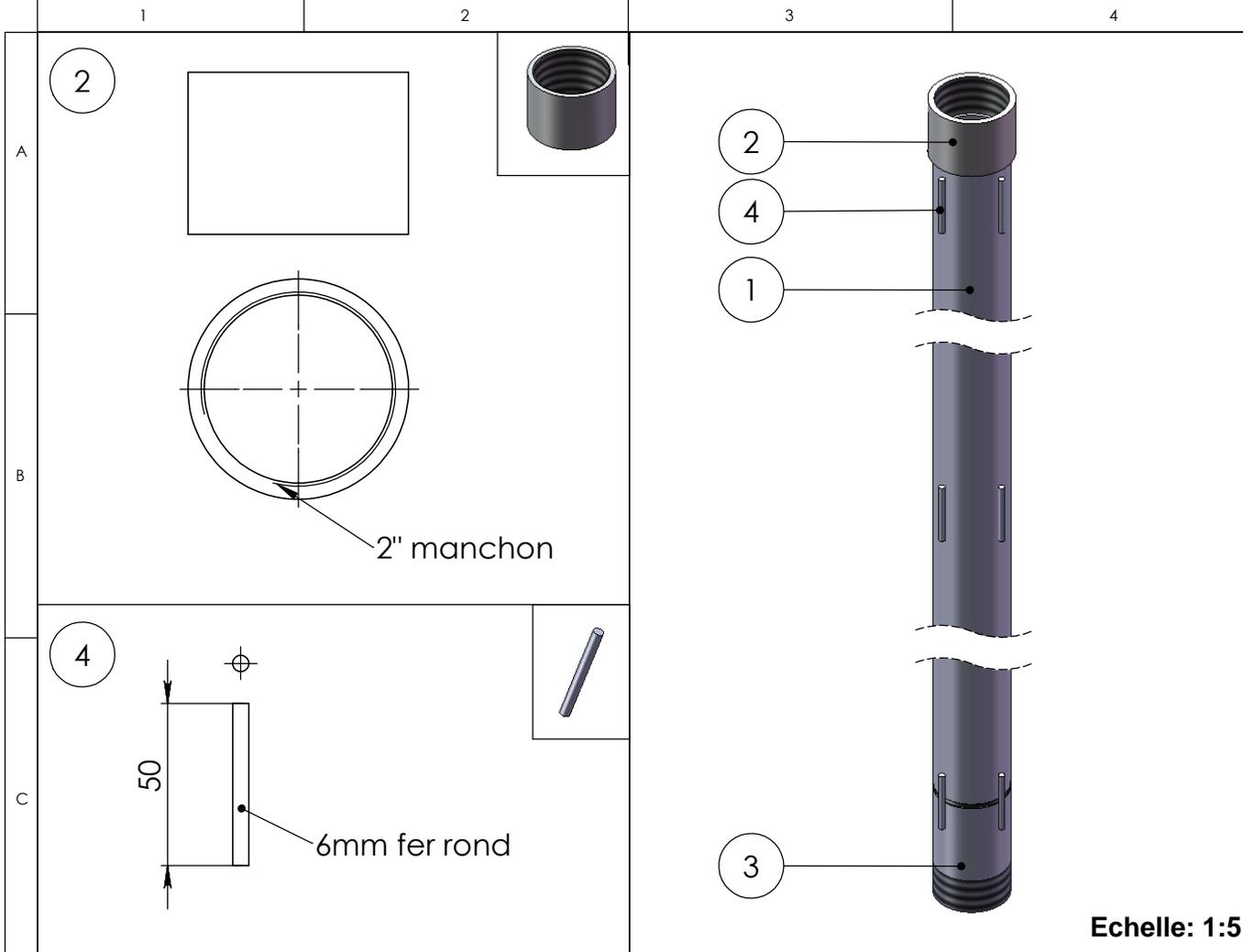
DATE:
01-06-2010

VERSION:
Final v1.0

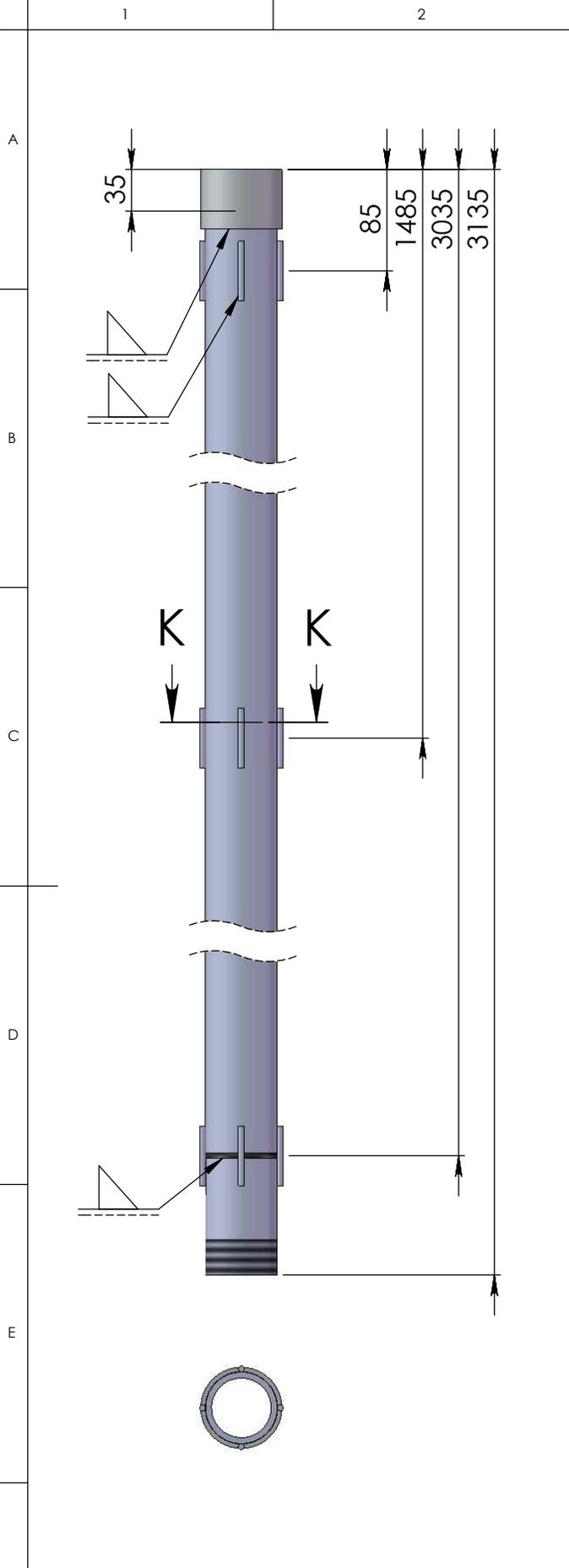
DWG NO.
002

SCALE:
1:1

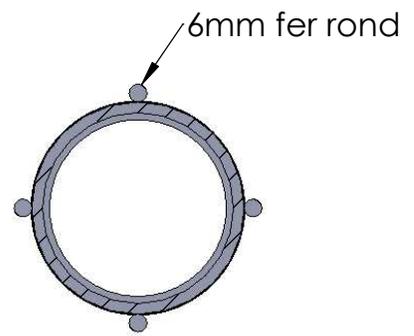
A4



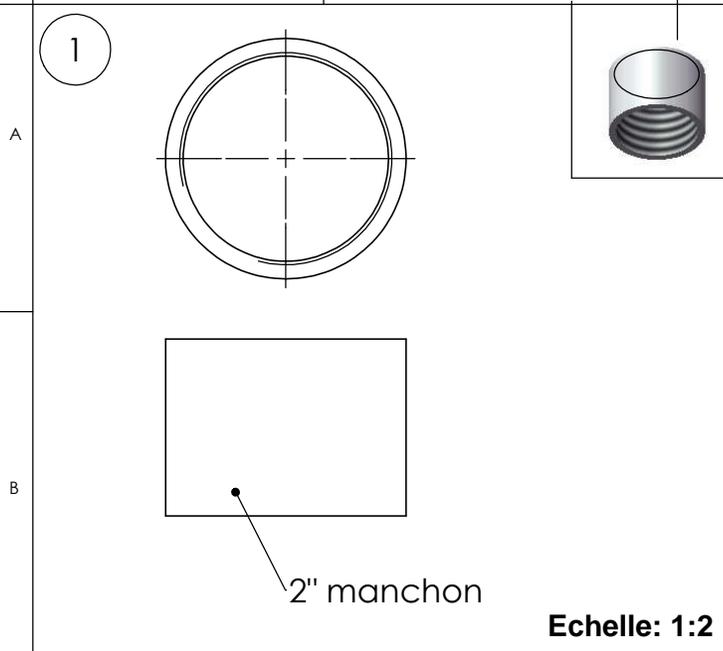
F	01	Tube 2" de 2mm d'épaisseur		TITLE:		
	02	Manchou 2"		<h1>Allonge (train de tiges) (1)</h1>		
	03	Tube 2" de 5mm d'épaisseur				
	04	6mm fer rond				
DRAWN BY: Don de Koning		DATE: 01-06-2010	VERSION: Final v1.0	DWG NO. 003	SCALE: 1:2	A4



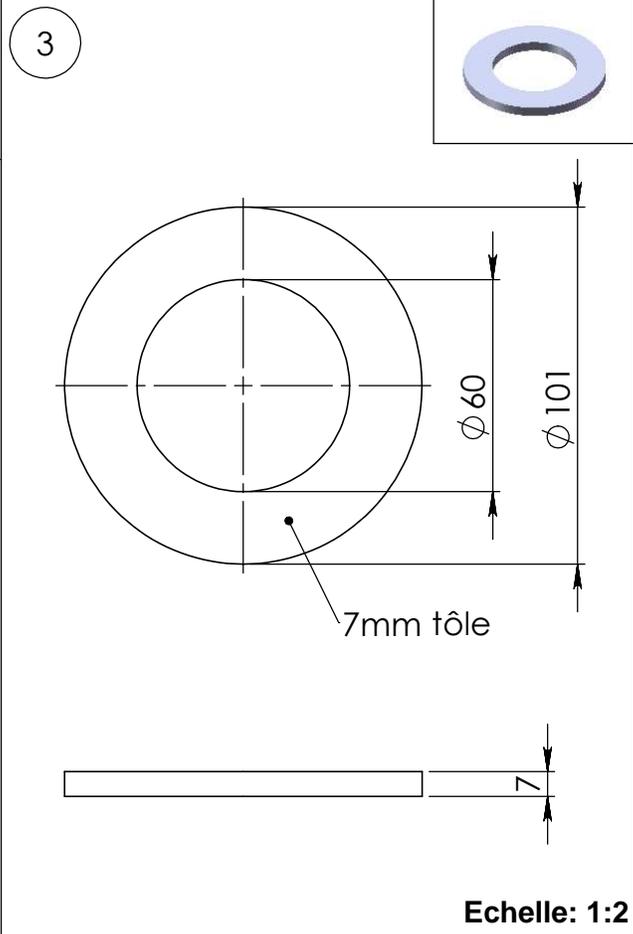
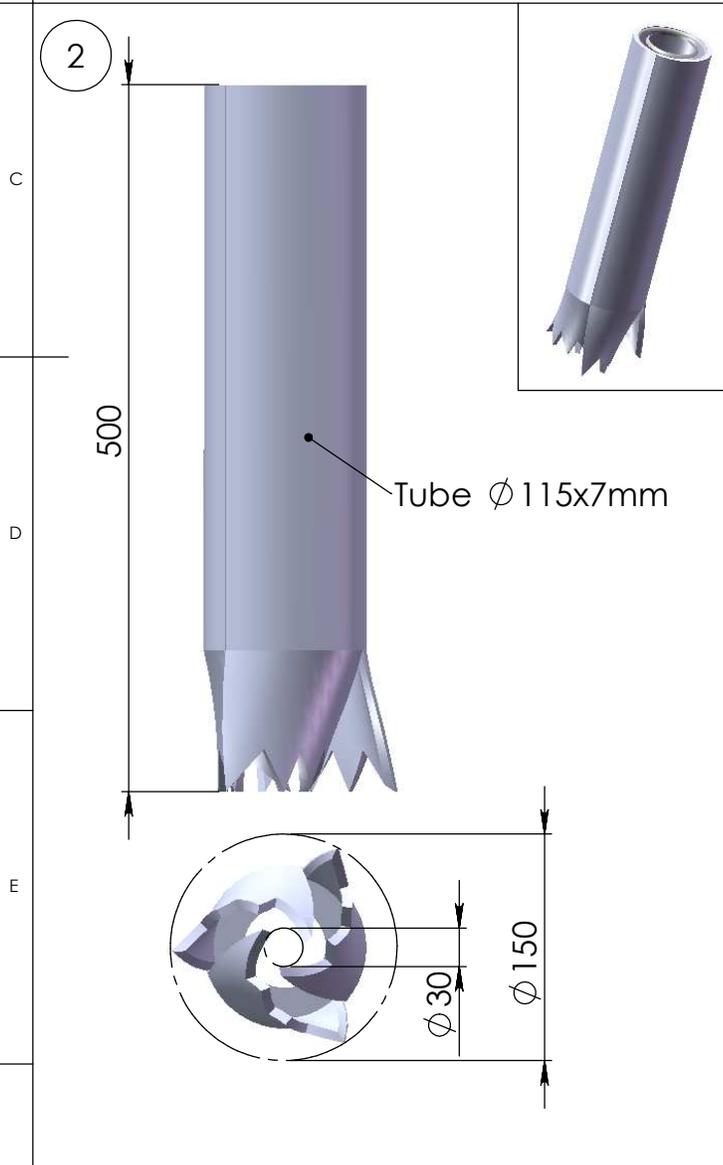
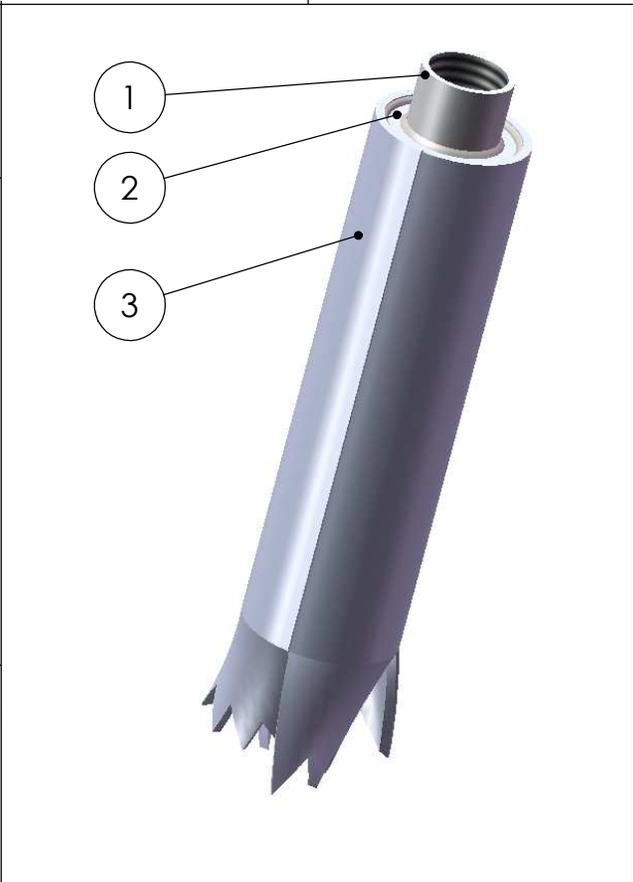
Vue d'ensemble



F				TITRE: Allonge (train de tiges) (2)		
				DWG NO. 004	ECHELLE: 1:5	A4
	DESSIN DE: Don de Koning	DATE: 01-06-2010		VERSION: Final v1.0		



Echelle: 1:2



Echelle: 1:2

F	01	2" Manchon		
	02	Couvercle		
	03	Outil de forage		
DESSIN DE:		Don de Koning	VERSION:	Final v1.0
DATE:		01-06-2010	DWG NO.	005

TITRE:	Outil de forage (1)	
ECHELLE:	1:5	A4

1

2

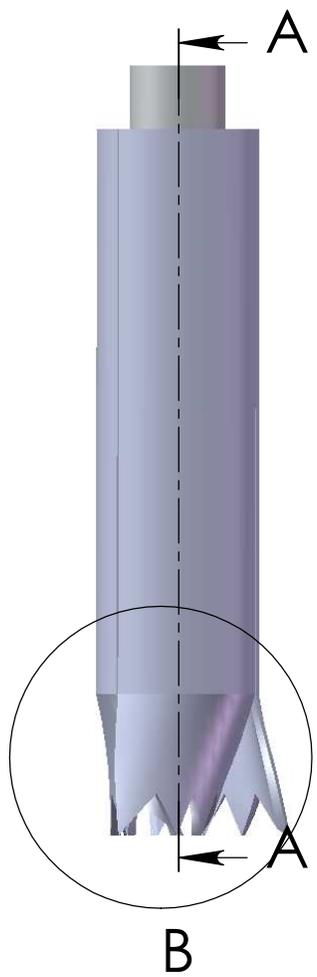
3

4

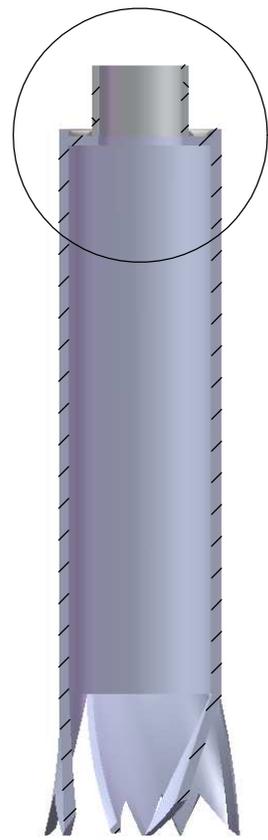
A

B

C



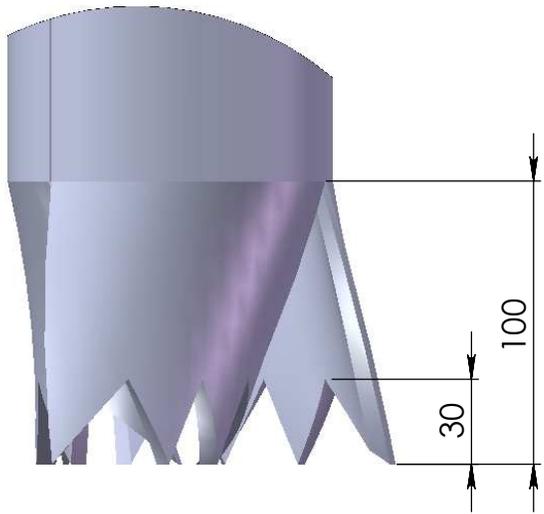
C



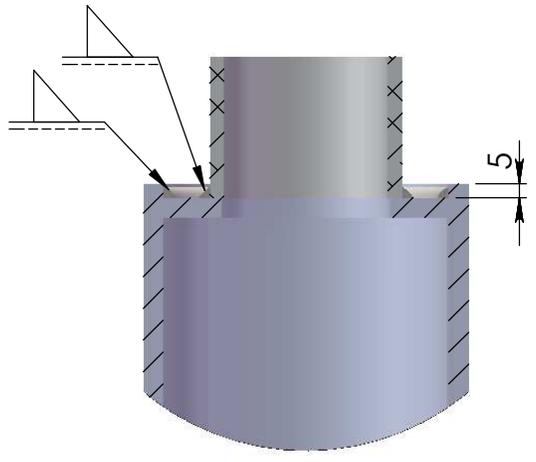
SECTION A-A

D

E



DETAIL B
ECHELLE 2 : 5



DETAIL C
ECHELLE 2 : 5

F



TITRE:

Outil de forage (2)

DESSIN DE: Don de Koning

DATE: 01-06-2010

VERSION: Final v1.0

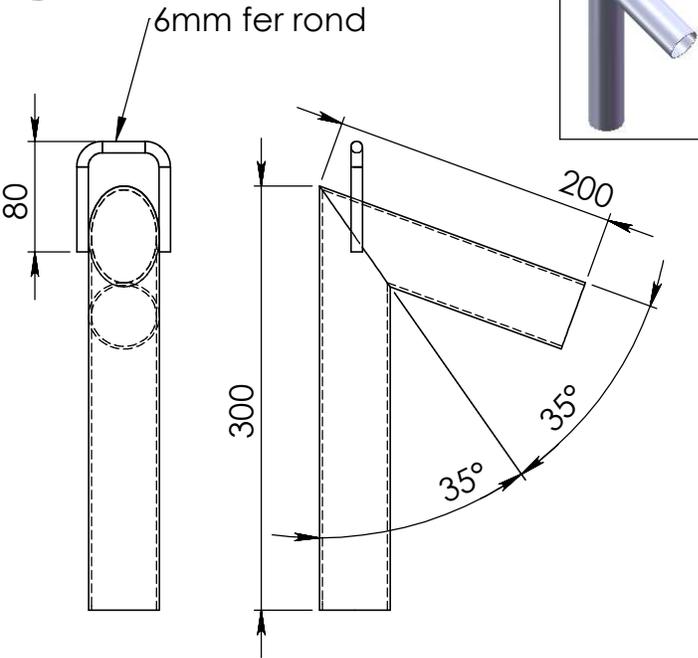
DWG NO. 006

ECHELLE: 1:5

A4

1

A



1

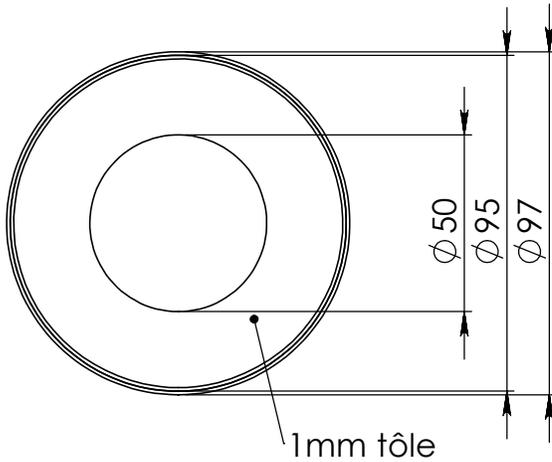
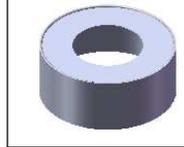
2

3

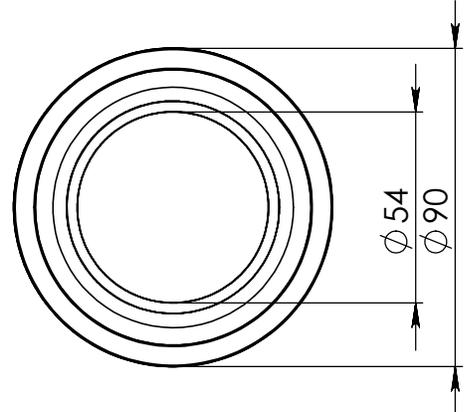


C

2



3



D

E

Echelle: 1:2

Echelle: 1:2

F

01	Tube du tête d'injection
02	Couvercle du roulement
03	Raccord de la tête d'injection

PRACTICA
FOUNDATION

TITRE:

Tête d'injection (1)

DESSIN DE:
Don de Koning

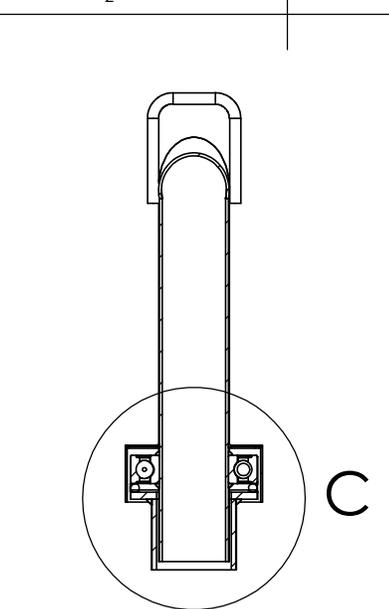
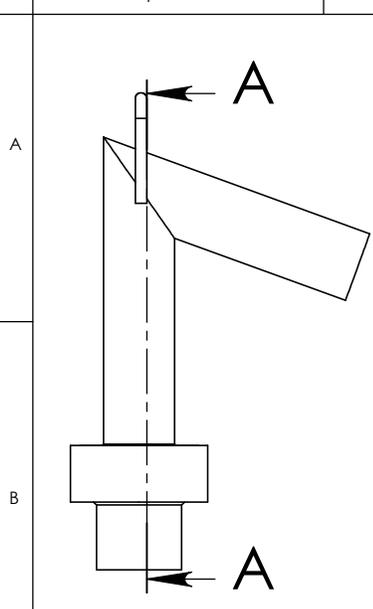
DATE:
01-06-2010

VERSION:
Final v1.0

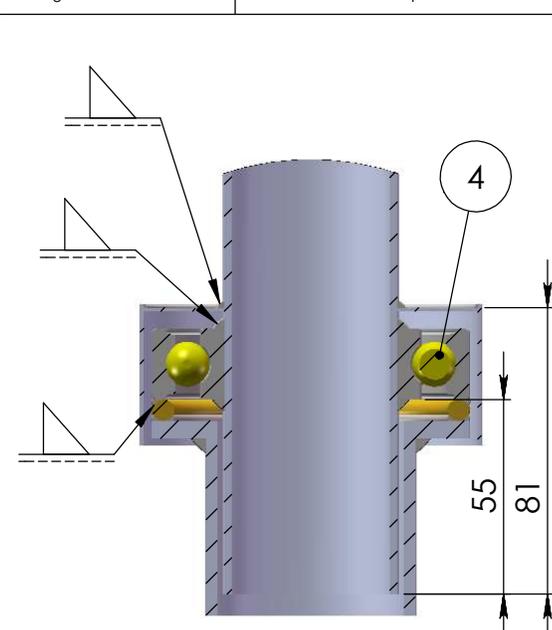
DWG NO.
007

ECHELLE:
1:5

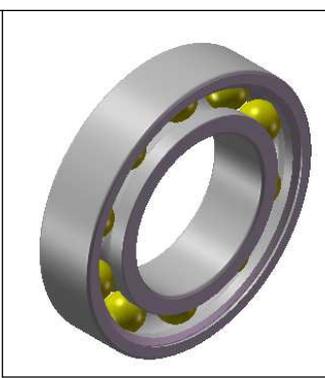
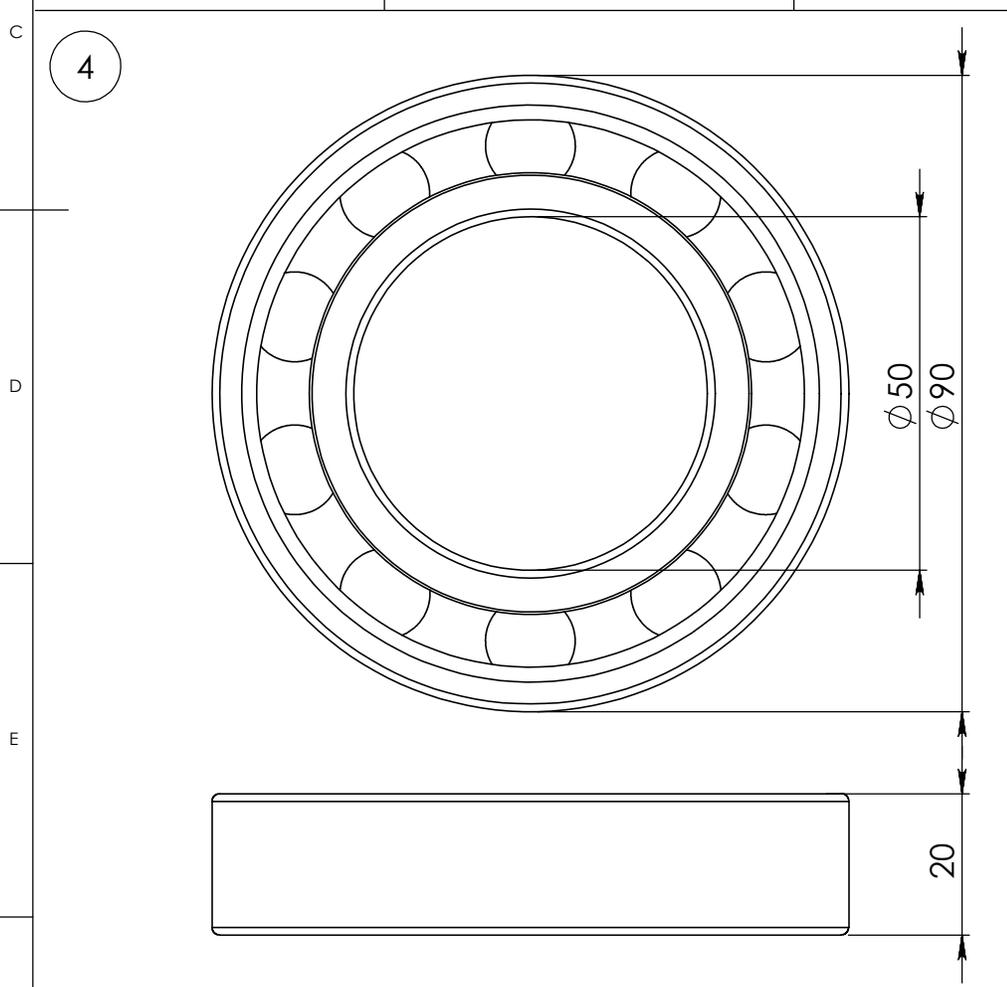
A4



SECTION A-A



DETAIL C
ECHELLE 1 : 2



F	04	Roulement SKF 6210		TITRE:	Tête d'injection (2)		
				DWG NO.	008	ECHELLE:	1:5
				VERSION:	Final v1.0		A4
	DESSIN DE:	Don de Koning	DATE:	01-06-2010			