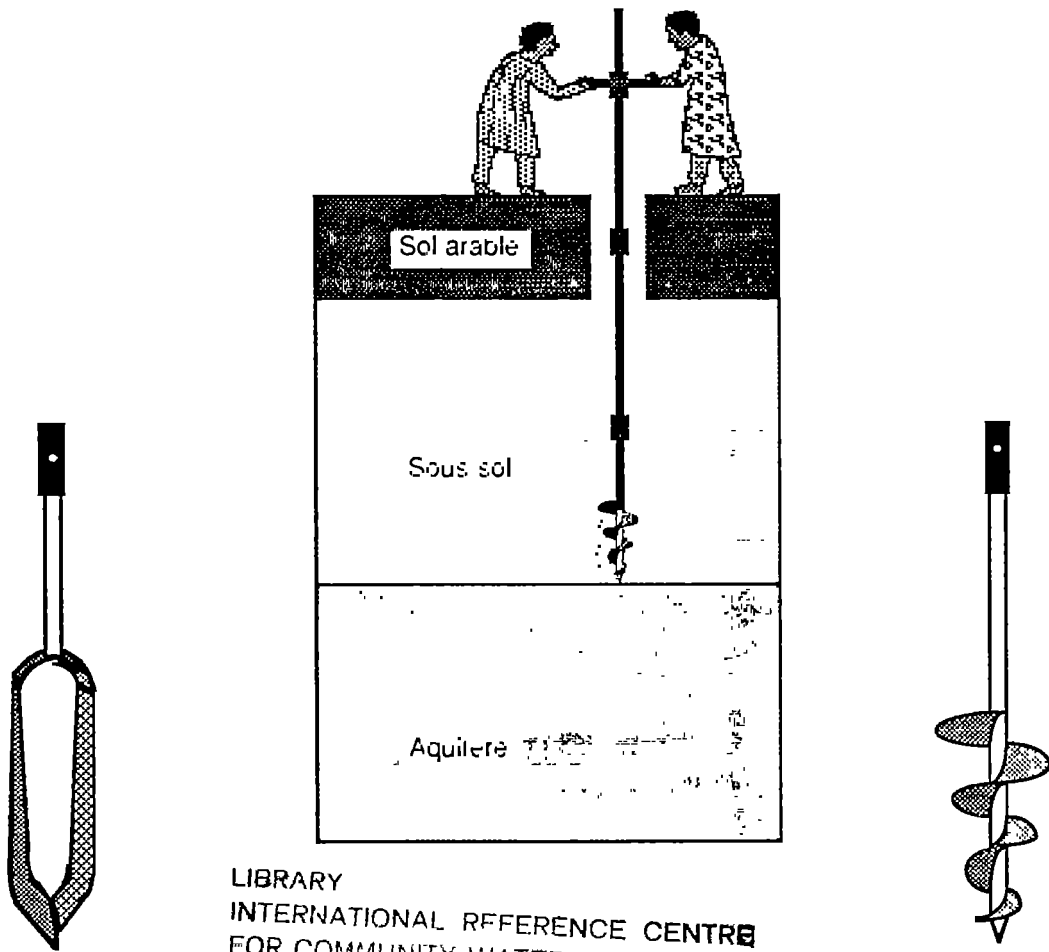


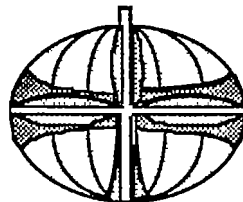
FORAGÉ MANUEL DE PUIITS TUYAU EN PVC POUR LE MARAICHAGE



LIBRARY
INTERNATIONAL REFERENCE CENTRE
FOR COMMUNITY WATER SUPPLY AND
SANITATION (IRC)

Jonathan Naugle

Lutheran World Relief



1991

9211 free

RESUME

Lutheran World Relief (LWR) travaille avec les jardiniers au Niger depuis 1978. C'est en 1988 que LWR a commencé à introduire à travers le pays un système de puits tuyau réalisé à l'aide de tarières manuelles. Par rapport aux autres modèles de puits, ils sont polyvalents, bon marché et faciles à construire. De ce fait ils constituent un choix judicieux lorsque le type de terrain est convenable. Un puits tuyau type peut être installé à dix mètres de profondeur, à un niveau de trois mètres au-dessous de la nappe phréatique, en moins de six heures. Le coût du puits est essentiellement constitué du prix du tuyau PVC qui coûte actuellement environ 80 FF le mètre au Niger. Les tarières fabriquées localement et utilisées pour l'installation coûtent moins de 1000 FF et peuvent être utilisées pour de nombreux forages. L'eau peut être extraite d'un puits tuyau par plusieurs méthodes variant d'une puisette spécialement conçue à une moto-pompe. Lorsque le type de sol est favorable, des débits de 14 m³/h ont été obtenus avec une moto-pompe.

©1991 Jonathan Naugle

PUBLICATION

de

LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE
CENTRE FOR WATER SUPPLY

AND SALES
P.O. Box 11309 AD The Hague
Tel. (070) 814311 ext. 141/142

LUTHERAN WORLD RELIEF

B.P. 11.624
NIAMEY, NIGER

SEPTEMBRE 1991

RN: W 9211
LO: 212.5 91FO

N'importe quelle partie de cette brochure, y compris les dessins et les illustrations, peut être copiée, reproduite, ou adaptée selon les situations locales, sans la permission de l'auteur ni de l'éditeur, à condition que ce soit distribué gratuitement ou au coût réel sans bénéfice. La source doit être mentionnée.

FORAGE MANUEL DE Puits TUYAU EN PVC POUR LE MARAICHAGE

Introduction

Lutheran World Relief (LWR) travaille au Niger avec des jardiniers depuis 1978 et a construit plus de 3.000 puits maraichers en béton armé du type LWR. Actuellement, plusieurs autres organisations utilisent des méthodes de construction de puits similaires pour assurer l'approvisionnement en eau aux villageois dans le cadre des cultures de saison sèche. Malgré les efforts énormes de construction, la demande en puits reste plus élevée que la capacité d'en construire. Plusieurs sites maraichers souffrent encore de manque d'eau, bien que celle-ci se trouve à moins de 10 m de profondeur. Pour cela LWR a commencé à chercher une technique qui permettrait de construire des puits plus rapidement et moins coûteux que les puits en béton type LWR.

Au cours des dix dernières années, le cuvelage en PVC est devenu plus disponible en Afrique de l'ouest et constitue actuellement une norme reconnue pour le revêtement des puits de petit diamètre. Le PVC est léger, durable et facile à manipuler. En 1987, LWR a commencé ses recherches en matière des méthodes d'installation de tuyau PVC pour des puits maraichers peu profonds. Dans les premiers mois de l'année 1988, plusieurs puits tuyaux effectués à l'aide de tarière manuelle avec un cuvelage PVC ont été réalisés dans l'arrondissement de Magaria. En Mai 1988, deux puits tuyaux ont été complétés sur un site près de Niamey et sont actuellement utilisés pour les cultures de saison sèche. Suite à la publication de la première édition de la présente brochure en Février 1989, la technique a suscité un certain intérêt qui s'est traduit par la construction de plus de 150 puits tuyaux à travers le Niger. LWR a également fait la démonstration de cette technique au Tchad et au Mali. La première partie de cette brochure décrit les méthodes actuelles d'installation d'un puits tuyau pour le maraichage et la deuxième partie décrit les outils requis avec des schémas détaillés pour aider à leur fabrication.

PROCEDURE POUR L'INSTALLATION

Description du système

La technique qui a évolué est semblable à d'autres méthodes utilisées ailleurs en Afrique pour le forage manuel de puits tuyau pour l'approvisionnement en eau des villages. La différence principale entre le système LWR et les autres systèmes est que l'équipement utilisé est léger et conçu pour installer des puits tuyaux peu profonds pour le maraichage. Des tarières spécialement adaptées ont été développées en vue de rendre la construction plus facile. Le système LWR utilise des techniques de forage manuel avec l'installation directe du cuvelage en PVC et une puisette spéciale pour extraire l'eau du puits. Un filtre en tissu nylon ou polyester recouvrant la crépine rend inutile un remblai en gravier. Cette combinaison offre la possibilité de construire en moins de 6 heures un puits maraicher durable et peu coûteux.

Les puits maraîchers de petit diamètre n'ont presque pas de capacité de stockage en eau et fonctionnent donc mieux dans un aquifère ayant une haute conductivité hydraulique. Pour cette raison ils conviennent mieux aux terrains alluvions où le sol contient de grandes quantités de sable et de gravier fin. Les aquifères qui ont une teneur en argile ou en limon élevée et qui ont donc une conductivité hydraulique faible pourraient mieux convenir aux puits de grand diamètre qui ont de plus grande capacité de stockage. Des conditions de sol défavorables peuvent rendre le forage manuel difficile et la présence de pierres, de latérite ou d'argile dure peut empêcher la mise en place du puits tuyau. Lorsque ces couches dures sont rencontrées près de la surface elles peuvent être concassées à l'aide d'une barre-à-mine, d'une pioche et d'une pelle pour permettre la poursuite du forage. Cependant, lorsque ces formations sont rencontrées plus en profondeur, il est souvent impossible de continuer le forage. Une alternative possible pour les couches dures est l'utilisation d'un trépan pour les pulvériser, telle que décrite par Koegel (1975) et Chleq (1984). Bien que LWR n'ait pas encore expérimenté cette méthode, elle semble prometteuse, soit utilisée seule, soit combinée à la tarière. Pour les sites avec des sols sablonneux, ou des sols argilo sableuse, le puits tuyau offre un excellent moyen de remplacer les puits de grand diamètre, à un coût moindre.

Les puits tuyaux en PVC présentent plusieurs avantages parmi lesquels :

1. Facilité d'installation : Un puits tuyau de 6 à 10 mètres de profondeur, avec 3 mètres de crépine dans la nappe phréatique, peut être foré en un jour, par un puisatier formé et deux manœuvres.
2. Coût du puits tuyau : Le coût des matériaux pour les puits tuyaux se résume presque exclusivement au coût du tuyau en PVC dont le prix actuel au Niger est d'environ 80 FF le mètre. A quoi il faut ajouter 80 FF de coûts supplémentaires pour la main d'œuvre, le tissu filtrant, la bouchon et la puisette.
3. Coût de l'équipement : Les outils nécessaires pour forer un puits tuyau pour le maraîchage sont simples et peuvent être fabriqués localement à un coût inférieur à 1.000 FF. Les outils sont légers et peuvent être facilement transportés au site. De plus, ils peuvent servir pour effectuer de nombreux puits.
4. Espace requis : Le puits tuyau n'occupe presque pas d'espace dans le jardin, un facteur important dans les zones où l'espace est limité.

Lorsque le puits tuyau est achevé, il consiste en un tube PVC de 140 mm de diamètre qui s'enfonce à une profondeur d'au moins 3 mètres dans la nappe phréatique. Les 3 derniers mètres du tube sont fendus et recouverts d'un tissu filtrant en nylon ou en polyester. Ce filtre empêche le sable fin de s'introduire dans le puits et rend inutile un remblai de gravier.

Certains variétés de sable rencontrés au Niger sont d'une extrême finesse et ressemblent à la farine. Il n'y a que les tissus tissés très serrés qui peuvent empêcher leur passage à travers les mailles. Le tissage du tissu filtrant doit être choisi en fonction de la dimension des particules trouvées dans la nappe phréatique. L'utilisation du tissu filtrant est une caractéristique importante du système telle qu'utilisé au Niger.

Méthode de réalisation

La méthode de réalisation est assez simple et permet aux villageois d'apprendre la technique en quelques jours. L'installation commence avec le forage de l'avant-trou. Ce trou est foré avec une tarière de 18 cm de diamètre. Le choix de la tarière doit être dicté par l'expérience et dépend du type de sol. Dans les sols sablonneux, on utilise une tarière conique tandis que dans les sols très durs on utilise une tarière à glaise de petit diamètre pour le fonçage d'un trou témoin. Ce trou est par la suite élargi à 180 mm, soit à l'aide d'une tarière conique, soit à l'aide d'une grande tarière à glaise. Souvent on aboutit à de meilleurs résultats avec l'utilisation de plusieurs types de tarières en combinaison.

Dans les sols extrêmement instables, il faut arroser la surface du sol pour éviter la chute des terres autour du trou. Après les premiers 50 cm, le sol est d'habitude assez humide pour supporter les parois au cours de l'installation. Au cas où le sol n'est pas assez humide, une petite quantité d'eau est versée dans le trou pour rendre le sol plus ferme.

On fait tourner la tarière jusqu'à ce qu'elle descende de 50 à 100 cm dans le trou. Ensuite, on la ramène à la surface du sol pour la vider. Au fur et à mesure que le trou devient plus profond, des rallonges de sondage sont ajoutées à l'arbre de la tarière pour pouvoir continuer à forer. Les rallonges doivent être démontées au fur et à mesure que l'on retire la tarière du trou, ceci, afin d'éviter de déformer la tige de sondage. On continue à forer de cette manière jusqu'à ce que la nappe phréatique soit atteinte.

Lorsqu'on atteint la nappe phréatique, le fond du trou commence à s'effondrer. Ceci peut être remarqué de la surface parce que quand la tarière sera remise dans le trou, elle sera à un niveau plus élevé que lorsqu'elle avait été retirée. A ce stade, le cuvelage doit être installé.

Le cuvelage PVC de 140 mm de diamètre est assemblé en utilisant des sections filetées de 1,5 mètres et 3 mètres jusqu'à ce qu'il dépasse la profondeur du trou d'un mètre à un mètre cinquante. Les trois premiers mètres du cuvelage introduits dans le trou doivent être crépinés et recouverts d'un tissu filtrant en polyester ou en nylon pour empêcher le sable fin de s'introduire dans le puits. Une fois le cuvelage est assemblé, on le fait descendre dans le trou. Il faut veiller à ce que le cuvelage soit dans une position verticale lors de son installation. L'extrémité inférieure du

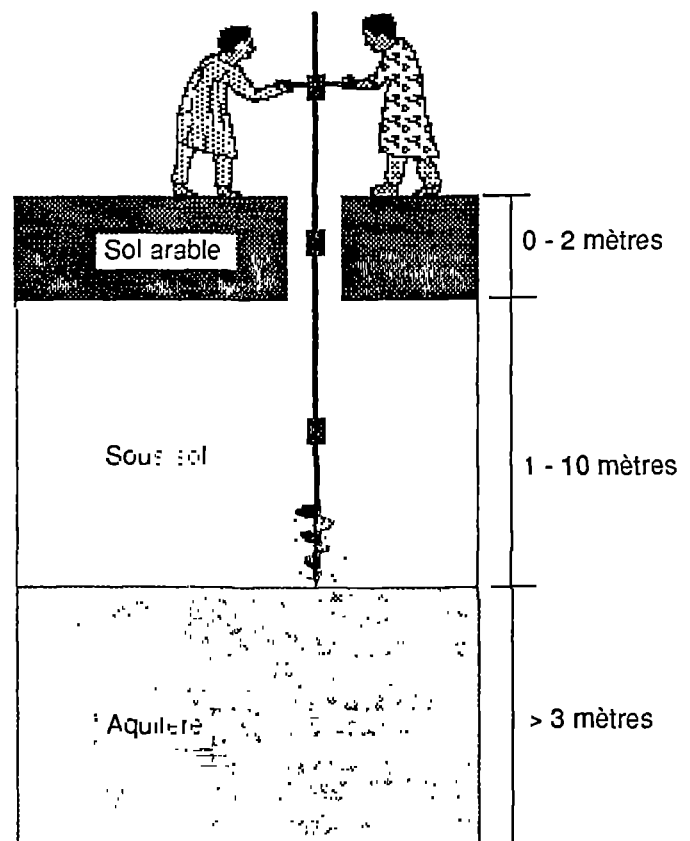


Figure 1. Avant trou foré sans cuvelage

cuvelage est ouvert ceci permettre de forer au-dessous de l'extrémité du cuvelage. Les puisatiers doivent toujours être en mesure de repérer leur outil par rapport au fond du tube parce que si l'outil est trop éloigné de l'extrémité du cuvelage, il peut se coincer et être difficile à retirer sans enlever le cuvelage.

La tarière de 180 mm de diamètre est ensuite mise de côté et le forage se poursuit à l'intérieur du cuvelage à l'aide d'une tarière de 110 mm. Le choix de la tarière dépend de la consistance du sol dans l'aquifère. Deux tarières différentes ont été utilisées avec succès. La première est une tarière fermée spécialement conçue pour travailler sous la surface de l'eau dans des sables saturés. La seconde est une tarière à glaise qui fonctionne mieux dans des sols non coulants avec une teneur en argile plus élevée.

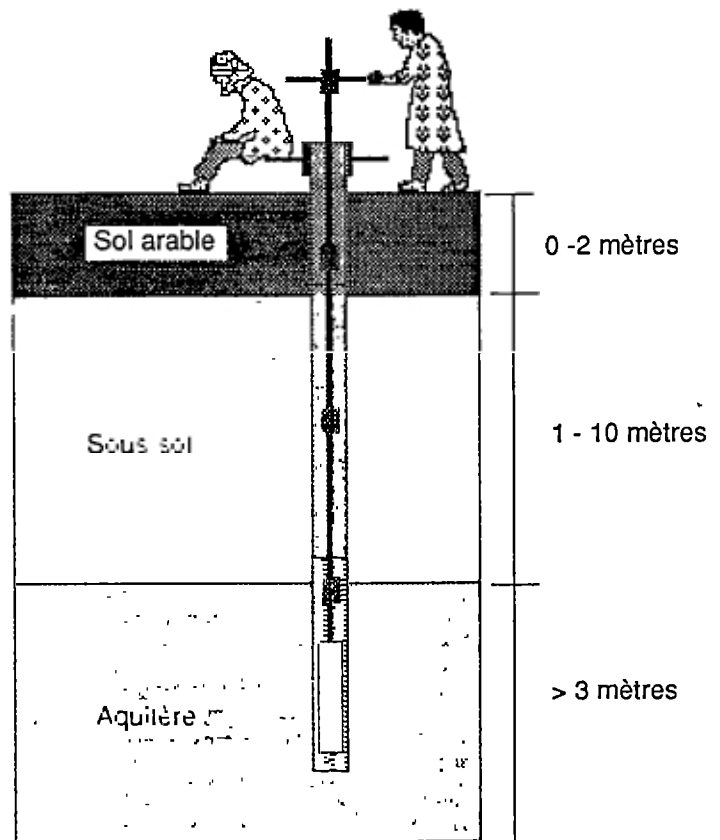


Fig 2 : Les tubes sont installés une fois la nappe phréatique atteinte.

Un collier de serrage est fixé autour du tube pour permettre d'exercer une force descendante sur le cuvelage pendant le forage. Dans les sables le forage se poursuit par une séquence répétitive de mouvements rotatifs, suivi de mouvements de haut en bas, jusqu'à ce que la tarière soit remplie. La tarière est ensuite retirée et vidée sans oublier de désaccoupler les rallonges de sondage au fur et à mesure qu'on les retire du trou. Souvent on verse de l'eau à l'intérieur du cuvelage, après l'avoir installé dans le trou, pour favoriser la formation de boue. Ceci s'avère être la méthode la plus facile d'extraire le sable du puits. Dans les sols plus fermes, la tarière à glaise est utilisée avec un mouvement de rotation uniquement.

Pour éviter que la tarière ne tombe dans le puits, un collier de retenue est placé au-dessus du cuvelage avant le démontage des rallonges. Ceci empêche la tarière et les rallonges toujours acouplées de tomber au fond du puits. Au fur et à mesure que le sable est retiré du trou, le cuvelage descend sous le poids exercé par deux personnes assises ou debout sur le collier de serrage. Pendant cette phase, les puisatiers travaillent soit debout au niveau du sol, soit juchés sur deux tonneaux vides de 200 litres. Les tonneaux constituent une plate-forme élevée qui rend le travail plus facile surtout immédiatement après le rajout d'une section de tube. Lorsque le haut du cuvelage atteint le niveau du sol, on ajoute une autre section de tube de 1,5 mètres de long. Le procédé continue jusqu'à ce qu'il y ait au moins 3 mètres de cuvelage dans la nappe phréatique.

Par ce procédé, il faut normalement 4 à 6 heures pour construire un puits tuyau de 6 à 12 mètres dans des sols appropriés. Le forage de l'avant-trou en sols sablonneux prend très souvent moins d'une heure. Dans les sols plus résistants, le forage se fait plus lentement et peut durer plusieurs heures. Le forage est aussi plus lent une fois la nappe phréatique atteinte: 1,5 m par heure en moyenne.

Dans les conditions idéales, l'extrémité inférieure du cuvelage est encastrée dans une couche d'argile imperméable afin de boucher le fond ouvert. Cette opération est souvent impossible parce que la profondeur à laquelle le tube pénètre dans la nappe phréatique est limitée par la friction entre le tube et le sol et par l'entrée de sable fin à travers le fond du cuvelage. Dans les sables fins, jusqu'au 0,3 ou même 0,5 mètres de hauteur de sable peuvent rester dans le tube après l'achèvement du puits. Au cas où une couche imperméable n'est pas atteinte, un petit sac fabriqué avec le même tissu que celui du filtre est rempli de gravier et placé au fond du puits achevé pour empêcher le passage du sable. Sinon, le puits pourrait se remplir de sable et cesser d'être opérationnel. Parfois, tout le sable qui s'introduit est extrait avec l'eau et dans ce cas, le puits continuera de fonctionner. Cependant, ceci pourrait aboutir à la formation de cavités qui pourraient être dangereuses car elles risquent de provoquer un effondrement spontané et de blesser des personnes ou endommager le puits.

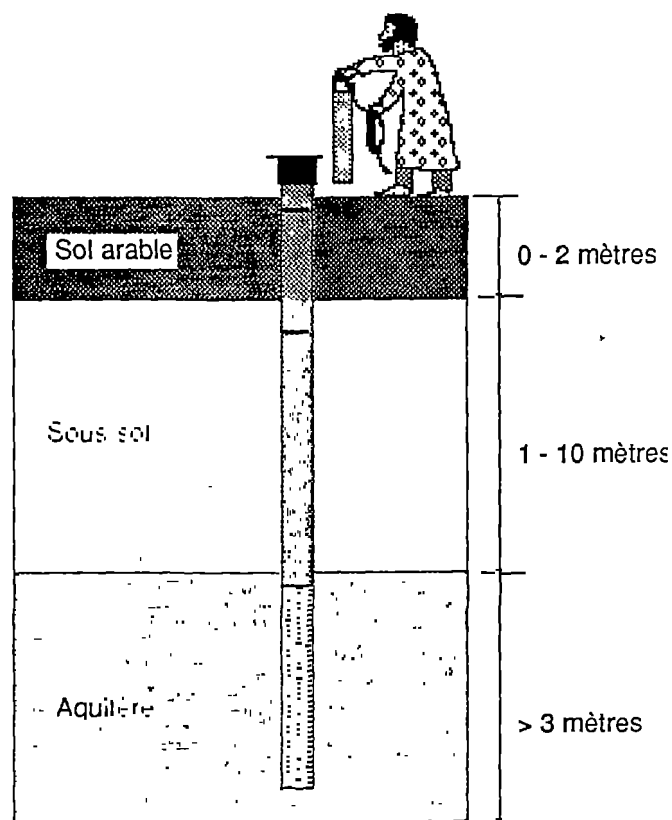


Fig 3: Puits tuyau en PVC achevé

Le sommet du puits tuyau qui doit avoir une hauteur de 0,3 et 0,5 m au-dessus du sol est recouverte d'un bouchon et d'une couronne de protection fabriquée à partir d'un morceau de fer à béton de 8 mm. Cette couronne protège le rebord supérieur du cuvelage des effets de l'abrasion causée par le frottement de la corde de puisette. Le bouchon empêche les enfants de jeter des débris dans le puits. Lorsqu'elle n'est pas utilisée, la puisette peut être laissée dans le puits pour la protéger contre toute éventualité. Un anneau soudé à l'intérieur du bouchon peut servir de point d'attache pour la corde de la puisette.

SUJETS SPECIAUX

Puisage d'eau

Les puits tuyaux sont adaptés à une variété de méthodes de puisage d'eau, y compris les puisettes, les pompes manuelles, et les moto-pompes. La méthode la plus simple est la puisette qui a été utilisée avec succès dans des petites jardins. La puisette est fabriquée à partir d'un tube PVC de petite épaisseur, de 110 mm de diamètre et a une capacité de

7,5 litres. Dans un puits typique de 6 m de profondeur, 5 ou 6 cycles par minute sont possibles à raison d'un débit de 40 l/mn ou 2,4 m³/h. La plupart des puits tuyaux installés à ce jour ont une capacité suffisante pour être utilisés avec une puisette sans que le niveau d'eau ne baisse perceptiblement. L'avantage de la puisette est qu'elle est simple et qu'elle peut être fabriquée au niveau du village. Cependant, une fois que la superficie du jardin dépasse les 1.500 m², la puisette n'est plus très pratique.

Une pompe à main fabriquée localement a été utilisée au niveau de plusieurs puits tuyaux avec des résultats satisfaisants. Le débit à partir d'un puits de 6 m a été mesuré à 60 l/mn ou 3,6 m³/h. Cependant, à cause des problèmes souvent rencontrés quant à la maintenance des pompes à main dans les zones rurales du Niger, LWR est peu disposé à poursuivre cette option pour la plupart des puits construits dans les jardins d'auto-consommation.

De récents tests sur l'utilisation des moto-pompes ont indiqué que des débits de 240 l/mn ou 14 m³/h sont possibles à partir d'un puits tuyau de 7m de profondeur. Les jardiniers qui font des cultures de rente ont manifesté leur intérêt pour ces puits qu'ils ont l'intention d'utiliser avec des moto-pompes pour la production de l'oignon qui est une culture d'exportation très prisée.

Eau potable

Ces puits tuyau PVC peuvent servir à fournir de l'eau potable si plusieurs précautions sont prises pour éviter la contamination du puits. Au cas où une puisette est utilisée, il faut éviter que la corde ne traîne par terre. Quelle que soit la méthode utilisée pour puiser l'eau, on doit construire une dalle en béton pour éviter la formation de flaques d'eau autour du puits. Ceci réduit ainsi les possibilités de risques de contamination par les eaux qui retournent dans le puits le long du tube. De plus, l'espace autour du cuvelage doit être remblayée avec du sol argileux pour réduire encore une fois les risques de déversement des eaux de surface souillées dans la nappe phréatique. Il doit y avoir une distance minimum de 30 mètres entre le puits et les latrines et autres sources de contamination fécale.

Nappe phréatique perchée

Parfois, lorsqu'on rencontre une nappe phréatique perchée avant d'atteindre la nappe principale, le trou commence à s'effondrer. Ce phénomène apparaît lorsqu'une couche de sable contenant de l'eau est rencontrée entre deux couches imperméables. Au cas où la quantité d'eau provenant de la nappe perchée est insuffisante pour satisfaire les besoins, on doit poursuivre le forage. Si l'arrivée d'eau est assez faible le creusage peut se poursuivre normalement. Cependant, si le trou se remplit de sable plus vite qu'on ne peut l'extraire, le cuvelage doit être installé. Au cas où on utilise le tube de 140 mm de diamètre, le forage doit se poursuivre à l'intérieur du cuvelage. Souvent, il arrive que le cuvelage refuse de descendre à cause de la présence d'une petite couche de terre dure qui demeure sous le bout du tuyau. Deux solutions sont possibles: l'utilisation d'une tarière excentrique qui creuse un trou plus large que son diamètre, ou l'utilisation d'un cuvelage de 200 mm de diamètre pour empêcher le sable de s'introduire dans le trou. Les tubes de 200 mm de diamètre permettent l'utilisation des tarières normales de 180 mm à l'intérieur du cuvelage

et si les tubes de grand diamètre sont encastrés dans la couche imperméable, il peut arrêter l'entrée du sable dans le trou. Ainsi, le fonçage normal peut se poursuivre et lorsqu'il est achevé les tubes de 200 mm de diamètre peuvent être retirés du sol. Ces deux méthodes ont été employées à titre expérimental, mais ont besoin d'être améliorées. Elles sont présentées ici juste pour information.

Couches de sol durs

Les couches de sols durs à base d'argile ou de latérite peuvent ralentir de façon considérable, voire complètement le processus de fonçage. Lorsqu'on rencontre de l'argile dure, la vitesse de forage se réduit à quelques centimètres par heure plutôt que des mètres par heure. Une des solutions possibles consiste à changer l'emplacement du puits, surtout si la zone est réputée pour ses poches d'argile dure ou de latérite à côté des sols susceptibles d'être forés à la main. LWR tentera d'expérimenter la pulvérisation manuelle au trépan, combinée au forage normal pour essayer de pénétrer les couches de sols durs.

Sable fin

La tendance que le sable a de monter brusquement d'un mètre ou plus dans l'intérieur du cuvelage est un phénomène qu'on rencontre dans les sables fins saturés. Ce phénomène se manifeste souvent lorsque le forage est presque achevé. La tarière est retirée pour être vidée et lorsqu'elle est remplacée le niveau de sable à l'intérieur du tube se trouve à un mètre ou plus au-dessus de son niveau au moment où la tarière a été retirée. Le fait d'ajouter de l'eau à l'intérieur du cuvelage avant de retirer la tarière a dans certains cas allégé la tâche de fonçage, mais la patience et la persévérance sont toujours nécessaires. Ces puits nécessitent l'utilisation d'un tampon de gravier pour empêcher le sable de continuer à s'introduire par le fond ouvert du cuvelage. Le tampon de gravier doit être installé lorsqu'on aura extrait autant de sable que possible du cuvelage. Il se pourrait qu'il y ait encore jusqu'à cinquante centimètres de hauteur de sable dans le tube lorsqu'on doit installer le tampon. En utilisant une corde à boucle, le tampon doit être abaissé lentement pour éviter qu'il se coince dans le tube avant d'atteindre le fond. Une fois que le tampon a atteint le fond, on peut retirer la corde et dammer doucement le tampon pour l'étaler et fermer ainsi hermétiquement le fond du cuvelage.

Retrait du cuvelage PVC

Si pour une raison le puits tuyau tarit, ou nécessite d'importantes réparations, le cuvelage peut être facilement retiré et réinstallé. La marche des opérations pour l'enlèvement consiste à attacher le collier de serrage et à utiliser deux vérins hydrauliques pour soulever les tubes du sol. Cette méthode peut être utilisée même après que le puits ait été installé depuis plusieurs années. Avec des tubes filetés il n'y a pas de perte de tuyau, tandis que pour les tubes collés les pertes se limitent aux portions du tube qui ont été collées. Souvent le tissu filtrant est perdu ou endommagé au cours de l'enlèvement du cuvelage.

La facilité avec laquelle on peut récupérer la plupart des matériaux est un autre avantage des puits tuyau par rapport aux puits en béton. Au cas où l'installation d'un puits tuyau échoue, la perte en investissement est minime. Le tube peut être retiré et utilisé de nouveau.

MATERIAUX

Cuvelage en PVC

LWR utilise un cuvelage PVC de 140 mm de diamètre et des crépines PVC commercialement disponibles. La crépine est fournie avec des fentes de 1,0 mm de large coupées perpendiculairement à l'axe du tube. Les tubes sont filetés aux deux extrémités, un filetage dont la profondeur ne fait que la moitié de l'épaisseur de la paroi du tube, ce qui donne un raccord qui est lisse à l'intérieur et à l'extérieur. Une surface interne lisse est particulièrement importante lorsqu'on utilise une puisette pour puiser l'eau parce que la puisette a tendance à s'accrocher à toute protubérance. Les sections des tubes pleins et aussi crépinés de 3 m de long constituent un modèle standard, mais les sections de 1,5 m doivent être commandées spécialement. Ces courtes longueurs permettent aux puisatiers de travailler au niveau du sol ou juchés sur deux tonneaux de 200 litres vides, tandis que les sections de 3 m nécessiteraient une plate-forme de forage de 2,5 m de haut.

Une autre méthode d'installation de cuvelage consiste à utiliser une section réutilisable de tube de 1,5 m qui est dévissée et remplacée par une section de 3 m lorsque le haut de la section courte atteint le niveau du sol. Cette méthode exige le démontage d'un joint à 1,5 m en dessous de la surface pour le remplacer par un autre tube. Il faut veiller à ce qu'un joint plus bas ne soit pas dévissé par erreur.

Le cuvelage du puits peut être également fabriqué à partir de longueurs de 6 m de tube découpées en longueurs de 1,5 m. Ceci exige qu'on forme des joints à tulipe ou l'utilisation de couplages pour assembler les sections. Les joints à tulipe sont fabriqués en chauffant une extrémité du tuyau dans de l'huile chaude jusqu'à ce que le PVC soit mou et ensuite en insérant un autre élément de tuyau dans le bout ramolli pour former une tulipe. Le tuyau est ensuite refroidi dans de l'eau. Les tuyaux avec des joints à tulipe ou des couplages doivent être collés sur le site. Dans des conditions météorologiques chaudes, la colle sèche très rapidement, ce qui rend le collage trop faible et peut provoquer la rupture d'un raccord.

Matériel filtrant

Un bon matériel filtrant doit être perméable à l'eau mais doit empêcher l'introduction de sable fin dans le puits. LWR a utilisé aussi bien le tissu en nylon que celui en polyester à cet effet. Il est important d'utiliser un tissu synthétique à 100% qui ne se décomposera pas rapidement dans le sol. Le polyester ne se détériore pas dans le sol tant que le PH de ce dernier se situe entre 5 et 9. Un autre facteur qui milite pour le choix du tissu est sa résistance au déchirement. Les tissages qui ne se démaillent pas sont requis. En utilisant du fil polyester à 100%, le tissu est cousu en tubes et moulé autour de la crépine. Le filtre est fixé à la crépine avec du fil de fer et un ruban pour éviter qu'il ne se décolle pendant l'installation du cuvelage. Pour s'assurer que le tissu ne glisse pas pendant l'installation, des rainures sont faites à l'extérieur du tube pour que les fils retenant le tissu soient encastrés dans le tube.

LES OUTILS ET LEUR FABRICATION

Les paragraphes suivants présentent une description des outils utilisés pour l'installation de puits tuyau et expliquent comment les fabriquer. Des schémas détaillés pour leur fabrication sont présentés en annexe.

Pour la fabrication des outils il faut un soudeur qualifié pouvant obtenir des outils de coupage et une perceuse électrique. Les descriptions qui suivent concernent des outils adaptés aux conditions du sol existantes au Niger. Lorsqu'on fabrique de nouvelles tarières, l'imagination joue un rôle capital et la modification de l'angle de coupe et le pas des spires de la tarière pourrait rendre une tarière donnée plus performante dans un type de sol que dans un autre. Les variations mineures dans la forme de la tarière ne sont pas critiques, néanmoins, dans certains cas, un jeu d'outils s'est montré légèrement plus performant qu'un autre.

La partie la plus critique de la fabrication d'outils est la fabrication des rallonges de sondage. Les extrémités carrées doivent être parfaitement alignées avec l'axe de la longueur de la rallonge. Sinon il sera difficile de forer un trou vertical. De plus, tous les trous pour les goupilles de fixation doivent être placés avec précision. Si les trous de goupilles ne sont pas placés exactement au même endroit, les rallonges ne seront pas totalement interchangeables.

Tarière conique

La tarière conique est un spiral en forme de vis à bois dont la partie la plus large est d'un diamètre de 180 mm. Elle semble être difficile à fabriquer mais en utilisant les gabarits mentionnés dans l'annexe pour couper des spires à partir d'une feuille d'acier de 3 mm d'épaisseur, la fabrication devient facile. Les spires sont ensuite étirés et soudés à l'arbre de la tarière en laissant une distance de 100 mm entre elles.

Au cas où d'autres tarières coniques de dimension différente soient nécessaires, les gabarits peuvent être conçus en divisant la différence entre le diamètre extérieur voulu de la tarière et le diamètre du trou central par quatre fois le nombre de spires. Les gabarits sont établis en traçant ces points sur du papier quadrillé et en les reliant avec une courbe régulière. Le diamètre du trou central est calculé avec la formule ci-après:

$$D = \sqrt{C^2 + S^2}$$

où:

D = Diamètre du trou central

C = Circonférence de l'arbre de la tarière

S = Distance entre les spires

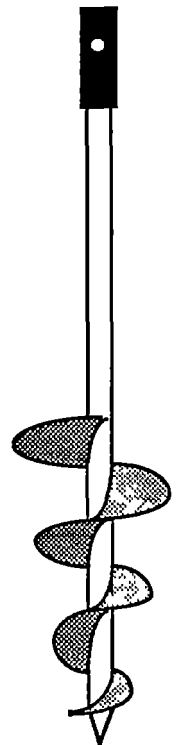


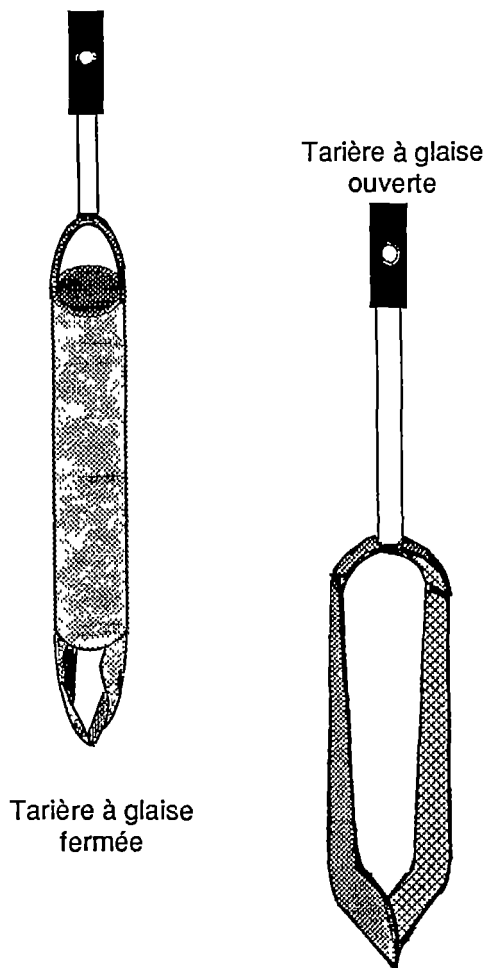
Fig 4: Tarière conique

Tarière conique fermée

La tarière conique fermée a été conçue à l'origine par Ken Hills et fonctionne très bien au-dessous de la nappe phréatique en zone sablonneuse. Cette tarière combine les actions d'une puisette à sable et d'une tarière, et est utilisée en combinant une rotation et des mouvements de haut en bas. Sa forme est semblable à celle de la tarière mentionnée ci-dessus mais la partie la plus large est munie d'un rabat en cuir. Le rabat empêche le sable de s'échapper de la tarière quand elle est soulevée même pendant son utilisation à deux mètres ou plus au-dessous de la nappe phréatique. Les deux spires supérieures ont exactement le même diamètre que l'intérieur du tuyau PVC à paroi épaisse de 110 mm de diamètre et de 450 mm de long. Une fois que la tarière est hors du trou on peut vider la tarière en tapant doucement sur le tuyau PVC et en faisant glisser vers le haut. Le fait de plonger cette tarière développe également le puits en augmentant la perméabilité de la nappe phréatique adjacente au puits, et par conséquent sa capacité.



Fig 5: Tarière conique fermée



Tarières à glaise

Les tarières à glaise sont utilisées dans les sols ayant une haute teneur en argile. Elles peuvent être utilisées soit avant, soit après avoir atteint la nappe phréatique. Elles creusent plus rapidement que les tarières en spirale lorsqu'on travaille en milieu argileux. La tarière à glaise fermée est fabriquée à partir d'une section de tuyau en acier de 450 mm de long avec le diamètre souhaité (180 mm ou 110 mm), dont l'extrémité inférieure est coupée pour former des lames coupantes en forme de cuillère qui sont aiguisées sur leurs bords d'attaque. Les tarières à glaise ouvertes peuvent être fabriquées en coupant le tuyau en bandes longitudinales tel qu'indiqué au schéma.

Fig 6: Tarières à glaise

Rallonges de sondage de la tarière et la poignée

Toutes les tarières mesurent environ 1 m de long et sont dotées de raccords femelles fabriqués à partir de sections de tubes carré de 35 x 35 mm. Les rallonges de sondage de la tarière de 1,5 à 3 m de long sont fabriquées à partir de tubes d'acier galvanisé de 27 mm de diamètre. Des points de fixation pour la poignée sont placés tous les mètres tout au long des 3 mètres de rallonge et au milieu de la rallonge de 1,50 m. Une des extrémités de la rallonge est munie d'un raccord mâle fabriqué à partir d'une section de tube carré de 30 x 30 mm qui s'emboîte dans le raccord femelle de la tarière. L'autre extrémité de la rallonge est munie d'un raccord femelle identique à celui se trouvant sur la tarière. Le nombre de rallonges de 3m de longueur nécessaires dépend de la profondeur du trou à forer mais chaque jeu d'outils ne nécessite qu'une rallonge de 1,5 m. La poignée de la tarière est une simple poignée en T qui glisse sur la tarière ou sur les rallonges de tarière, et qui est fixée à l'aide d'une goupille de raccordement. L'emplacement des trous pour les goupilles de raccordement est très important lorsqu'il s'agit de s'assurer de l'interchangeabilité des rallonges et des tarières. Au cours de leur utilisation, les goupilles sont bloquées par de bouts de fil de fer pour éviter qu'elles ne se détachent, ce qui provoquerait la perte de la tarière et de la rallonge.

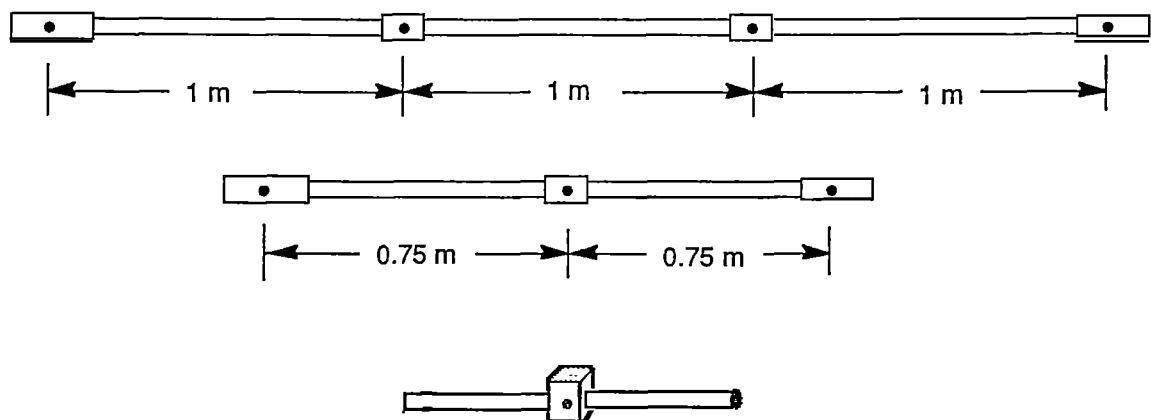


Fig 7: Longue et courte rallonges et poignée

Collier de serrage

Un collier de serrage est fixé autour du tuyau PVC et bien reserré afin de permettre d'exercer une force descendante sur le cuvelage. Il est fabriqué à partir d'une section de tube en acier de 150 mm de long avec un diamètre approximativement identique à celui du

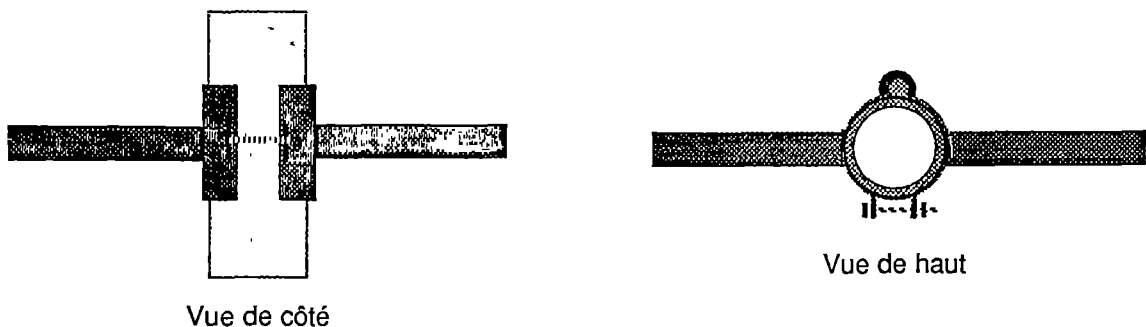


Fig 8: Collier de serrage

cuvelage. Le tube en acier est découpé en façon longitudinale et articulé de sorte qu'on puisse bien le serrer. Les poignées sont soudées au tuyau d'acier pour permettre aux utilisateurs de s'asseoir ou de se tenir debout pour exercer une pression descendante nécessaire pour contraindre le cuvelage à pénétrer dans le sol. Au cas où le puits tarit ou n'a pas assez d'eau le collier de serrage peut également servir à extraire le tube du sol en soulevant grâce à deux vérins hydrauliques.

Collier de retenue

Le collier de retenue est un outil simple mais important. Il sert de support aux rallonges de sondage pendant l'emboîtement et le désemboîtement et évite la perte de la tarière et des rallonges. Il est fabriqué à partir d'une plaque en acier de 3 mm d'épaisseur avec une entaille à l'intérieur. La languette de l'entaille ne doit pas enlevée mais recourbée par dessous pour éviter que le collier ne glisse hors du tube.

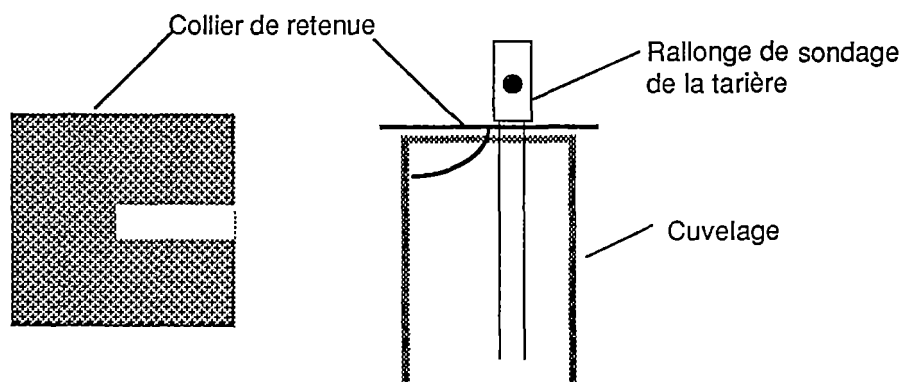


Fig 9: Collier de retenue

Puisette

La puisette est simple à fabriquer et facile à utiliser. Des artisans villageois ont été formés pour les fabriquer et les réparer au niveau du village. Elle entre facilement à l'intérieur du puits tuyau et a une capacité de 7 litres environ.

Avant, on utilisait un tube PVC à paroi épaisse mais les inconvénients du coût plus élevé et du poids plus lourd ne semblent pas être compensés de manière significative par une plus grande durabilité. Actuellement, la puisette est fabriquée à partir d'une section de tube PVC de paroi mince de 0,83 m de long et 110 mm de diamètre, renforcé aux extrémités supérieures et inférieures par des tronçons de tube PVC à paroi épaisse. Une anse est fixée à l'extrémité supérieure de la puisette pour constituer un point de récupération au cas où la corde se casserait.

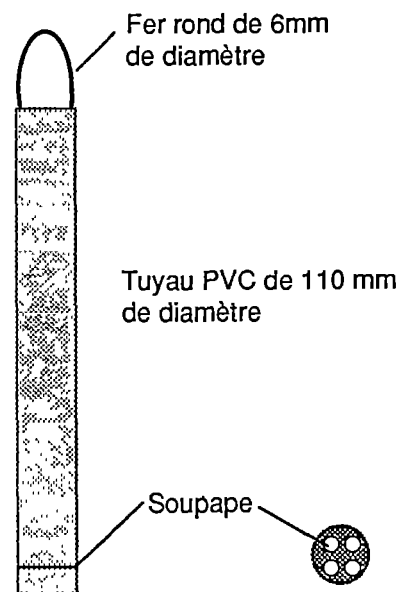


Fig 10: Puisette

Plusieurs modèles ont été utilisés avec des variations essentiellement au niveau du soupape. Deux modèles sont en expérimentation en ce moment, et dans les deux cas le disque de la soupape est fabriqué localement à partir d'aluminium fondu. Le premier modèle est un simple disque plat avec quatre grands trous qui sont percés et un clapet en caoutchouc fixé au centre du disque avec un boulon. Le modèle est facile à construire et est très durable, mais il faut renverser la puisette pour la vider. Le second modèle a été développé pour répondre aux doléances des paysans qui se plaignaient que le fait de renverser la puisette prenait trop de temps, surtout pour l'irrigation gravitaire. Le modèle "amélioré" utilise une soupape qui permet de vider la puisette en la plaçant simplement sur une surface dure (une plaque de pierre ou de béton), et l'eau s'écoule à partir du fond. LWR expérimente également une puisette de 2 m de long ayant une capacité de 17 litres. Le modèle est semblable au modèle amélioré mais il nécessite une armature de levage et une poulie pour la soulever.

REFERENCES

- Blankwaardt, Bob. "Hand Drilled Wells." Rwegarulila Water Resources Institute, P.O. Box 35059, Dar es Salaam, Tanzania, 1984.
- Chleq, Jean-Louis and Hugues Dupriez. "Eau et Terres en fuite, métiers de l'eau du Sahel." Terres et Vie, Nivelles, Belgium, 1984.
- DHV Consulting Engineers. "Shallow Wells", 2nd ed. Amersfoort, The Netherlands, December 1979.
- Gibson, Ulric P. and Rexford D. Singer. "Water Well Manual." Premier Press, Berkeley, California, 1971.
- Koegel, R.G. "Self-help Wells." FAO Irrigation and Drainage Paper N° 30. Rome, 1975.
- Peace Corps. "Program and Training Journal: Wells Manual." Washington, D.C., 1975.

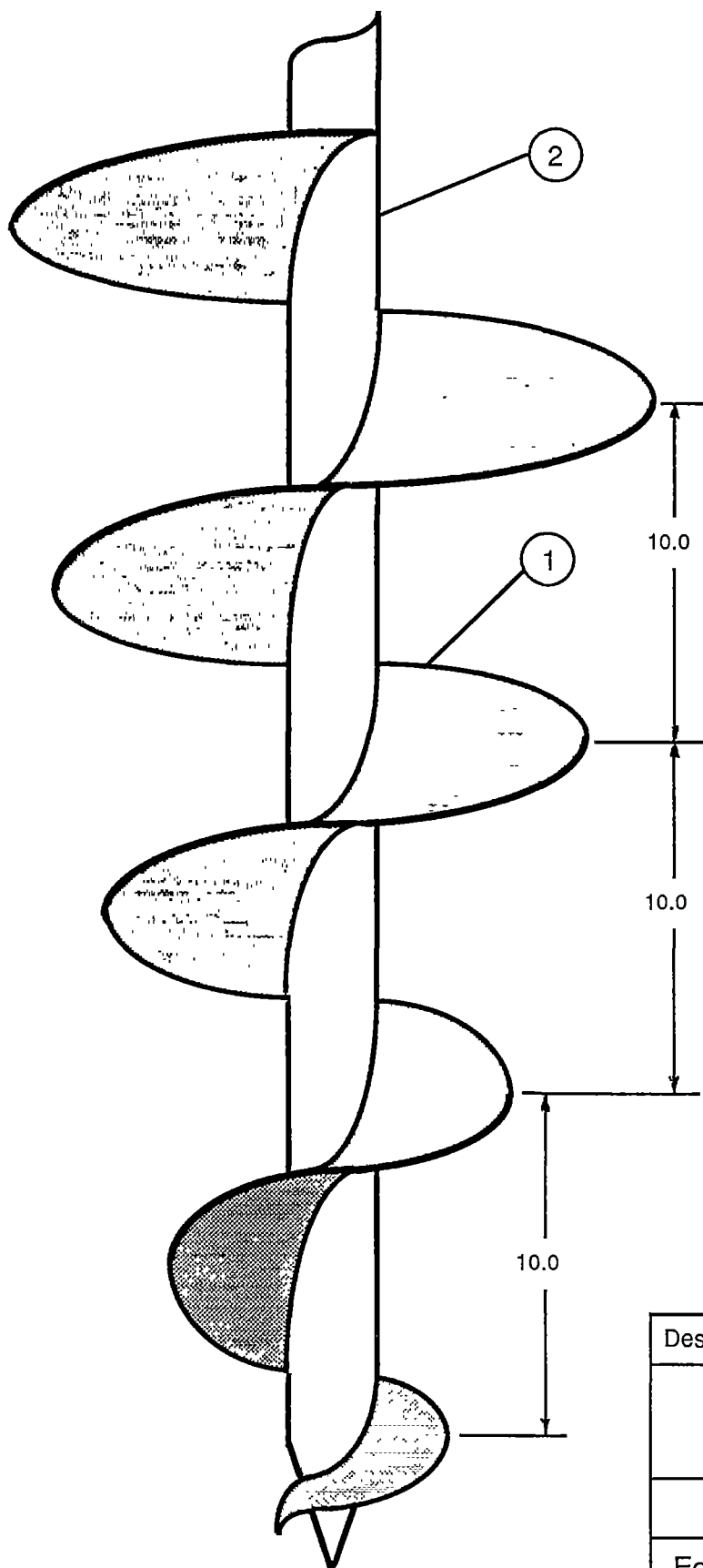


Annexe

Dessins en Détails

pour la

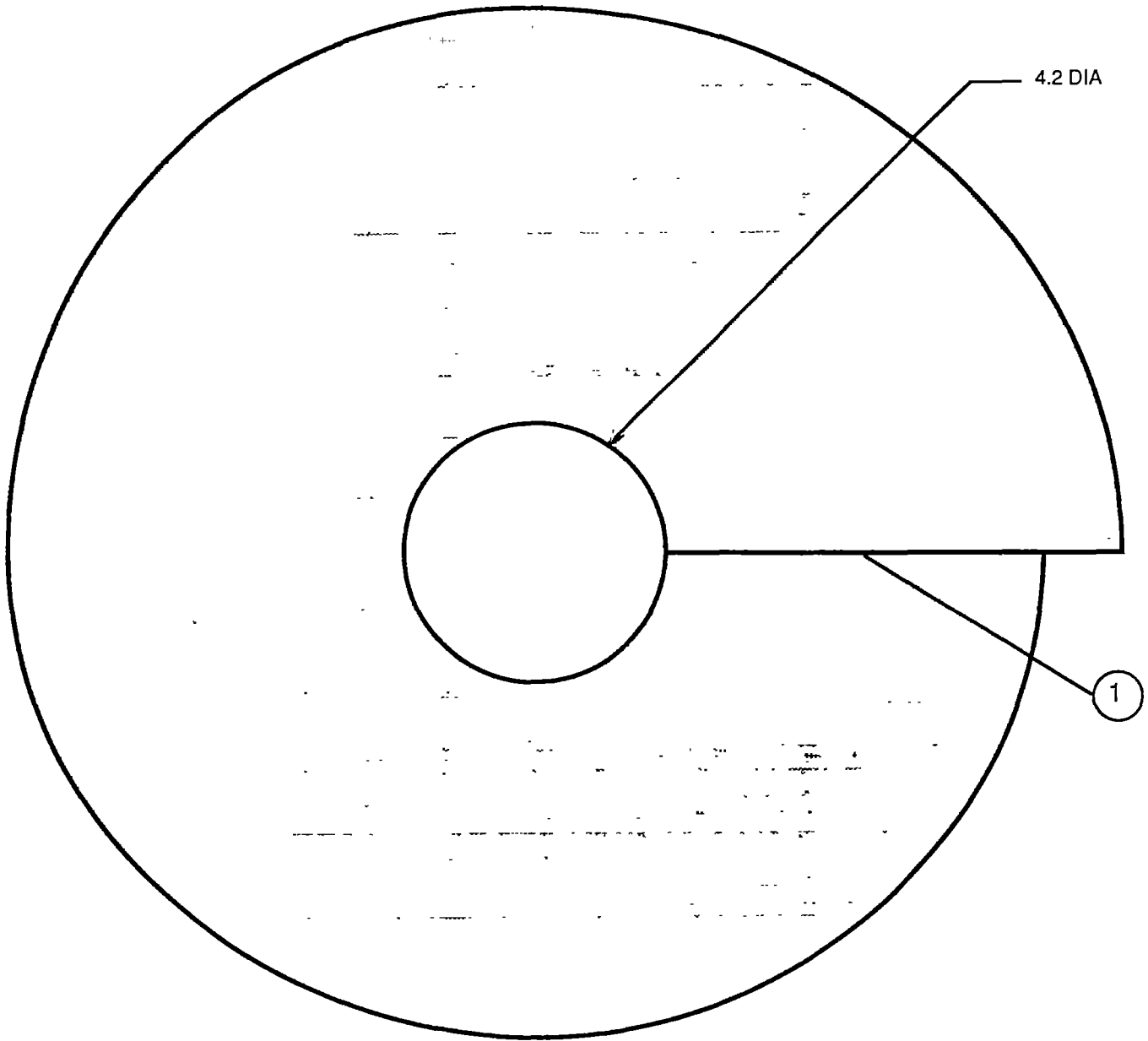
Fabrication des Outils



Notes:

1. Les spires sont coupées dans du fer plat de 3 mm d'épaisseur selon les gabarits des feuilles 2 à 4. Elles sont ensuite étirées et soudées à l'arbre de la tarière à une distance de 10 cm entre chaque, formant une spirale continue.
2. L'arbre de tarière est fait en tuyau d'acier galvanisé de 27 mm de diamètre avec une épaisseur de paroi de 2,5 mm. (une paroi de 2,1 mm peut aussi être utilisé mais l'arbre ne sera pas assez solide)
3. La tête de la tarière a la même forme que le bout femelle de la rallonge. Voir les plans des rallonges pour les détails.
4. Longueur totale est 1,10 m.

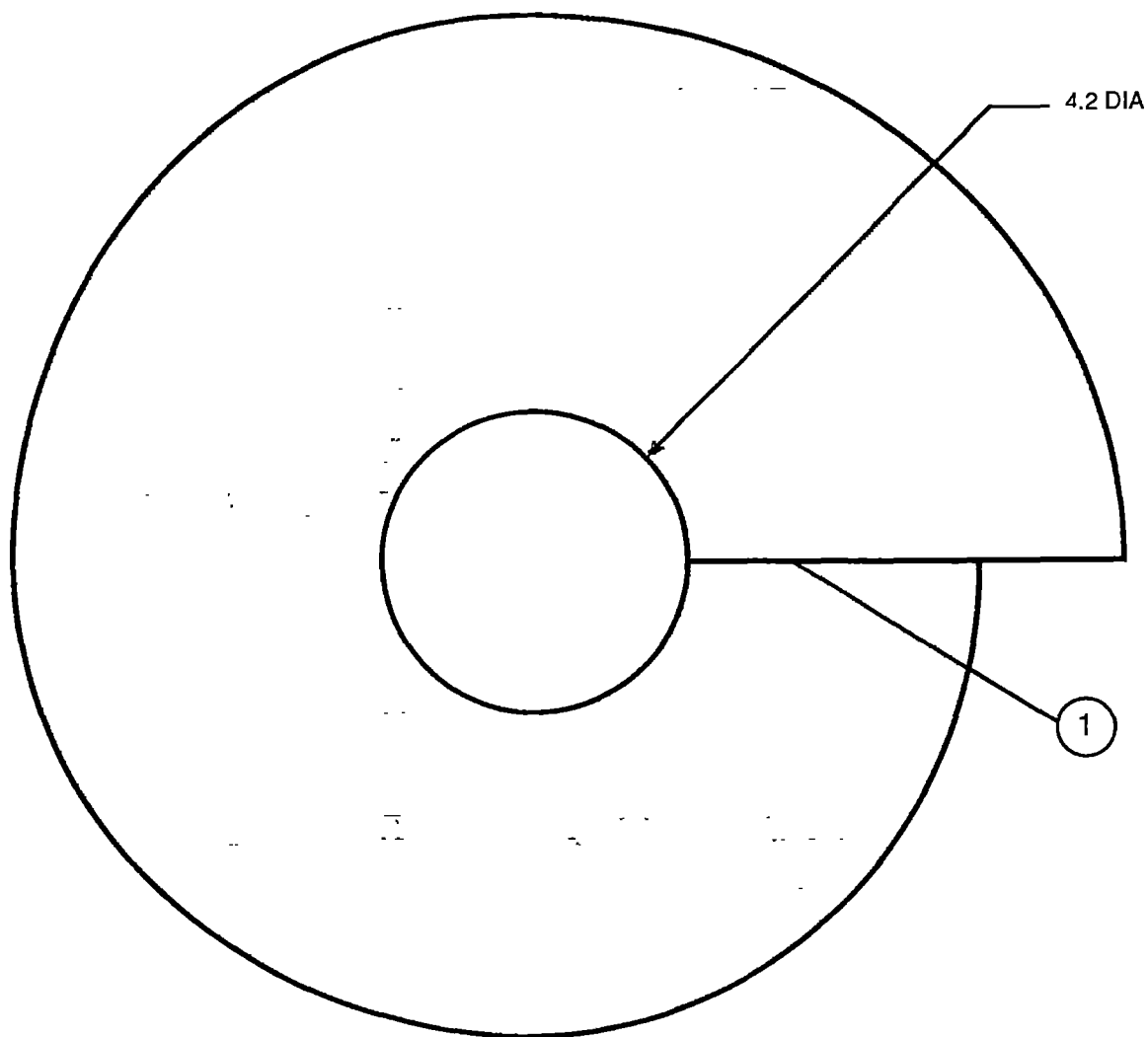
Dessiné: J. Naugle	Date: 4 décembre 1990
Tarière Conique	Tarière conique de 18 cm de diamètre
Lutheran World Relief Niamey, Niger	
Echelle 1 : 2	Dimensions en centimètres
	Feuille 1 de 4



Notes:

1. Couper sur la ligne et étirer afin de former la spire. Le bord le plus court est soudé à la spire immédiatement plus petite.
2. Le gabarit est de grandeur nature et peut être utilisé pour tracer la spire sur le fer plat.

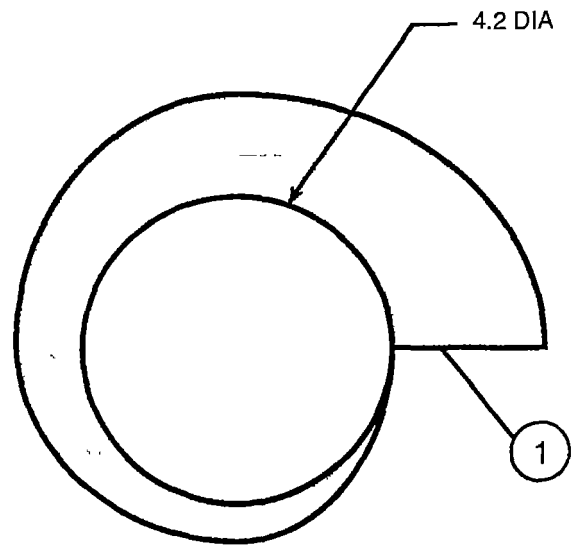
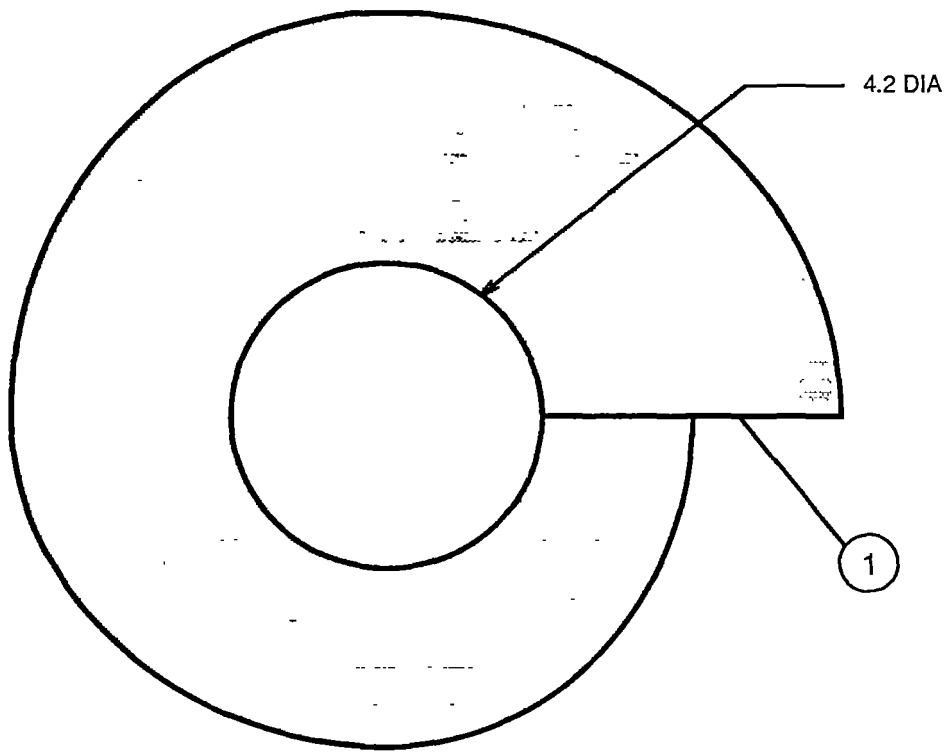
Dessiné: J. Naugle		Date: 4 décembre 1990
Tarière Conique		Gabarit de spire supérieure. Tarière conique de 18 cm de diamètre
Lutheran World Relief Niamey, Niger		
Echelle 1 : 1	Dimensions en centimètres	Feuille 2 de 4



Notes:

1. Couper sur la ligne et étirer afin de former la spire. Le bord le plus court est soudé à la spire immédiatement plus petite et le bord le plus long est soudé à la spire immédiatement plus grande.
2. Le gabarit est de grandeur nature et être utilisé pour tracer la spire sur le fer plat.

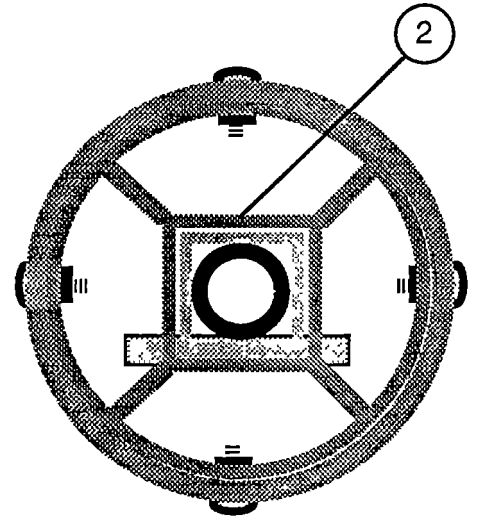
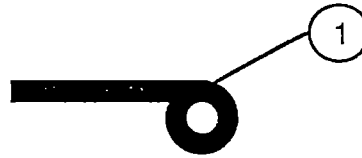
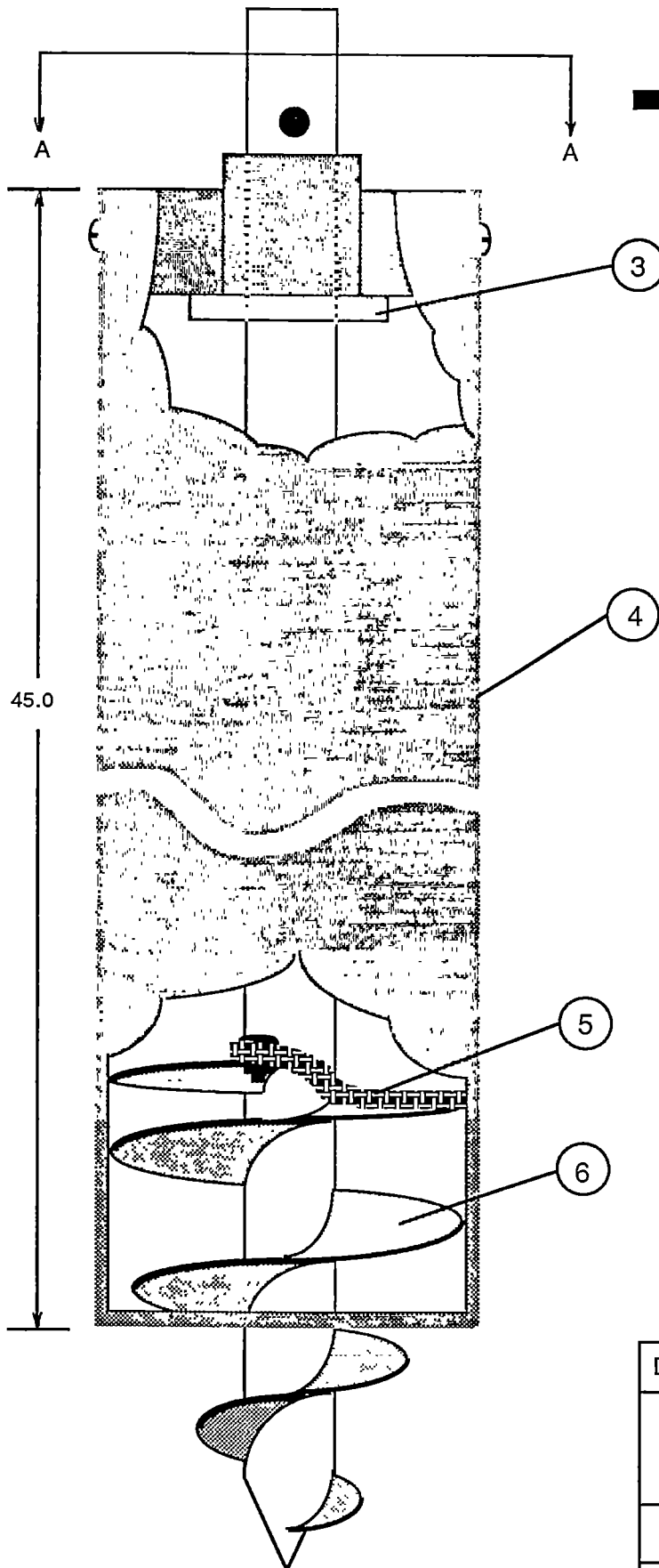
Dessiné J. Naugle	Date: 4 décembre 1990
Tarière Conique	Gabarit de deuxième spire. Tarière conique de 18 cm de diamètre
Lutheran World Relief Niamey, Niger	
Echelle 1 : 1	Dimensions en centimètres
	Feuille 3 de 4



Notes:

1. Couper sur la ligne et étirer afin de former la spire. Le bord le plus court est soudé à la spire immédiatement plus petite et le bord le plus long est soudé à la spire immédiatement plus grande.
2. Les gabarits sont de grandeur nature et peuvent être utilisés pour tracer les spires sur le fer plat.

Dessiné: J. Naugle		Date: 4 décembre 1990
Tarière Conique		Gabarits des spires inferieures. Tarière conique de 18 cm de diamètre
Lutheran World Relief Niamey, Niger		
Echelle 1 : 1	Dimensions en centimètres	Feuille 4 de 4

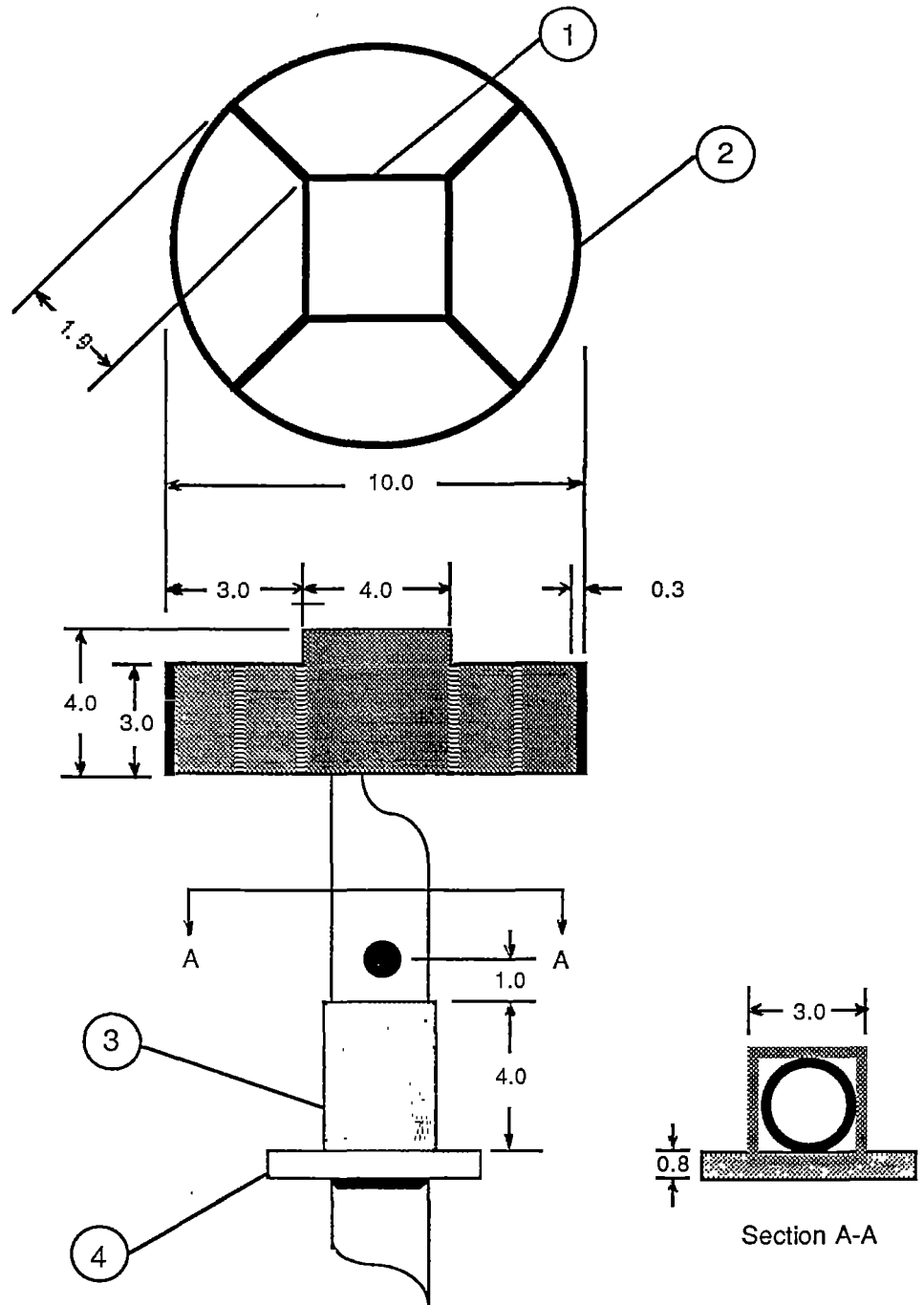


Section A-A

Notes:

1. La goupille empêche le tube de tarière de monter pendant l'utilisation. Elle est attachée à l'anneau de support par une chaîne.
2. Anneau de support de tube de tarière, pour détails voir Feuille 2.
3. Cale de tube de tarière, soudée à l'arbre de tarière.
4. Tube de tarière, en tuyau PVC, diam. ext. 110 mm, épaisseur de 5 mm
5. Rabat en cuir, pour détails voir Feuille 3.
6. Tarière conique de 10 cm de diamètre, pour détails voir Feuille 2.

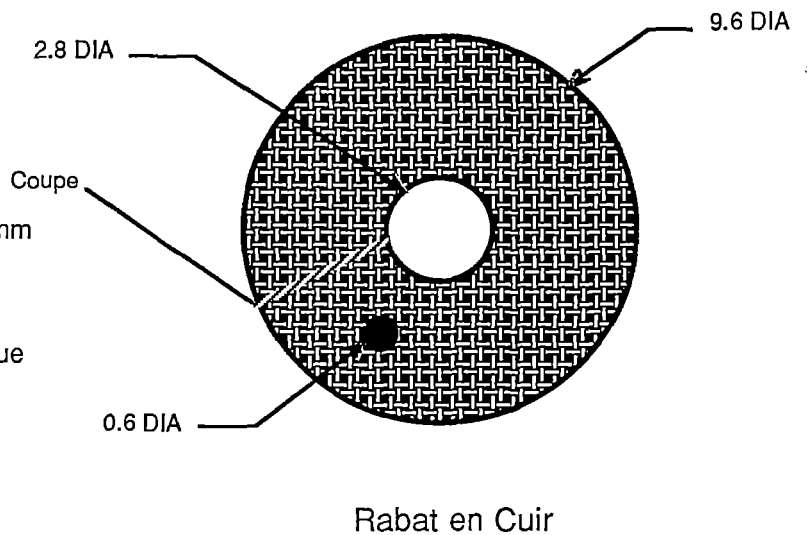
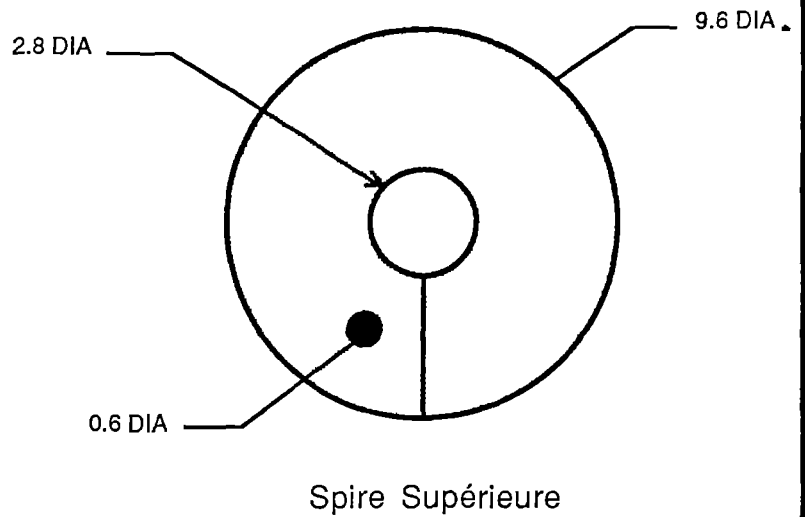
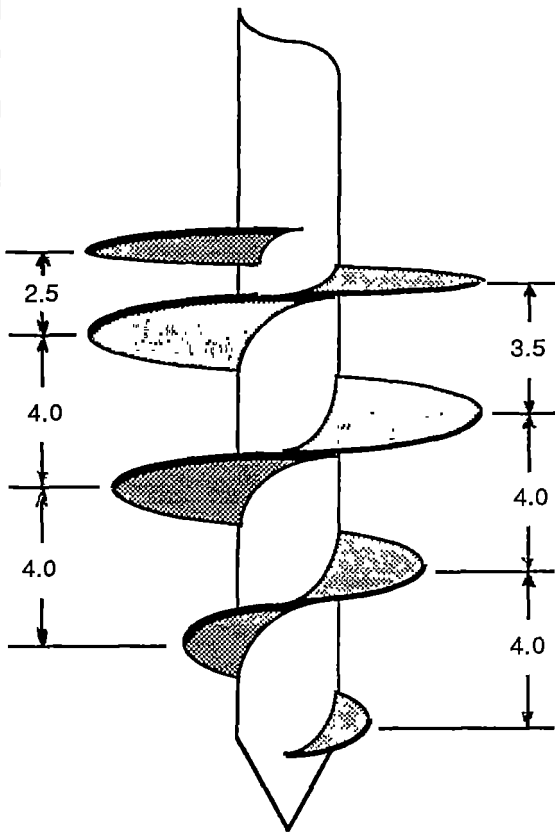
Dessiné: J. Naugle	Date: 6 décembre 1990
Tarière Fermée	Extrémité inférieure complète
Lutheran World Relief Niamey, Niger	
Echelle 1 : 2	Dimensions en centimètres
Feuille 1 de 4	



Notes:

1. Tube carré de 40 x 40 mm, épaisseur de paroi de 3 mm.
2. Fer plat, 30 mm de largeur et 3 mm d'épaisseur, façonné en cercle de 10 cm de diamètre.
3. Tube carré de 30 x 30 mm, épaisseur de paroi de 1,5 mm.
4. Fer rond de 8 mm de diamètre soudé à l'arbre de tarière.

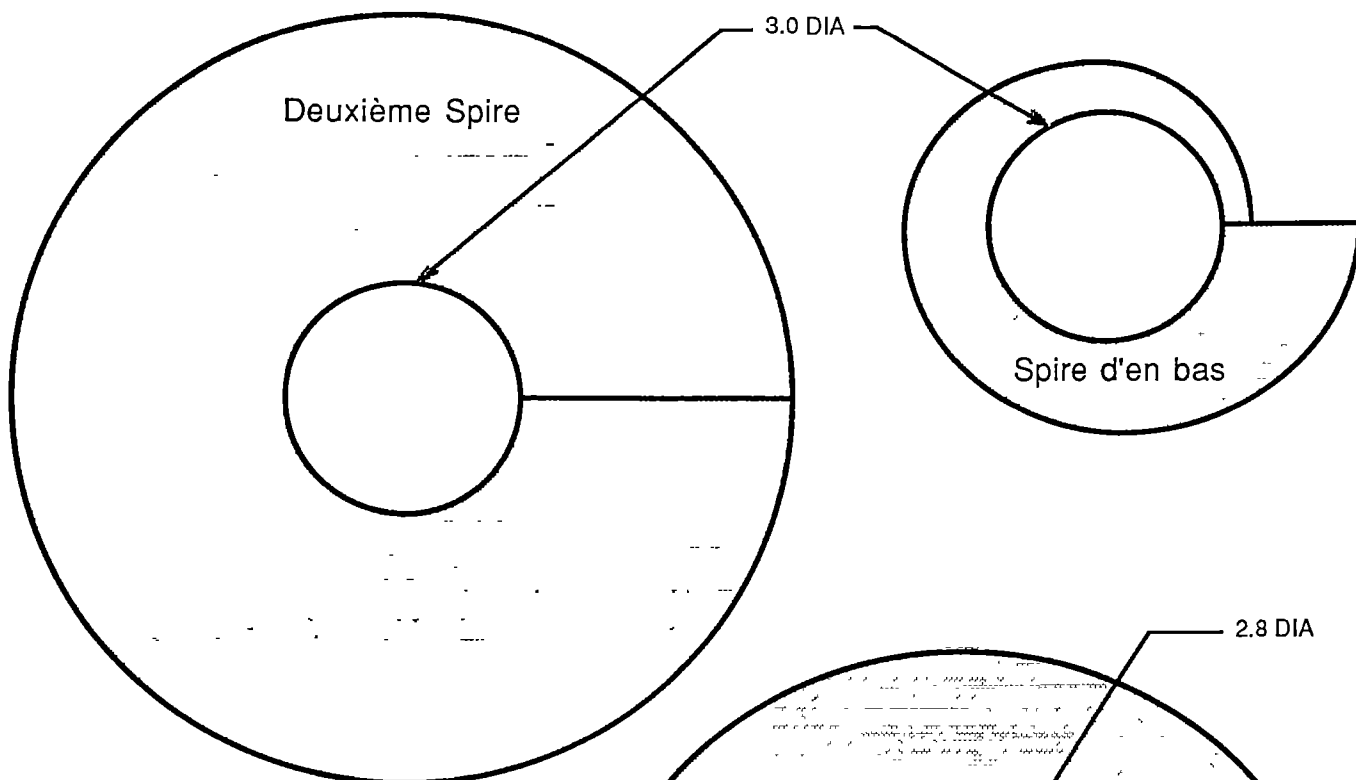
Dessiné: J. Naugle	Date: 6 décembre 1990	
Tarière Fermée	Détails de l'attache supérieure du tube de tarière	
Lutheran World Relief Niamey, Niger		
Echelle 1 : 2	Dimensions en centimètres	Feuille 2 de 4



Notes:

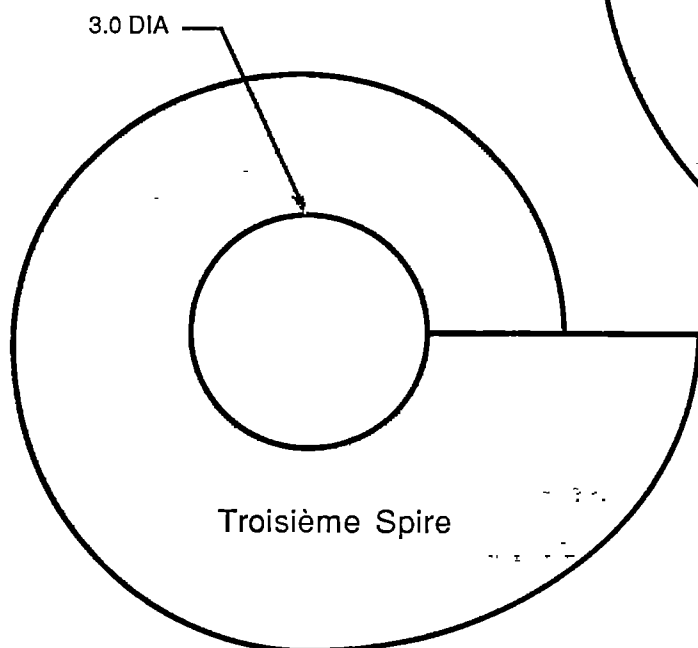
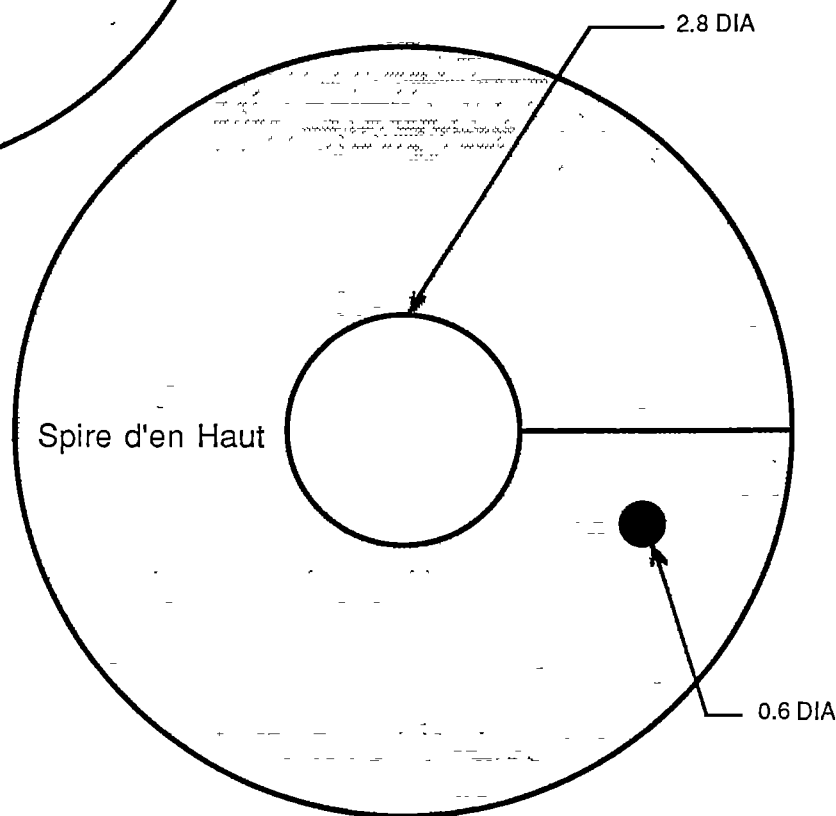
1. Les spires sont coupées dans du fer plat de 3 mm d'épaisseur selon les gabarits de la feuille 4. Elles sont ensuite étirées et soudées à l'arbre de la tarière à une distance de 4 cm entre chaque sauf pour la plus haute qui est à 2 cm, formant ainsi une spirale continue.
2. L'arbre de tarière est fait en tuyau d'acier galvanisé de 27 mm de diamètre avec une épaisseur de paroi de 2,5 mm. (une paroi de 2,1 mm peut aussi être utilisé mais l'arbre ne sera pas assez solid)
3. La tête de la tarière a la même forme que le bout femelle de la rallonge. Voir les plans des rallonges pour les détails.
4. Longueur totale est 1,10 m.
5. Le rabat en cuir est attaché à la spire supérieure avec un boulon de 6 x 15 mm.

Dessiné: J. Naugle		Date: 6 décembre 1990
Tarière Fermée		Détails de la tarière de 10cm de diamètre et rabat en cuir
Lutheran World Relief Niamey, Niger		
Echelle 1 : 2	Dimensions en centimètres	Feuille 3 de 4

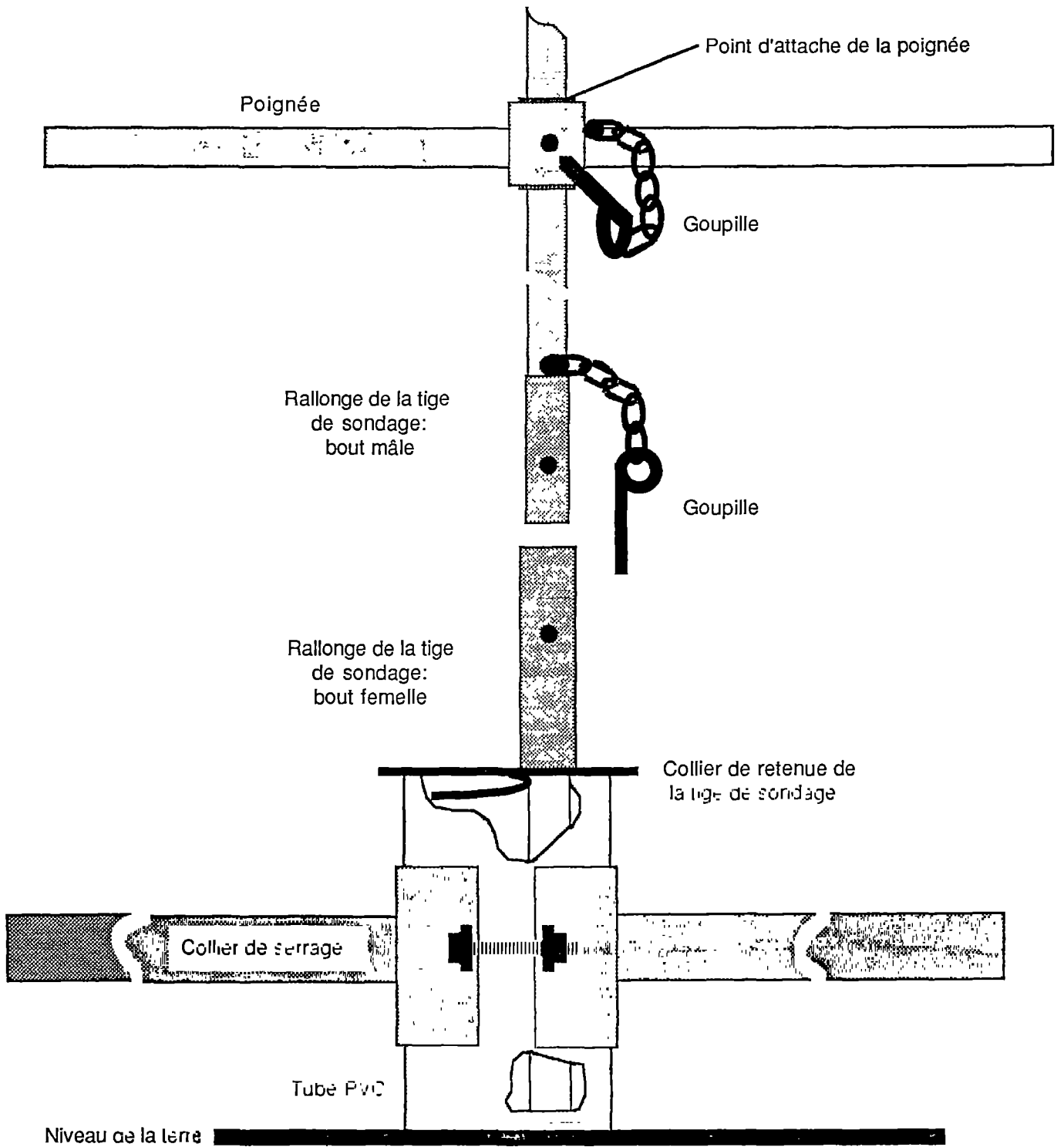


Notes:

1. Les gabarits sont de grandeur nature et peuvent être utilisés pour tracer les spires sur le fer plat.



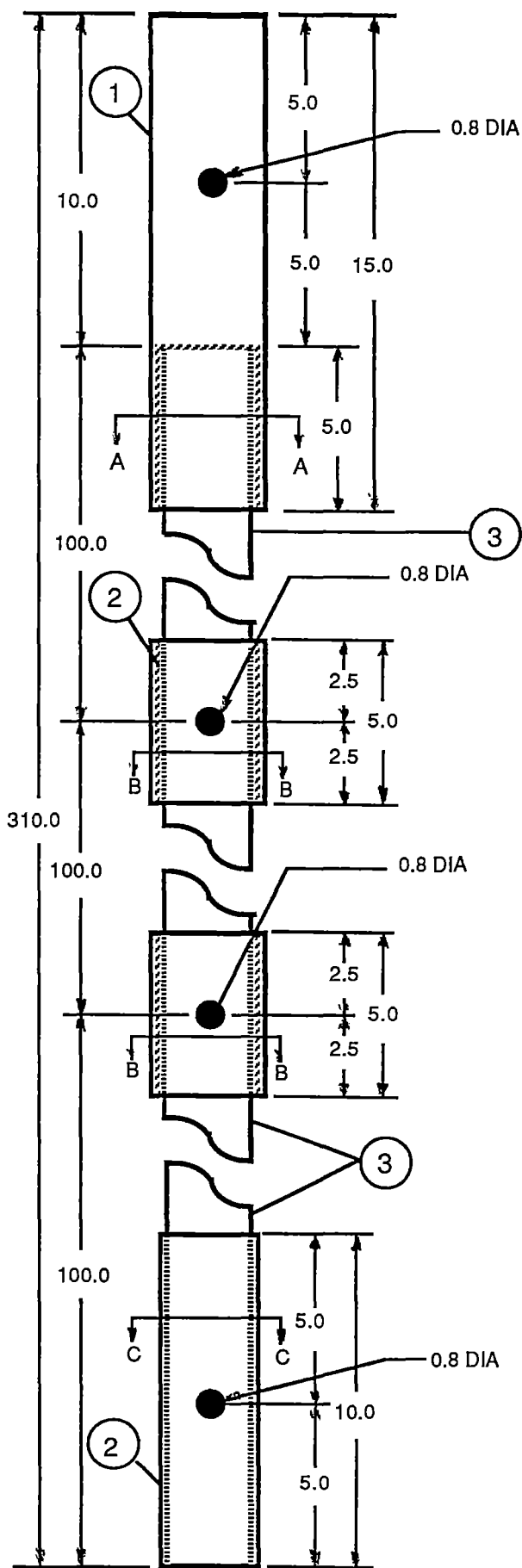
Dessiné: J. Naugle	Date: 5 décembre 1990
Tarière Fermée	Gabarits des spires
Lutheran World Relief Niamey, Niger	
Echelle 1 : 1	Dimensions en centimètres
	Feuille 4 de 4



Notes:

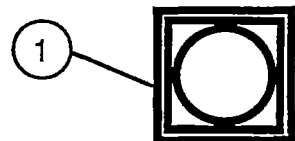
1. Pour les détails des outils, voir les feuilles suivantes.

Dessiné: J. Naugle	Date: 22 janvier 1991	
Outils Additionnels	Chantier	
Lutheran World Relief Niamey, Niger		
Illustration		Feuille 1 de 6

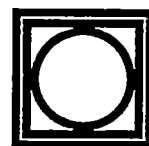


Notes:

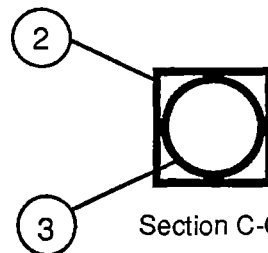
1. Tube carré 35 x 35 mm, épaisseur de paroi de 2 mm.
2. Tube carré 30 x 30 mm, épaisseur de paroi de 2 mm.
3. L'arbre de la rallonge est fait avec du tuyau en acier galvanisé de 27 mm de diamètre avec une épaisseur de paroi de 2,5 mm. (une paroi de 2,1 mm peut aussi être utilisé mais l'arbre ne sera pas assez solide)
4. Tous les trous des goupilles sont centrés sur à l'axe principal de l'arbre de la rallonge.
5. Longueur totale de la rallonge 3,1 m.



Section A-A



Section B-B

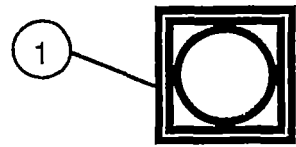
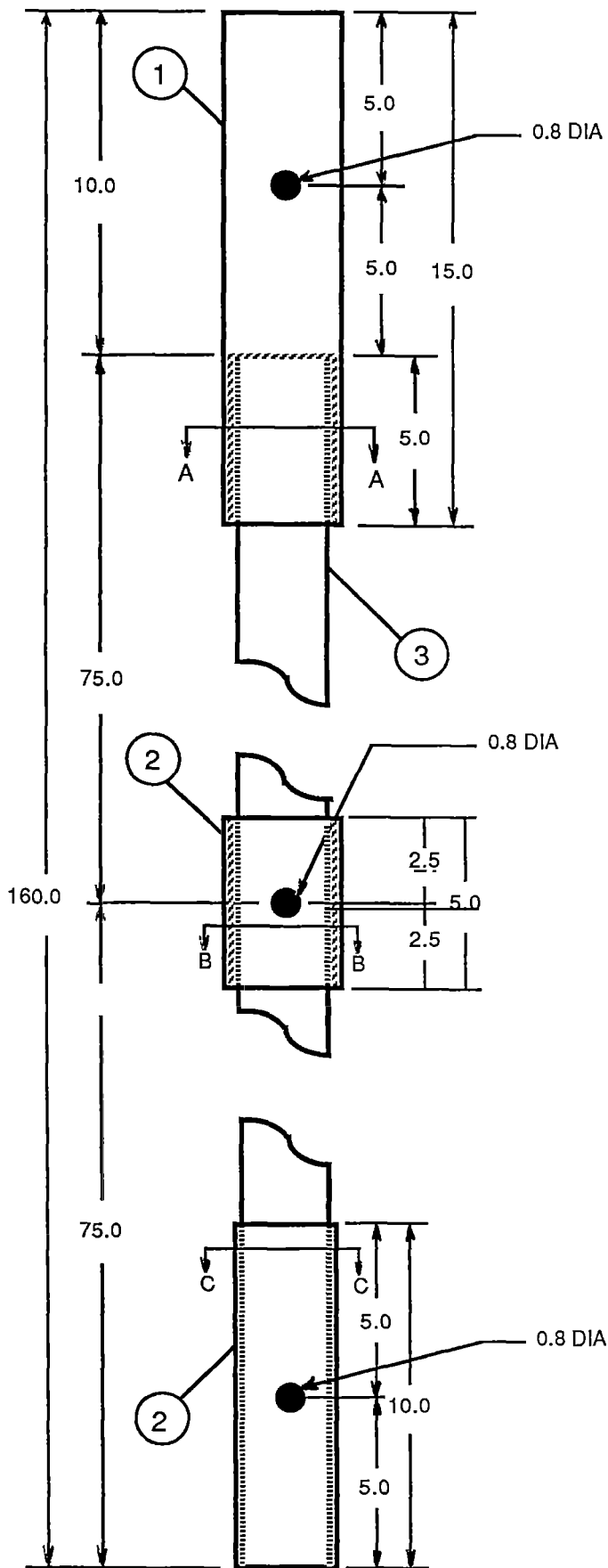


Section C-C

Dessiné J. Naugle	Date: 8 novembre 1990
Outils Additionnels	Rallonge longue de sondage
Lutheran World Relief Niamey, Niger	
Echelle 1 : 2	Dimensions en centimètres
Feuille 2 de 6	

Notes:

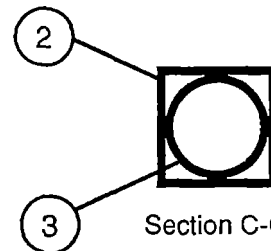
1. Tube carré 35 x 35 mm, épaisseur de paroi de 2 mm.
2. Tube carré 30 x 30 mm, épaisseur de paroi de 2 mm.
3. L'arbre de la rallonge est fait avec du tuyau en acier galvanisé de 27 mm de diamètre avec une épaisseur de paroi de 2,5 mm. (une paroi de 2,1 mm peut aussi être utilisé mais l'arbre ne sera pas assez solide)
4. Tous les trous des goupilles sont centrés sur à l'axe principal de l'arbre de la rallonge.
5. Longueur totale de la rallonge, 1,6 m.



Section A-A

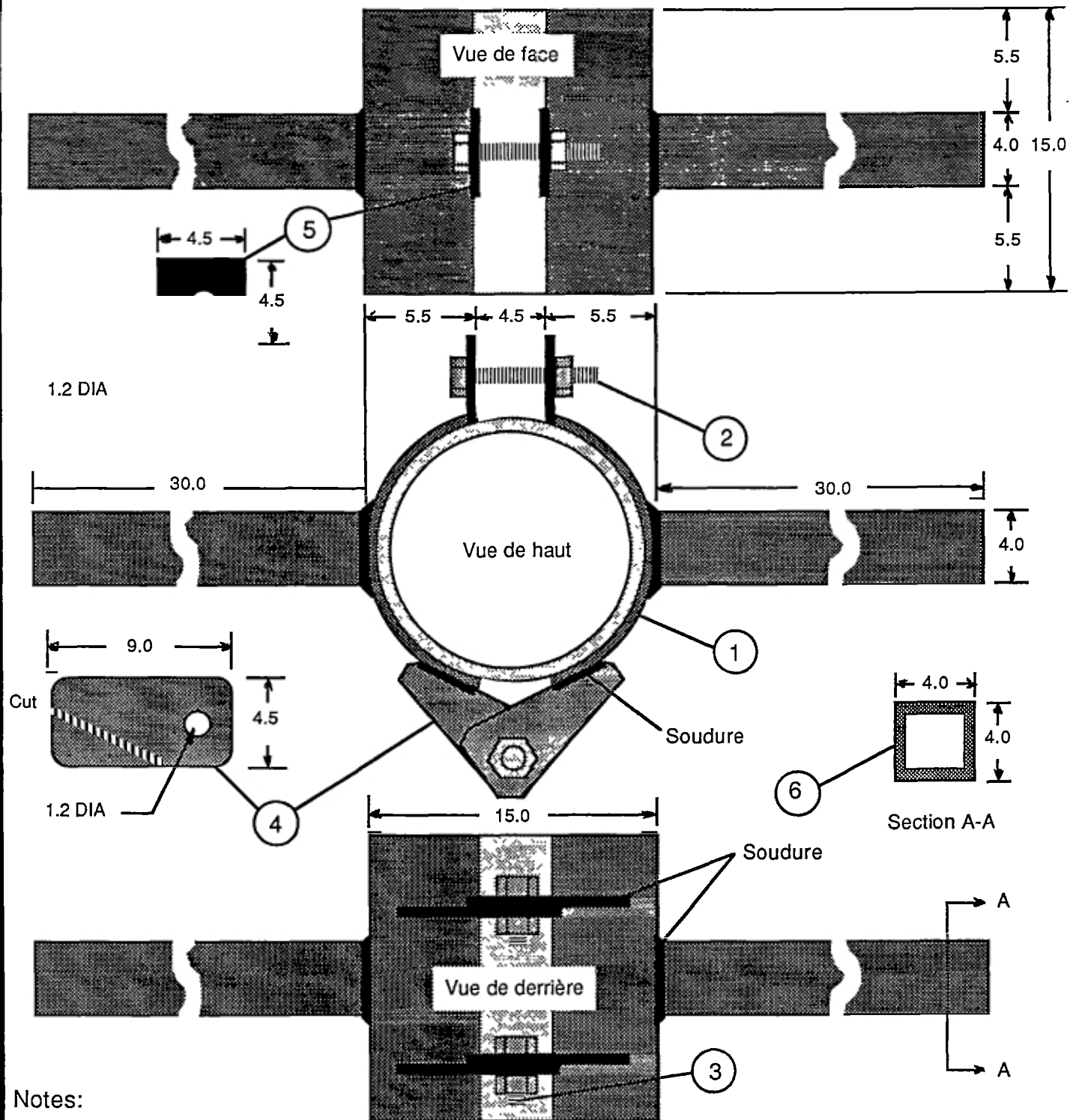


Section B-B



Section C-C

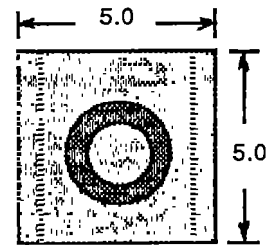
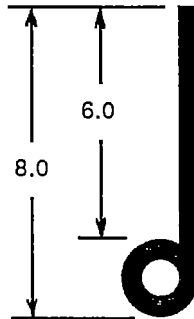
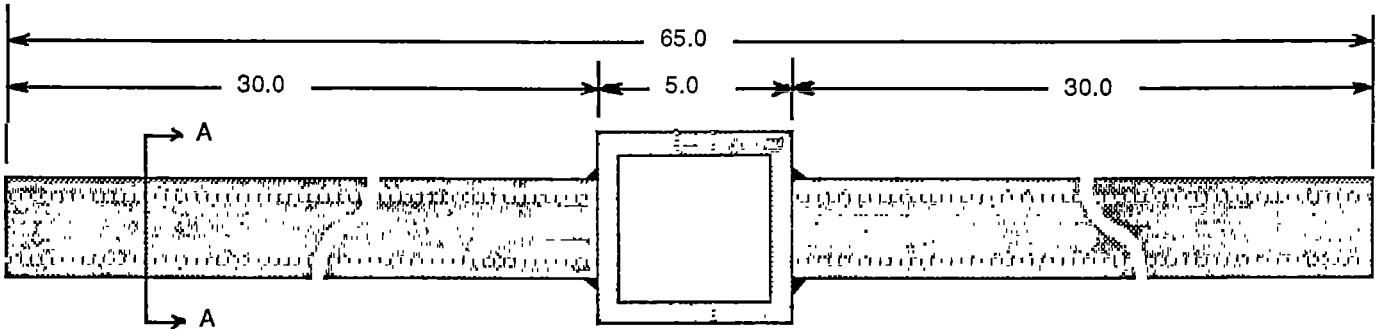
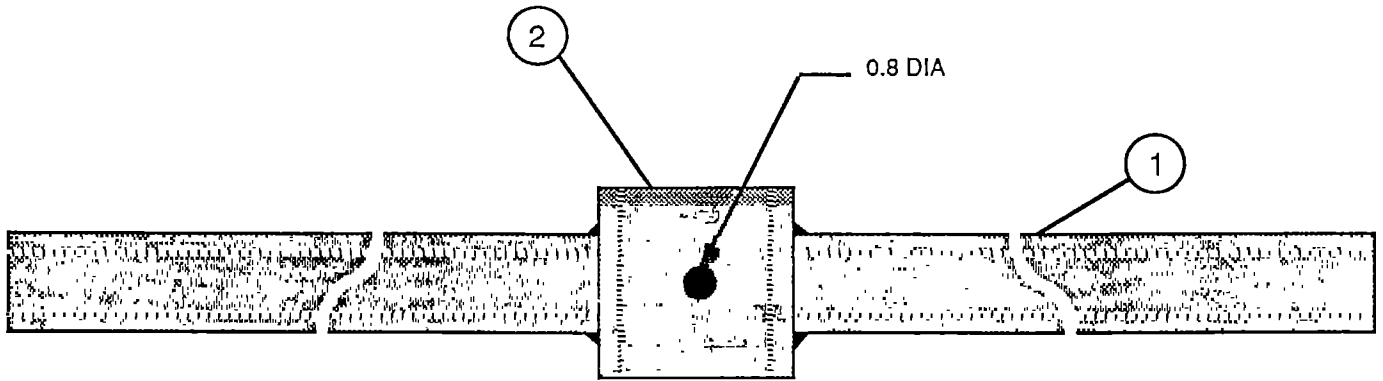
Dessiné: J. Naugle	Date: 8 novembre 1990
Outils Additionnels	Rallonge courte de sondage
Lutheran World Relief Niamey, Niger	
Echelle 1 : 2	Dimensions en centimètres
	Feuille 3 de 6



Notes:

1. Les mâchoires du collier sont façonnées, afin de bien serrer le tube en tuyau de 11,5 à 18 cm de diamètre. L'épaisseur de la paroi de ce tuyau doit être 5 mm.
2. Boulon de 10 mm x 80 mm.
3. Boulons de 10 mm x 25 mm.
4. Gonds coupés dans du fer plat de 5 mm d'épaisseur.
5. Fer plat de 5 mm d'épaisseur.
6. Tube carré en fer 40 x 40 mm de 4 mm d'épaisseur.

Dessiné: J. Naugle		Date: 22 février 1991
Outils Additionnels		Collier de serrage
Lutheran World Relief Niamey, Niger		
Echelle 1 : 3	Dimensions en centimètres	Feuille 4 de 6

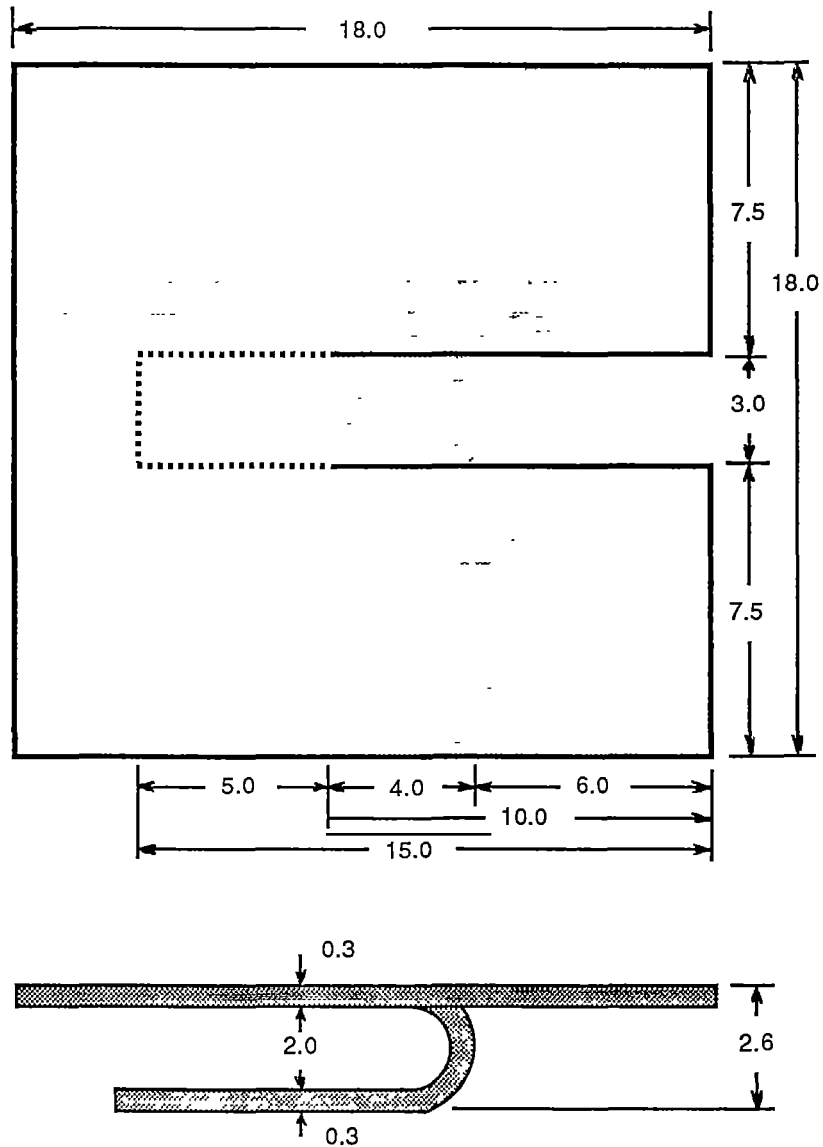


Section A-A

Notes:

1. La poignée de la tarière est faite de tuyau en acier galvanisé de 27 mm de diamètre avec une épaisseur de paroi de 2,5 mm. (une paroi de 2,1 mm peut aussi être utilisé mais la poignée ne sera pas assez solide)
2. Tube carré de 50 x 50 mm avec une épaisseur de paroi de 6mm.

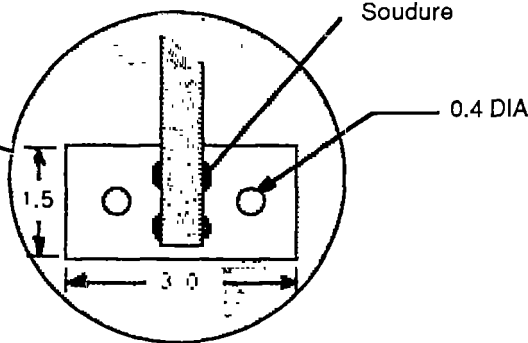
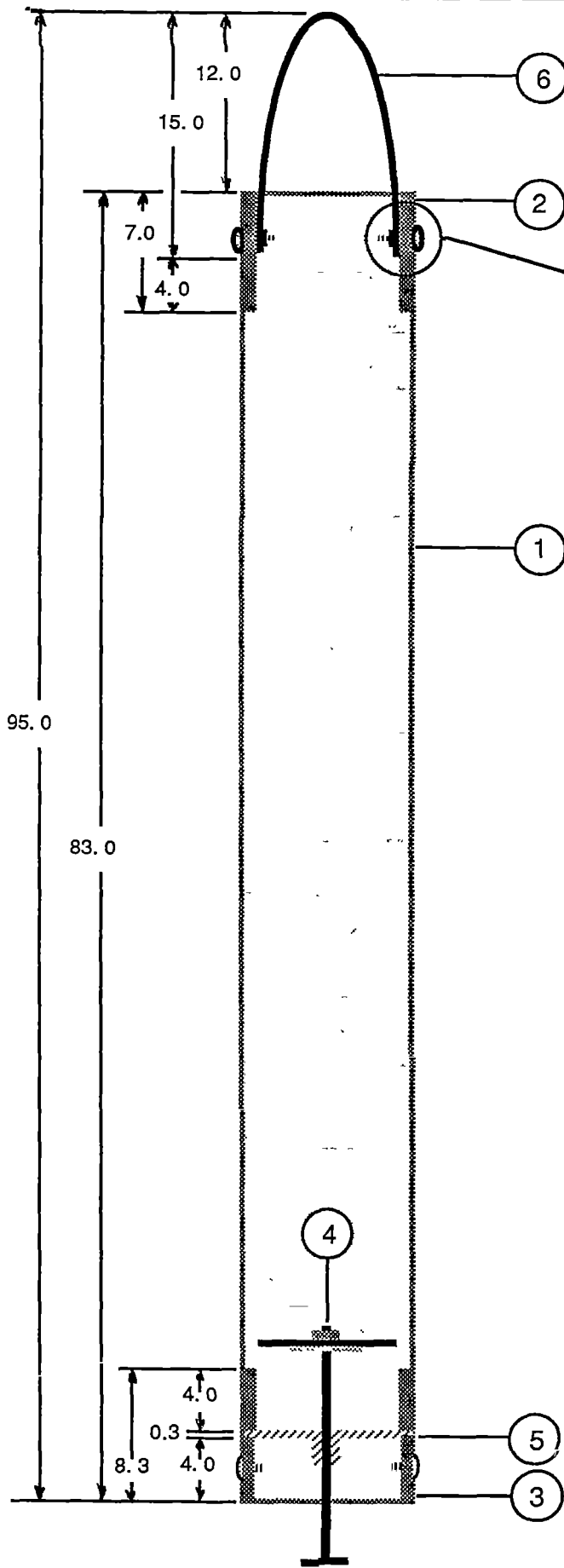
Dessiné: J. Naugle		Date: 24 janvier 1991
Outils Additionnels		Poignée de la tarière
Lutheran World Relief Niamey, Niger		
Echelle 1 : 2	Dimensions en centimètres	Feuille 5 de 6



Notes:

1. Dans une tôle de 18 x 18 cm on pratique 2 fentes à 3 cm l'une de l'autre et de 10 cm de long. La partie de tôle ainsi libérée est recourbée vers l'arrière.

Dessiné: J. Naugle		Date: 24 octobre 1990
Outils Additionnels		Collier de retenue de la tige de sondage
Lutheran World Relief Niamey, Niger		
Echelle 1 : 2	Dimensions en centimètres	Feuille 6 de 6

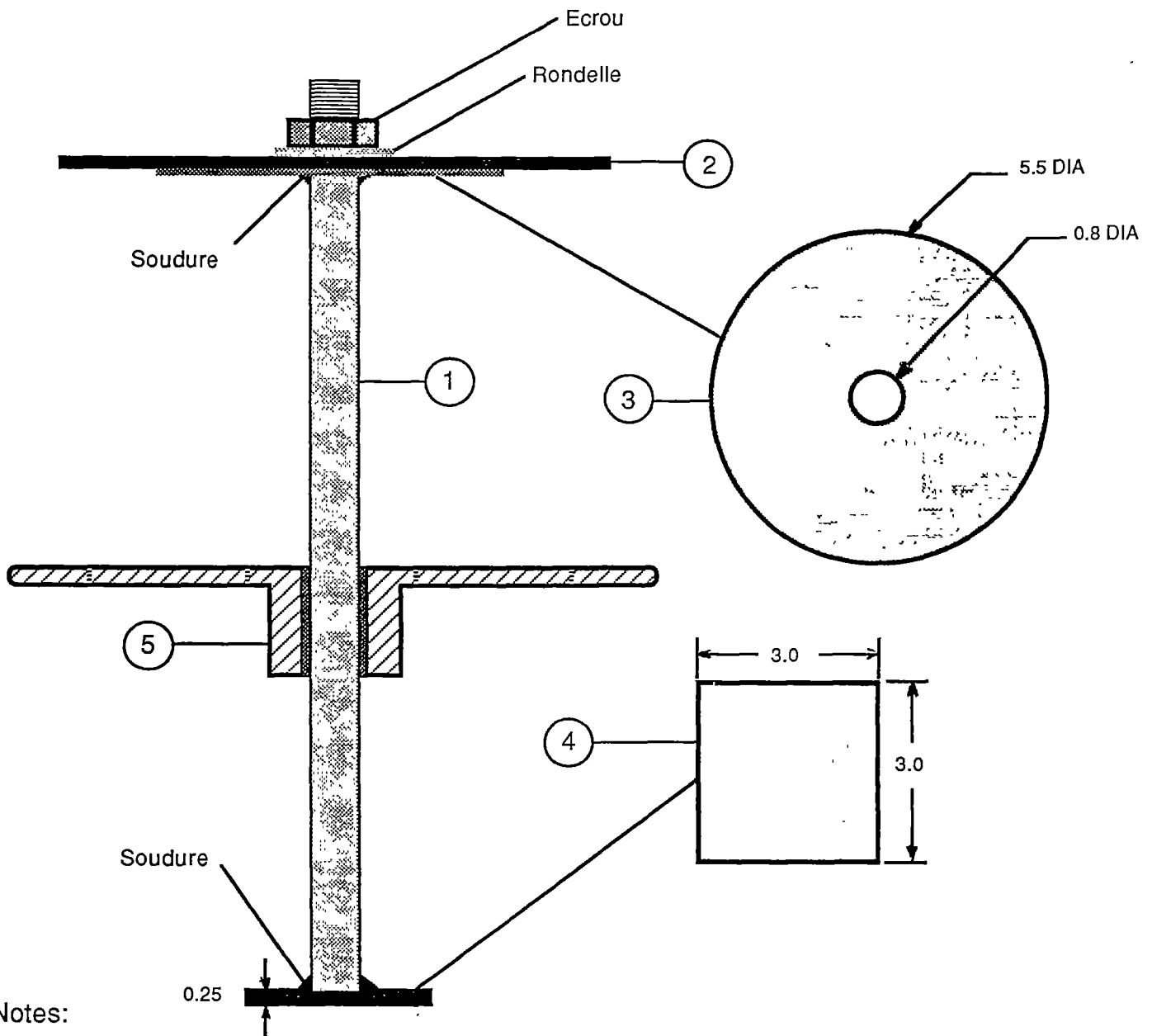


Détail de fixation de l'anse

Notes:

1. Fabriquée d'un tuyau PVC d'évacuation de 11 cm de diam. ext. avec une épaisseur de paroi de 2,5 mm.
2. Les renforts de puisette, en haut et en bas, sont faits de tronçons de tuyau PVC renforcé de 11 cm de diam. ext. avec une épaisseur de paroi de 6 mm. Une encoche de 1,6 cm de large est enlevée de la circonférence afin de faire entrer le renfort dans la puisette.
3. Le renfort en bas est attaché à la puisette avec deux vis, afin de pouvoir enlever le disque de soupape. Les autres renforts sont collés dans la puisette.
4. Clapet - pour détails voir Feuille 2.
5. Disque de soupape - pour détails voir Feuille 3.
6. L'anse est fait de fer rond de 6 mm de diamètre. Des morceaux de fer plat sont soudés au fer rond et attachés à la puisette avec quatre boulons de 4 mm X 20 mm.

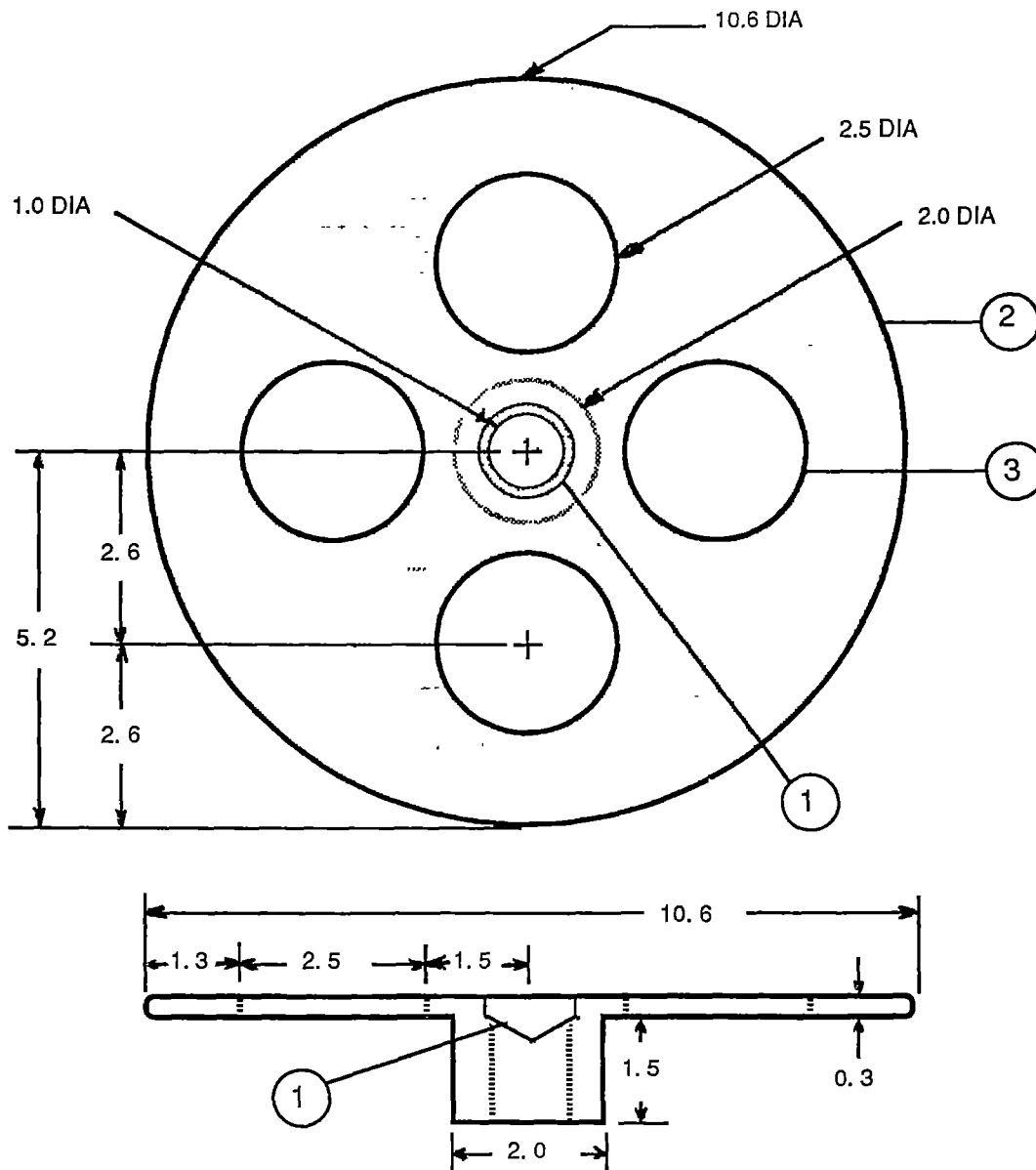
Dessiné: J. Naugle		Date: 24 octobre 1990
Puisette	Puisette complète	
Lutheran World Relief Niamey, Niger		
Echelle 1 : 4	Dimensions en centimètres	Feuille 1 de 3



Notes:

1. Tige du clapet - Fer rond de 8 mm de diamètre et de 15 cm de longueur avec un filetage de 1,5 cm en haut.
2. Membrane en caoutchouc - Cercle de 9 cm de diamètre, coupé dans une chambre à air de 2 mm d'épaisseur.
3. Disque - permet l'ouverture de la soupape. Il est fait en tôle galvanisée de 0,75 mm d'épaisseur, et est soudé à la tige du clapet.
4. Il faut placer la tige dans le trou du disque de la soupape avant de souder le fer plat à la tige.
5. Disque de la soupape - Pour détails voir Feuille 3.

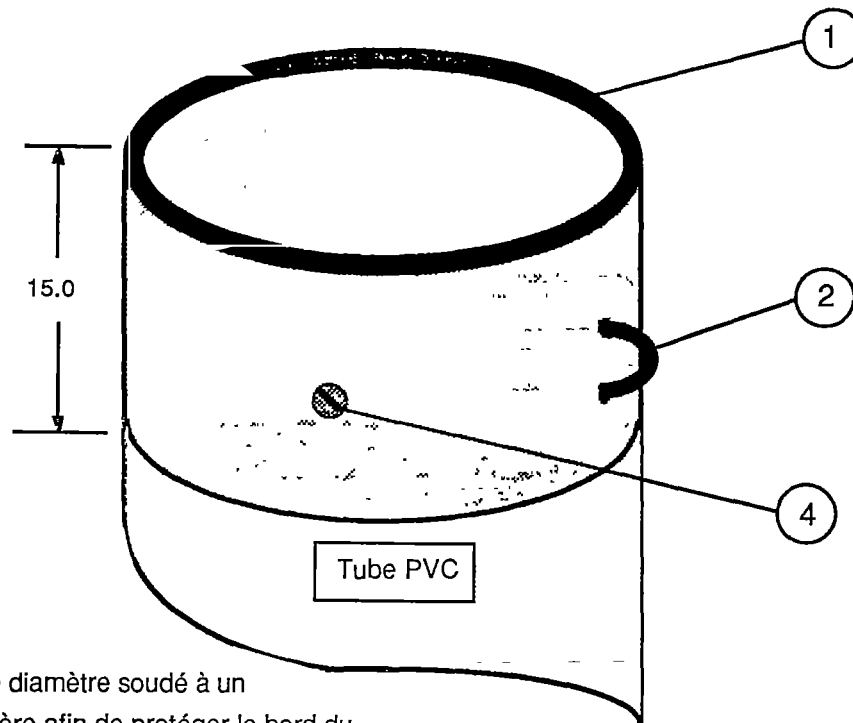
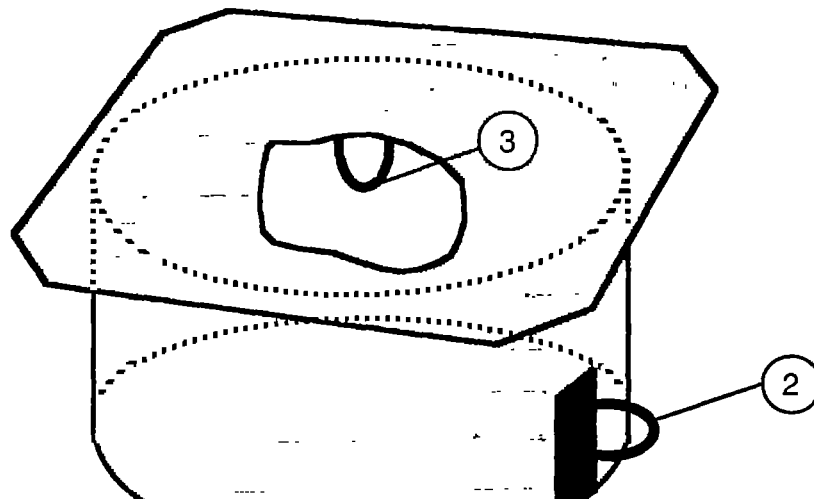
Dessiné: J. Naugle		Date: 23 octobre 1990
Puisette		Clapet
Lutheran World Relief Niamey, Niger		
Echelle 1 : 1	Dimensions en centimètres	Feuille 2 de 3



Notes:

1. Trou de 1,2 cm et de 0,5 cm de profondeur foré au centre du disque afin de permettre au clapet de bien fermer.
2. Le disque en aluminium fondu est fabriqué par les artisans locaux. Le trou de 1 cm est percé après que le disque ait été rendu lisse.
3. Des petits défauts peuvent être tolérés au niveau des grands trou, mais le support du clapet, le bord du disque et les parties pleines doivent être sans défauts.

Dessiné: J. Naugle		Date: 22 octobre 1990
Puisette		Disque de la soupape
Lutheran World Relief Niamey, Niger		
Echelle 1 : 1	Dimensions en centimètres	Feuille 3 de 3



Notes:

1. Fer rond de 8 mm de diamètre soudé à un morceau de tôle légère afin de protéger le bord du tube contre l'usure causée par la corde de la puisette.
2. Des anneaux de fer rond de 6 mm permettent la fermeture du bouchon quand personne n'utilise le puits. Cela empêche les enfants de jeter des objets dans le puits tuyau.
3. La corde de la puisette est attachée à un anneau soudé à l'intérieur du bouchon, ce qui permet à la puisette de rester dans le puits.
4. Le collier est attaché au tube avec des vis, qui sont coupées à ras de la paroi intérieure de tube.

Dessiné: J. Naugle	Date: 25 octobre 1990
Puits Tuyau	Bouchon de puits et collier
Lutheran World Relief Niamey, Niger	
Illustration	Feuille 1 de 1

