

Bibl. Centrale

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

TECHNIQUES DE FORAGE

DESCRIPTION ET MISE EN ŒUVRE D'UN NOUVEAU TYPE D'APPAREIL DE FORAGE DESTINÉ AU FONÇAGE DES PUIITS A GRAND DIAMÈTRE

B. R. G. M.
- 4. SEP 1981
BIBLIOTHÈQUE

Département eau



80 SGN 671 EAU

- D.G.
- Bibliothèque centrale (2 ex)
- M. MARGAT
- SDA/M. LEMAIRE
- SGN/EAU/MM. ASTIE
MONITION
Bibliothèque
Auteur(s)
- SGN/HEN/M. BONNET
- SG/RPC/M. DEBUISSON
- AGE/Mme MARTIN
- SERVICES GEOLOGIQUES REGIONAUX + Annexes
- Directions BRGM à l'étranger
- M. AUROUZE/Univ. Bordeaux
- M. BLAVOUX/CRG Thonon
- M. AVIAS/Univ. Montpellier
- M. DROGUE/Univ. Montpellier
- Univ. Paris VI/Lab. Géodynamique
- Univ. Bordeaux III/Inst. Géodynamique
- MECV/Service de l'EAU/S.I.D.E.
- A.F.E.E. Sophia Antipolis
- FAO Rome/Bibliothèque
- D.R.E. Maroc (4 ex)
- Arrondissements Hydrauliques Maroc (11 ex)

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

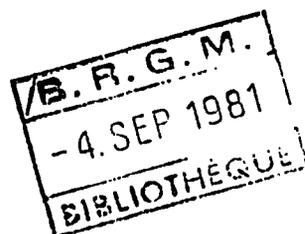
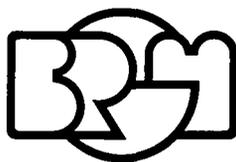
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 - 45060 Orléans Cédex - Tél. : (38) 63.80.01

TECHNIQUES DE FORAGE

DESCRIPTION ET MISE EN ŒUVRE D'UN NOUVEAU TYPE D'APPAREIL DE FORAGE DESTINÉ AU FONÇAGE DES Puits A GRAND DIAMÈTRE

par

S. SOLAGES



Département eau

B.P. 6099 - 45060 Orléans Cédex - Tél. : (38) 63.80.01

80 SGN 671 EAU

Octobre 1980

R É S U M É

L'évolution rapide des techniques de forage, notamment dans le domaine de la recherche pétrolière pour le "rotary", et dans celui des travaux publics pour le "marteau fond de trou", a été transposée aux recherches et à l'exploitation des eaux souterraines.

Le matériel construit va dans le sens d'une plus grande fiabilité entraînant une meilleure productivité des ouvrages. Il est permis de dire qu'il existe désormais une technique de forage et du matériel adapté à chaque type d'aquifère et à chaque type de besoin.

Toutefois, le forage présente certains inconvénients :

- les matériels nécessaires, s'ils peuvent être simples en eux-mêmes et dans leur emploi, sont souvent lourds, onéreux et fabriqués à l'étranger ; par ailleurs les technologies peuvent être sophistiquées et nécessiter une formation très longue des personnels nationaux,
- le forage constitue un ouvrage hydraulique fermé dont le diamètre est tel que l'exhaure de l'eau ne peut se faire en pratique qu'à l'aide d'une pompe, soit manuelle, soit à moteur. Ce matériel, aussi simple soit-il, implique la nécessité absolue de mettre en place une structure d'entretien systématique dont l'organisation et le financement posent encore des problèmes non résolus dans beaucoup de pays.

Dans ces conditions, il est parfois nécessaire de résister à la tentation d'utiliser une technologie parfaitement adaptée dont les inconvénients peuvent hypothéquer les programmes de réalisation et l'utilisation future des ouvrages par les populations.

Ces contraintes expliquent que, malgré un développement très important du forage au cours des dix dernières années, le captage des eaux souterraines par puits occupe encore, et pour plusieurs années, dans les pays d'économie rurale, une place prépondérante en raison des avantages qu'il présente (captage simple à base de main d'oeuvre peu spécialisée, possibilité de soutirage au seau).

Le présent rapport a pour objet de présenter le principe et la mise en oeuvre d'un appareil de fonçage de puits relativement peu connue, bien qu'utilisée depuis plusieurs années en France.

Ce travail a été réalisé dans le cadre des études méthodologiques du département EAU.

Il est la suite logique d'une série d'études dont l'objectif est de traiter, cas par cas, l'ensemble des problèmes relatifs au captage et à l'exploitation des eaux souterraines.

En ce qui concerne les forages d'eau, on se réfèrera aux rapports B.R.G.M. suivants :

- Normes de l'AWWA pour les puits profonds. Guide de préparation des documents contractuels pour la réalisation de puits (76 SGN 163 AME).
- La corrosion et l'incrustation des forages d'eau. Choix de l'équipement adapté (76 SGN 379 AME).
- Calcul des pertes de charge dans les puits ou forages. Application à la détermination du débit exploitable (76 SGN 380 AME).
- Reconnaissance des aquifères par forages. Estimation des caractéristiques des terrains et des fluides en particulier à l'aide des diagraphies (77 SGN 487 HYD).
- Calcul des ouvrages de captage. Choix et caractéristiques des colonnes de captage (79 SGN 727 HYD).
- Le forage d'eau. Guide pratique des Maîtres d'ouvrages (80 SGN 159 HYD).

S O M M A I R E

	pages
1. INTRODUCTION	1
2. PRINCIPE DU BATTAGE-HAVAGE	2
3. DESCRIPTION DU MATERIEL DE FORAGE	4
3.1. APPAREIL DE FORAGE	4
3.2. OUTILS DE FORAGE	6
3.2.1. Benne de forage hémisphérique	7
3.2.2. Benne à trois coquilles	8
3.2.3. Benne de forage à trépan	9
4. CONDITIONS D'EXECUTION ET MODE D'EQUIPEMENT DES OUVRAGES	10
4.1. EXECUTION DES PUIITS	10
4.2. EQUIPEMENT DES PUIITS	12
5. AVANTAGES DE LA MECANISATION DE L'EXECUTION DES PUIITS	14
5.1. CADENCES D'EXECUTION	14
5.2. AVANTAGES DE LA TECHNIQUE DU BATTAGE-HAVAGE	15
6. QUELQUES AUTRES MODES DE FORAGE DE PUIITS A GRAND DIAMETRE	16
6.1. LE FORAGE ROTARY AVEC CIRCULATION INVERSE	16
6.1.1. Principe	16
6.1.2. Avantages et inconvénients	20
6.2. LE FORAGE A LA TARIERE	20
6.2.1. Principe	20
6.2.2. Phases d'exécution d'un puits	20
6.2.3. Avantages et limites de ce type d'appareil	23
6.3. LE FORAGE A LA BENNE PRENEUSE	23
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	26
ANNEXE I - Fiche technique foreuse SECMI TP1	
ANNEXE II - Descriptif d'un atelier complet de battage-havage	
ANNEXE III - Outils et accessoires complémentaires de battage-havage	

LISTE DES FIGURES (in texte)

- fig. 1 - Fonctionnement de l'appareil de forage.
- fig. 2 - Description de l'appareil de forage monté sur camion.
- fig. 3 - Benne de forage hémisphérique.
- fig. 4 - Benne à trois coquilles.
- fig. 5 - Benne de forage à trépan.
- fig. 6 - Types d'équipements de puits.
- fig. 7 - Principe du forage en circulation inverse.
- fig. 8 - Atelier de forage rotary à circulation directe et inverse.
- fig. 9 - Spécifications techniques de la Failing JED-A.
- fig. 10 - Appareil de forage à la tarière du type "BUCKET".
- fig. 11 - Spécifications techniques de la foreuse E/Z type 90/52.
- fig. 12 - Appareil type BENOÏD utilisé pour le fonçage de puits ou de pieux en terrains tendres.
- fig. 13 - Appareil destiné au fonçage/havage avec tubage continu à l'avancement par louvoisement.

1. INTRODUCTION

Contrairement aux techniques de forage, les méthodes et le matériel utilisés pour le fonçage des puits destinés à l'hydraulique rurale ont relativement peu évolués depuis la généralisation des puits dits "modernes".

Les moyens traditionnels, à base de main d'oeuvre, toujours employés ne permettent plus de faire face à la demande actuelle. Les ouvrages sont souvent réalisés dans de mauvaises conditions, en des délais trop longs (2 à 6 mois) et d'un coût prohibitif (3 000 à 4 000 FF par mètre).

Les principales difficultés auxquelles on se heurte au cours du creusement des puits sont les suivantes :

- a) Creusement hors d'eau - difficulté de travail au-delà de 40 m (température, risques d'éboulement) - en terrains durs, nécessité d'utiliser des marteaux piqueurs ou des explosifs - en terrains instables, nécessité de coffrage provisoire ou de cuvelage à l'avancement.
- b) Creusement sous eau : extrême difficulté de fonçage en terrains instables bouillants (sables et argiles) - nécessité d'utiliser des moyens d'épuisement importants pour des débits élevés.

Les captages n'atteignent que rarement des hauteurs suffisantes pour assurer la pérennité des ouvrages. La hauteur d'eau dans les puits est limitée par la nécessité du havage des buses en terrains bouillants, la dureté des terrains en formations cohérentes ou des difficultés d'épuisement au-delà de 2 à 3 m sous le niveau statique.

La technique du fonçage mécanisé par le procédé du battage/havage peut permettre d'assurer, dès à présent, la transition nécessaire entre le puits conventionnel et le forage.

Le matériel présenté est couramment utilisé en Europe. Il le sera prochainement en Guinée-Bissau, en Mauritanie et au Niger. Sa polyvalence lui permet de couvrir la plupart des zones et des aquifères exploités par puits. En outre, la simplicité de son fonctionnement ne nécessite pas une main d'oeuvre hautement spécialisée.

2. PRINCIPE DU BATTAGE-HAVAGE (cf. fig. n° 1)

Cette technique, déjà ancienne dans sa conception, a été améliorée et adaptée au fonçage des puits en grand diamètre.

Elle est applicable en tout terrain, quelle que soit la formation géologique et la profondeur des aquifères "normalement" captés par les puits, jusqu'à 100 m.

Les outils utilisés sont des bennes preneuses. Une benne est un cylindre métallique lourd muni à sa base de deux ou trois pièces mobiles - les coquilles - articulées autour d'axes horizontaux. Les coquilles sont commandées par des mécanismes à bielles qui leur donnent une position ouverte ou fermée.

- a) *En terrains tendres* : le fonçage est effectué par une benne preneuse à 2 ou 3 coquilles. Les diamètres varient de 0,5 à 1,7 m en fonction de celui de l'outil.

Ces bennes sont utilisées en terrains sec ou sous eau.

Les formations instables bouillantes peuvent être forées avec les mêmes outils, par havage d'un tube provisoire de travail ou de buses préfabriquées, destinées à équiper les puits, qu'il s'agisse de buses filtrantes pour le captage des sables, ou buses de cuvelage situées au-dessus de l'aquifère capté.

- b) *En terrains durs* (grès, calcaires, schistes) : les bennes utilisées sont des bennes à trépan. Les coquilles sont protégées par des lames trépan en acier spécial, les chocs désagrègent les formations. Les trépans peuvent être rechargés à la soudure après usure.

Des outils conventionnels tels que soupapes ou trépans de battage, peuvent également être utilisés, de même qu'une louvoyeuse de tube, dans le cas de terrains très instables (ces différents matériels sont décrits à l'annexe III).

- c) *Evacuation des déblais* : ils sont évacués sans faire pivoter la flèche ou manoeuvrer un chargeur, au moyen d'une coquille qui pivote en même temps qu'elle monte, et bascule son contenu latéralement dans une remorque, un camion de service ou au sol. Le mouvement de départ est donné par une impulsion hydraulique. La suite des opérations est automatique.

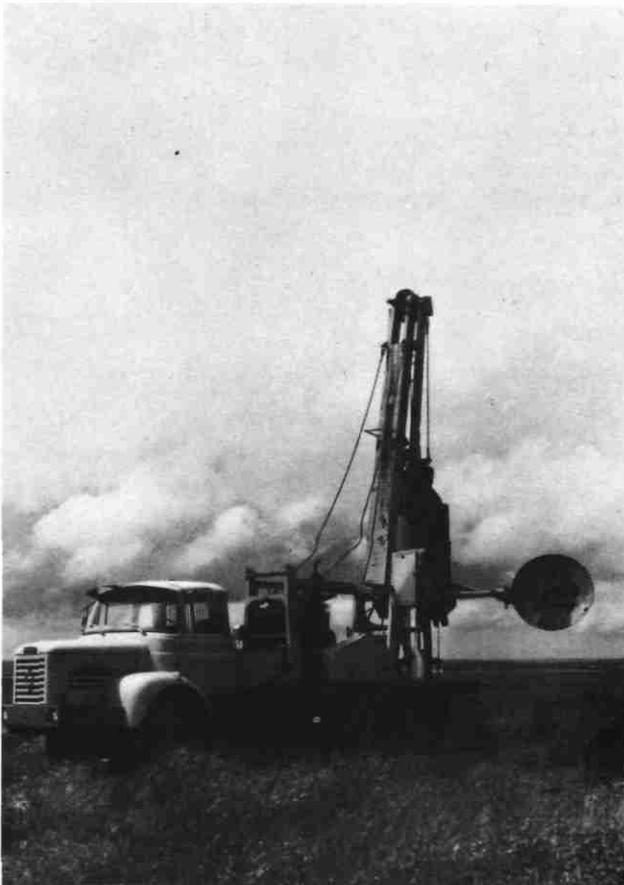
FIGURE 1 - FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL DE FORAGE



a) Poste de commande



b) Benne trépan en position de battage



c) Evacuation des déblais



d) Dégagement de l'outil par le bras hydraulique

3. DESCRIPTION DU MATERIEL DE FORAGE (cf. fig. n° 2)

3.1. APPAREIL DE FORAGE

L'appareil de forage comprend un châssis supportant : 1 ou 2 treuils, le moteur, la flèche et tous les accessoires annexes. Un dispositif de battage automatique peut être monté en option. L'ensemble est fixé sur une remorque ou un camion porteur de charge utile 15 t minimum.

Ce matériel peut être fabriqué en quatre versions différentes* :

- Machine TP/1 : battage/havage standard (avec éventuellement dispositif de battage automatique).
- Machine TP/3 : à rotation eau et air avec marteau fond de trou.
- Machine TP/6 : pour battage de pieux.
- Machine TP/6 : avec table de rotation et battage automatique.

Seule la version TP/1 est présentée dans le présent rapport (ce matériel est décrit sur la figure n° 2).

a) Treuils :

- 1 treuil force maximale 10 t à l'arrachage, capacité du tambour de diamètre primitif 550 et longueur 625 mm. 260 m de câble Ø 22 mm en 5 couches.
- (option) 1 treuil de force minimale 3 t, de capacité 400 m, de câble Ø 16 mm.

b) Dispositif de battage (option) :

- de force minimale 5 t équipé de : une roue libre (cadence de 15 à 65 coups/minute), une poulie de renvoi, un vilebrequin et une poulie baladeuse, un galet tendeur, un embrayage avec pignon baladeur, un dispositif de relâchement du câble par roue et vis sans fin.

c) Moteur diésel 120 CV équipé de :

- 1 embrayage mécanique,
- une pompe hydraulique 150 ou 175 bars, débit 30 à 50 l/mn.

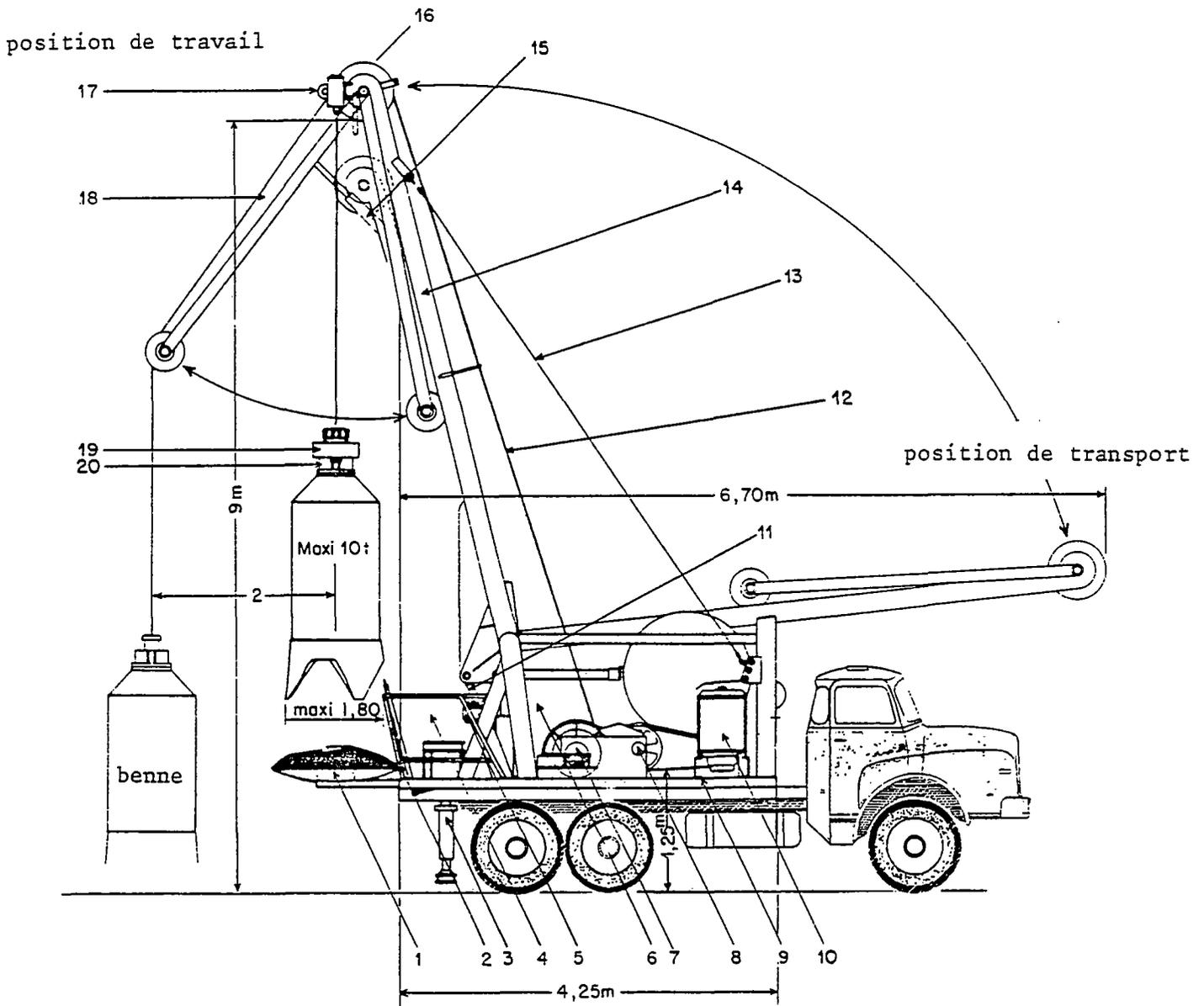
d) La flèche de forage (30 t) avec montée descente par venue hydraulique, longueur 9 m sous poulie.

e) Chargeur automatique (latéral).

EN OPTION : un alternateur 30 KVA (soudure et force motrice) et un lot de matériel complémentaire (câbles, pompes d'épuisement, pièces d'usine, etc...). L'ensemble de ce matériel est décrit dans les annexes n° II et III.

* Type de matériel fabriqué par la Société Escovienne de Construction Mécanique et Industrielle (SECMI) 27440 ECOUIS. Il est représenté à l'étranger par la Société TEKNIFOR (87, rue Taitbout - 75009 PARIS).

FIGURE 2 - DESCRIPTION DE L'APPAREIL DE FORAGE MONTE SUR PORTEUR



- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1 chargeur automatique | 10 moteur diesel |
| 2 commandes mécaniques | 11 verin de levage flèche |
| 3 béquille de calage | 12 câble de travail \varnothing 18 |
| 4 poste de manoeuvre | 13 hauban de la flèche |
| 5 commandes hydrauliques | 14 flèche |
| 6 emplacement du battage automatique (option) | 15 verin du pousseur |
| 7 treuil principal 10 t | 16 poulie |
| 8 treuil auxillaire 3 t (option) | 17 moufles (foce 30 t) |
| 9 chassis foreux | 18 pousseur (course 2 m) |
| | 19 couronne d'accrochage |
| | 20 palonnier |

3.2. OUTILS DE FORAGE

Il existe trois types de bennes :

- une benne à deux demi-coquilles hémisphériques (fig. 3),
- une benne à trois coquilles en quartier d'orange (fig. 4),
- une benne à trépan lourd pour terrains durs (fig. 5).

La benne est une pièce métallique lourde munie à sa base de pièces mobiles - les coquilles - articulées autour d'un axe horizontal. Elle peut prendre deux positions : une position ouverte et une position fermée :

- en position ouverte, les coquilles présentent vers le bas leur tranchant suivant un diamètre égal au diamètre du forage,
- en position fermée, les coquilles sont jointives et forment à la base de la benne une cavité où viennent se rassembler les déblais qui sont ramassés lors de leur fermeture.

La benne, suspendue au câble d'un treuil, est descendue dans le puits coquilles ouvertes et lâchées en chute libre à la fin de son parcours. Les coquilles pénètrent dans le terrain. Quand le treuil tire sur le câble pour remonter la benne, un dispositif mécanique comprenant un moufle et des pièces mobiles ferme les coquilles sans soulever la benne, les déblais sont alors enfermés à la base de la benne.

La benne remonte en surface et un autre dispositif automatique permet de la vider. Elle est redescendue coquilles ouvertes et ainsi de suite...

3.2.1. Benne de forage hémisphérique

(fonçage, curage, ramassage,
travail en terrains secs et
dans l'eau)

Descriptif :

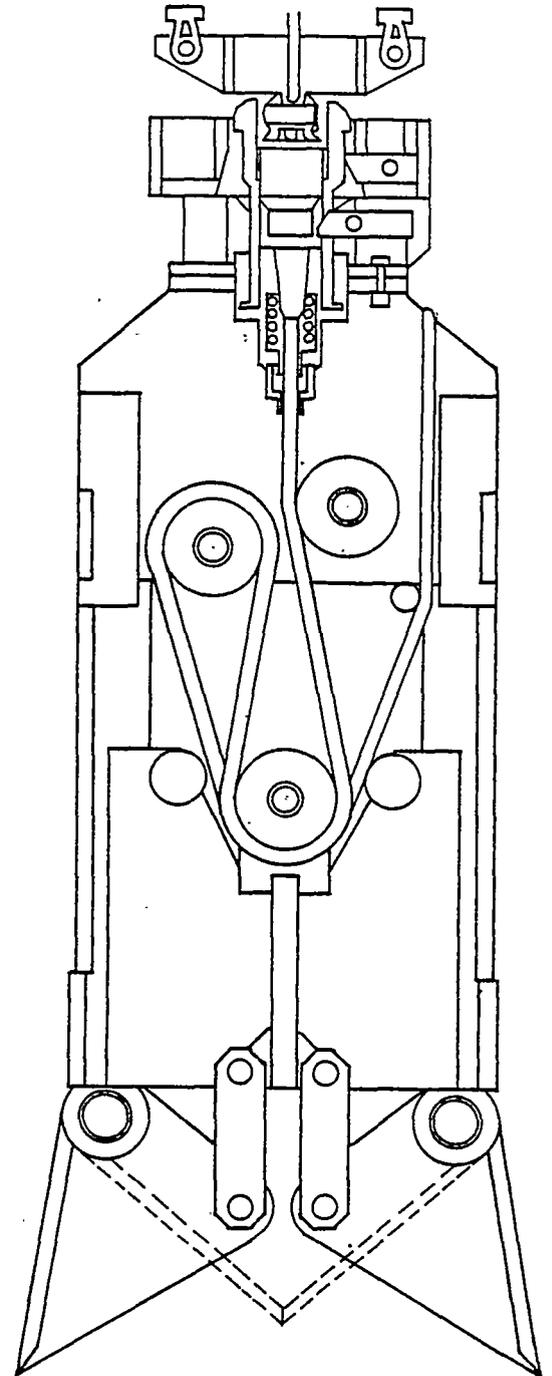
- deux coquilles hémisphériques,
- deux anneaux de centrage,
- diamètre variable sur demande,
- tête automatique en deux parties,
- émerillon spécial (sur butée en bronze),
- le câble est monté et réglé sans démontage de la benne,
- un seul câble de levage.

Spécifications usuelles :

Benne	outil		Longueur H	Masse en kg
	ø mm	ø mm		
450				
750	750	830	2 100	≈ 1 000
850	850	1000	2 200	≈ 1 300
1000	1000	1200	2 320	≈ 1 600
1700	1700	1850		≈ 2 000

(Il s'agit des dimensions courantes, les bennes peuvent être fabriquées à la demande).

Fig. n° 3



3.2.2. Benne à trois coquilles (type U)
(terrains tendres, non cohérents)

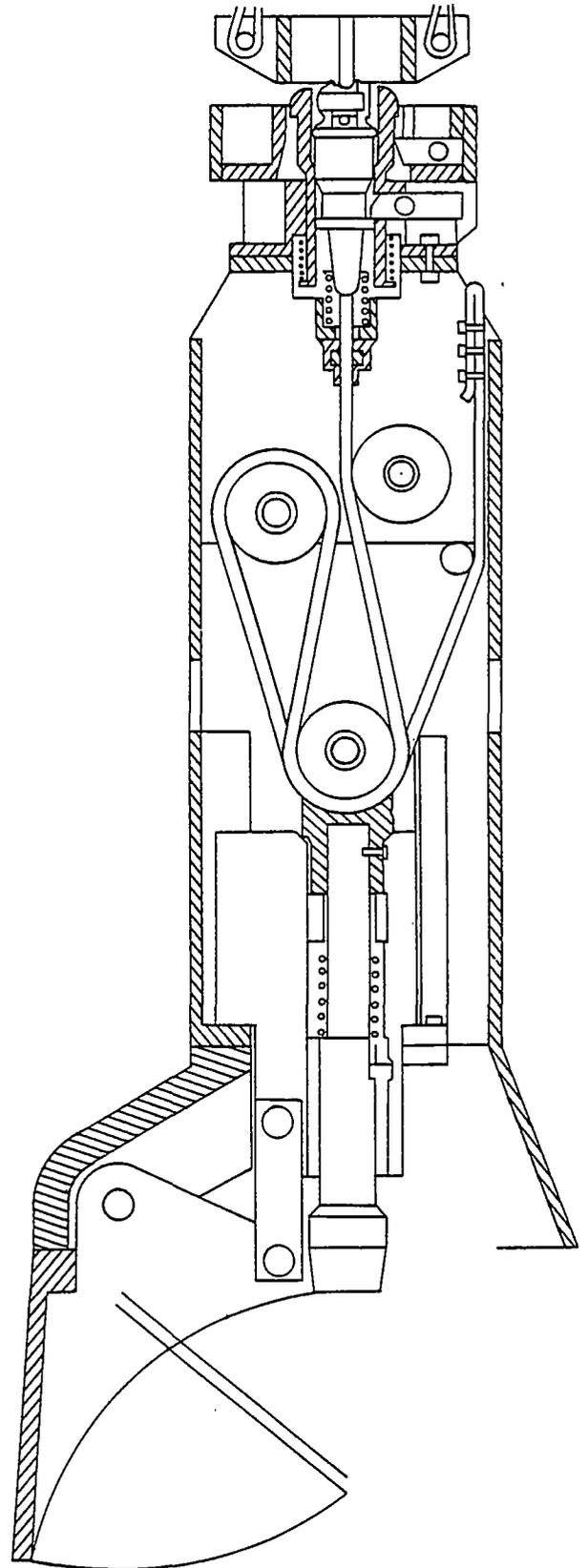
Fig. n° 4

Descriptif :

- trois coquilles en quartier d'orange,
- mouflage pour fermeture des coquilles,
- blocage des coquilles lors de la chute,
- butées supportant les chocs,
- possibilité d'adapter un aléreur,
- la majeure partie de la masse de la benne est à son extrémité.

Spécifications usuelles :

Benne	Diamètre mm	Longueur H	Masse en kg
730	730	2 550	1 400
1000	1000	2 700	1 600
1200	1200	2 800	1 700
1500	1500	3 150	2 500



3.2.3. Benne de forage à trépan
(pour terrains durs)

Fig. n° 5

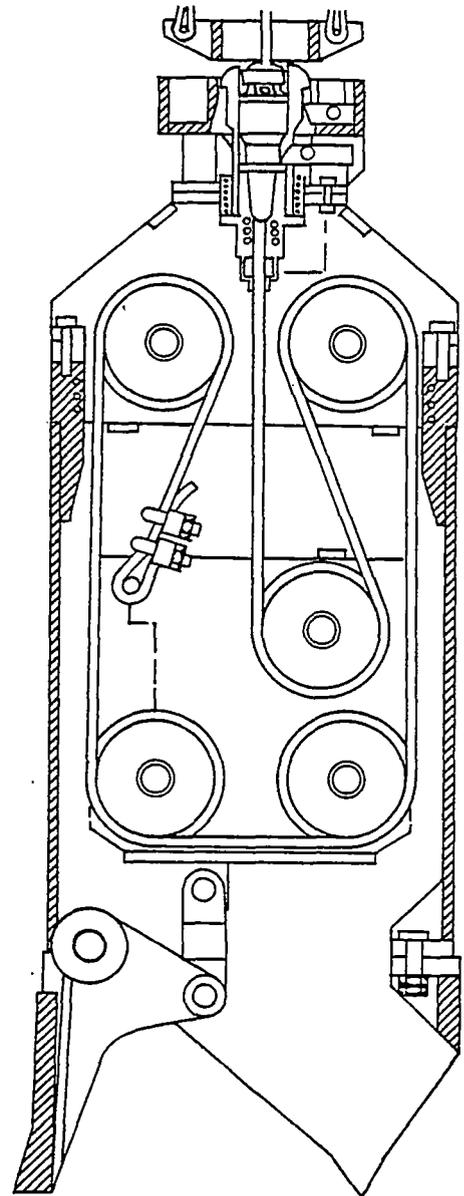
Descriptif :

- tête automatique en deux parties,
- émerillon spécial,
- butées supportant les chocs et soulageant les axes,
- mouflage : le câblé se change sans démontage,
- possibilité d'adapter un aléreur pour agrandir ou terminer un trou à la cote précise.
- Les coquilles sont protégées par les lames trépan.

Spécifications usuelles :

Benne	outil	trou	Longueur H	Masse en kg
	Ø mm	Ø mm		
750	750	830	2 500	2 600
1000	1000	1200	2 800	3 300
1400	1400	1500	3 100	4 300

(Il s'agit des dimensions courantes les bennes peuvent être fabriquées à la demande).



4. CONDITIONS D'EXECUTION ET MODE D'EQUIPEMENT DES OUVRAGES

4.1. EXECUTION DES PUIITS

Le mode d'exécution des travaux et l'équipement des puits sont fonction de la nature et de la tenue des terrains.

Deux cas principaux sont envisagés (**) :

a) *Fonçage en terrains cohérents ou terrains tendres secs avec formation aquifère stable* (fig. n° 6 - schéma n° 1).

- Phases d'exécution :

- . fonçage en diamètre uniforme jusqu'à la profondeur optimale (y compris la partie aquifère),
- . équipement de bas en haut : dalle de fond, captage et massif de gravier, cuvelage superstructures.

- Diamètre de fonçage : 1500 mm (ou 1700 si nécessaire).

- Diamètre du cuvelage : 1400/1200 mm (ou 1600/1500).

- Diamètre du captage : 1400/1200 mm (ou 1600/1500).

b) *Fonçage en terrains instables (en particulier dans l'aquifère)*.
(fig. n° 6 - schéma n° 2).

- Fonçage jusqu'à la cote optimale, sans protection (jusqu'à l'eau).

- Mise en place du cuvelage : 1400/1200 mm.

- Poursuite du fonçage en diamètre inférieur - sans protection/ou descente par havage d'un tube provisoire/ou descente par havage des éléments de captage : 1000/800 mm (buses filtrantes préfabriquées).

- Arrachage du tube provisoire s'il y a lieu/ou mise en place du captage puis arrachage du tube provisoire.

- Mise en place du massif de gravier filtrant dans l'espace annulaire. Si le captage est mis en place à l'intérieur d'un tube de travail, ce dernier est remonté au fur et à mesure du gravillonnage.

- Exécution des superstructures (margelle, dalle de propreté, anti-bourbier).

Ces différentes opérations peuvent être schématisées de la façon suivante :

(**) *Les deux cas envisagés sont des cas types. Plusieurs autres variantes peuvent se présenter, par exemple :*

- *présence de terrains bouillants en surface (sables et/ou aquifères superficiels saisonniers),*
- *terrains instables à mi-hauteur qui ne pourraient être captés.*

(1) Diamètre d'équipement uniforme (pas de problèmes d'éboulements)

∅ forage (mm)	∅ équipement (mm)
1800	1400 x 1600
1500	1200 x 1400
1200	800 x 1000
1000	600 x 800
850	400 x 600

Remarques :

- Les diamètres les plus usuels sont : 1400 x 1600 et 1200 x 1400 (le rendement de l'outil est fonction du diamètre).
- Le diamètre 1200 x 1400, plus économique, est suffisant pour un puisage au seau (le rendement de l'outil de forage est optimal).
- Le diamètre 400 x 600 nécessite l'emploi d'une pompe (le rendement de l'outil de forage est plus faible en raison de son poids réduit).

(2) Puits télescopés (risques d'éboulements au niveau de l'aquifère)

∅ forage (mm)	∅ cuvelage (mm)	∅ captage (mm)
1800 } 1500 } **	1400 x 1600	1000 x 1200
1500 } 1300 } **		
1300 } 850 } **	1200 x 1400	800 x 1000
	1000 x 1200	600 x 400



dans un tube provisoire ∅	par havage ∅ outil
**	**
1300	850
1100	650
700	350

Mise en place du captage

Remarques :

- ** : Diamètre de l'outil inférieur si le cuvelage doit être mis en place avant le fonçage dans l'aquifère.
- ** : Les tubes de travail peuvent être des viroles en acier noir (tôle roulée et soudée d'épaisseur minimale 3 mm).
Les tubes sont mis en place après fonçage si la tenue des terrains est suffisante, ou par havage avec un outil de ∅ approprié.
- ** : Le havage des buses suppose des terrains extrêmement bouillants (sables purs, argiles fluantes). L'utilisation d'une soupape est alors plus efficace que celle d'une benne. La pose d'un tube de protection à l'intérieur des buses peut s'avérer nécessaire.

D'une façon générale, lorsque le télescopage du captage à l'intérieur du cuvelage devient nécessaire, l'utilisation d'un tube provisoire de travail externe est probablement préférable au havage direct des buses.

4.2. EQUIPEMENT DES PUIITS (cf. fig. n° 6)

L'utilisation de différents matériaux peut être envisagée : buses en fibre de verre, acier galvanisé, plastique. Certains sont en cours d'expérimentation. Le béton armé reste encore le plus fiable et le moins cher. Les buses en béton armé ont pour inconvénient d'être lourdes, fragiles et encombrantes (difficultés de transport).

- a) Le cuvelage : les buses de cuvelage peuvent être préfabriquées et approvisionnées sur les chantiers avant l'exécution du puits, ou coulées en place au moyen de coffrages coulissants. Etant donné la rapidité du fonçage, la première formule est préférable. Elle suppose la présence d'une unité de fabrication de buses (moules, table vibrante, bétonnière), de moyens de transport suffisants (poids lourds, chassis long + remorque ou semi-remorque). Une bonne organisation est nécessaire car les buses doivent être approvisionnées avant le démarrage du fonçage, afin d'éviter les arrêts de chantier. La profondeur prévisionnelle des puits doit également être connue.

Les buses sont fabriquées en béton armé vibré (dosé à 350 kg de ciment 210/325 par m³). L'armature est constituée de treillis soudés à maille de 15 x 15 cm, en fil de Ø 5 mm, ou d'assemblage de fers verticaux Ø 8 mm et cerces de Ø 5 mm, espacées de 15 cm. Elles sont assemblées dans le puits par boulonnage et ancrées dans le sol (d'autres moyens d'assemblage peuvent être imaginés).

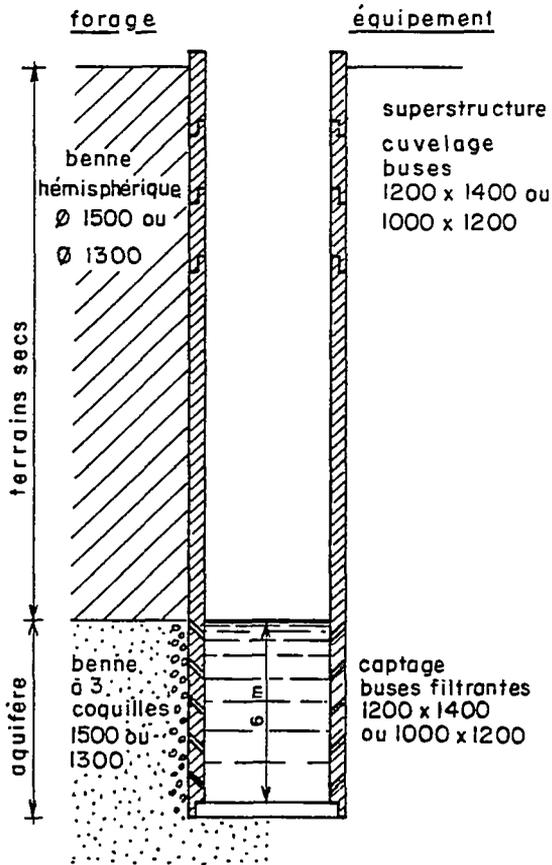
- b) Le captage : les buses de captage sont également préfabriquées. Elles peuvent être percées de barbacanes, équipées de fenêtres avec des plaques métalliques à persiennes, ou exécutées en béton poreux. Dans les deux premiers cas, un massif de gravier filtrant est nécessaire. L'efficacité du béton poreux est mal connue et comporte des risques lors du transport de la centrale au chantier, et peut se colmater si l'aquifère est argileux.

Le captage peut être assemblé en surface, ou descendu par éléments d'un mètre dans le puits.

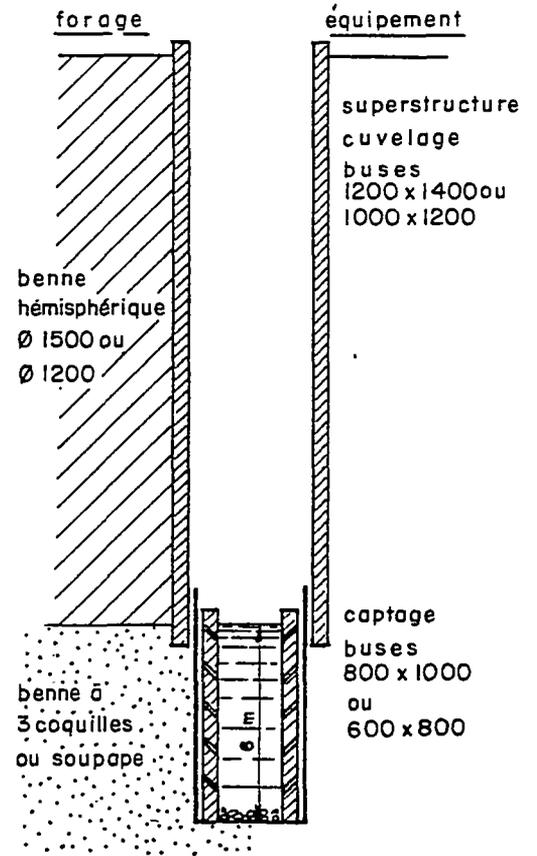
On considère, en général, qu'une hauteur d'eau de 6 m est suffisante pour assurer la pérennité des puits.

FIGURE 6 - TYPES D'EQUIPEMENTS DES PUIITS

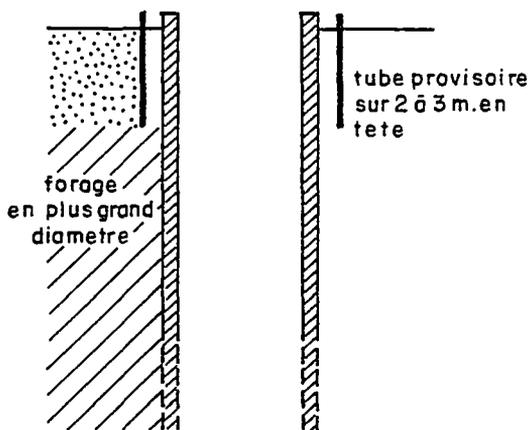
PUITS EN TERRAINS STABLES (schéma n°1)
diamètre uniforme



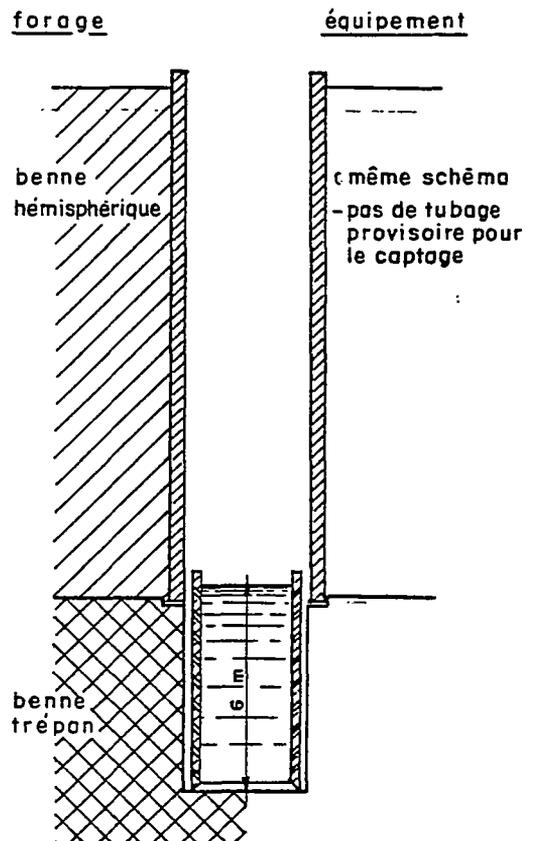
PUITS EN TERRAINS INSTABLES (schéma n°2)
diamètre télescopique



VARIANTE AVEC TERRAINS BOULANTS EN SURFACE



PUITS AVEC CAPTAGE EN TERRAINS DURS



5. AVANTAGES DE LA MECANISATION DE L'EXECUTION DES PUIITS

Par rapport aux "puits manuels", ses avantages portent essentiellement sur trois points :

- meilleure qualité des ouvrages,
- rapidité d'exécution,
- prix de revient sensiblement plus bas.

Contrairement au forage, la mise en oeuvre de cette technique ne nécessite pas de main d'oeuvre très spécialisée.

L'appareil de forage est simple et robuste et peut être manoeuvré par un conducteur de travaux possédant des connaissances en mécanique. Un "foreur" peut être formé en 3 à 6 mois. Les ouvriers peuvent être formés rapidement sur les chantiers.

5.1. CADENCES D'EXECUTION**

a) Vitesses d'avancement :

Nature des terrains	Vitesses de fonçage
- en terrains tendres :	10 à 20 m/j
- en terrains consolidés :	5 à 10 m/j
- en terrains très durs :	2 à 5 m/j

- havage d'un tube ou de buses en terrains bouillants : 5 à 10 m/j

b) Exécution d'un puits : (profondeur 25 à 30 m, 50 % terrains tendres, 50 % terrains consolidés)

- fonçage hors d'eau : 1 à 1,5 j
- fonçage sous eau et mise en place du captage : 1 à 2 j (pour 6 m d'eau)
- mise en place et assemblage du cuvelage : 0,5 à 1 j
- Durée d'exécution pour 1 puits : 2,5 à 4,5 j
- soit : 6 à 8 puits/mois

Les superstructures du puits, margelle/dalle/anti-bourbier sont exécutées par une équipe distincte, de même que les essais de pompage.

** Ces cadences d'exécution sont données à titre comparatif. Elles dépendent évidemment de la nature des terrains, de la profondeur et du diamètre des ouvrages, mais également de l'organisation des chantiers.

5.2. AVANTAGES DE LA TECHNIQUE DU BATTAGE/HAVAGE

	PUITS CONVENTIONNELS (exécution "manuelle")	PUITS MECANISES (battage/havage)
<u>QUALITE DES OUVRAGES</u>		
- Profondeur	- Extrême difficulté de fonçage au-delà de 30 m (température, éboulements).	- Pas de limite pour les aquifères captés par puits (20 à 100 m).
- Terrains durs	- Nécessite l'emploi de marteau piqueur ou explosifs.	- Avancement ralenti, sans problèmes majeurs, sauf pour terrains très durs (granite).
- Terrains instables	- Avancement très faible, éboulements, buses déviées.	- Tube de protection ou havage.
- Fonçage sous eau	- Epuisement difficile, fonçage limité à 2 ou 3 m.	- Tube de protection et captage monolithique.
- Pérennité des puits	- Insuffisante pour les raisons indiquées ci-dessus.	- 6 m d'eau assurés (ou plus).
- Echecs	- Pourcentage élevé (mêmes raisons).	- Considérablement réduits.
<u>VITESSE D'EXECUTION</u>		
- Fonçage	- Très lent : 1 à 2 m/j.	- Rapide : 10 à 20 m/j en terrain tendre, 2 à 5 m en terrain dur.
- Cuvelage	- Mise en place très lente (1 m cuvelé/j).	- Buses préfabriquées, 20 à 30 m en 1/2 à 1 j.
- Captage	- Souvent défectueux.	- Préfabriqué et assemblé en surface - mise en place 1/2 journée.
<u>PRIX DE REVIENT</u>	- Très élevé en raison de la lenteur d'exécution et des rotations pour approvisionnement de chantier.	- Prix inférieurs de 25 à 50 % selon l'importance des travaux.
<u>QUALIFICATION DU PERSONNEL</u>		
- Chef de chantier	- Expérimenté ; problèmes d'organisation pour chantiers simultanés.	- Foreur mécanicien (formation 3 à 6 mois).
- Fonçage hors d'eau	- Main d'œuvre peu qualifiée.	Ouvriers/manoeuvres formés "sur le tas".
- Fonçage sous eau	- Equipe de "mise en eau" très spécialisée.	Une seule équipe pour l'exécution.

6. QUELQUES AUTRES MODES DE FORAGE DE PUIITS A GRAND DIAMETRE

D'une façon générale, tous les appareils de forages de pieux peuvent être utilisés pour le fonçage des puits. Selon la technique utilisée et la conception de l'appareil, ils sont plus ou moins lourds et plus ou moins performants.

Les pieux sont le plus souvent exécutés en zone urbanisée, sans problèmes d'accès. Les travaux sont concentrés sur une surface réduite nécessitant peu de déplacements, ils sont en général peu profonds (10-30 m) et les terrains traversés sont meubles par définition. Ces conditions permettent d'expliquer que les engins utilisés soient lourds, peu mobiles, limités en profondeur et adaptés aux terrains tendres uniquement.

Trois techniques principales sont utilisées :

- le forage rotary avec circulation inverse,
- le forage à sec avec des outils du type tarière,
- les bennes preneuses à câble du type Hammer Grab.

6.1. LE FORAGE ROTARY AVEC CIRCULATION INVERSE

6.1.1. Principe (cf. figure n° 7)

Contrairement au rotary conventionnel, le fluide de forage remonte à l'intérieur des tiges, ce qui permet d'obtenir une grande vitesse de remontée indépendante du diamètre et, par conséquent, un bon nettoyage du trou même pour les grands volumes de déblais.

Le fluide de circulation est généralement de l'eau qui se charge plus ou moins d'argile en cours de forage. Des volumes d'eau importants sont nécessaires pour maintenir le niveau au sol.

Les tiges de forage ont 150 ou 200 mm de diamètre (6 ou 8").

La circulation est provoquée, soit par émulsion d'air à l'intérieur des tiges, soit par aspiration, grâce à une pompe centrifuge spéciale. L'eau boueuse retourne au forage par gravité, après décantation des déblais.

Les outils, les tiges, la tête d'injection, le dispositif de pompage sont conçus pour laisser passer les graviers, galets et déblais de grandes dimensions (centimétriques, alors qu'ils sont millimétriques pour le rotary classique).

Les appareils de forage utilisés sont des sondeuses rotary, de puissance relativement grande pour le forage d'eau, qui sont spécialement équipées pour la circulation inverse (tiges et outils, pompes, tête d'injection et table de rotation ou moteur hydraulique). Un appareil de ce type ainsi que ses spécifications techniques sont donnés sur les figures n° 8 et n° 9.

FIGURE 7 - PRINCIPE DU FORAGE EN CIRCULATION INVERSE
(injection d'eau et d'air)

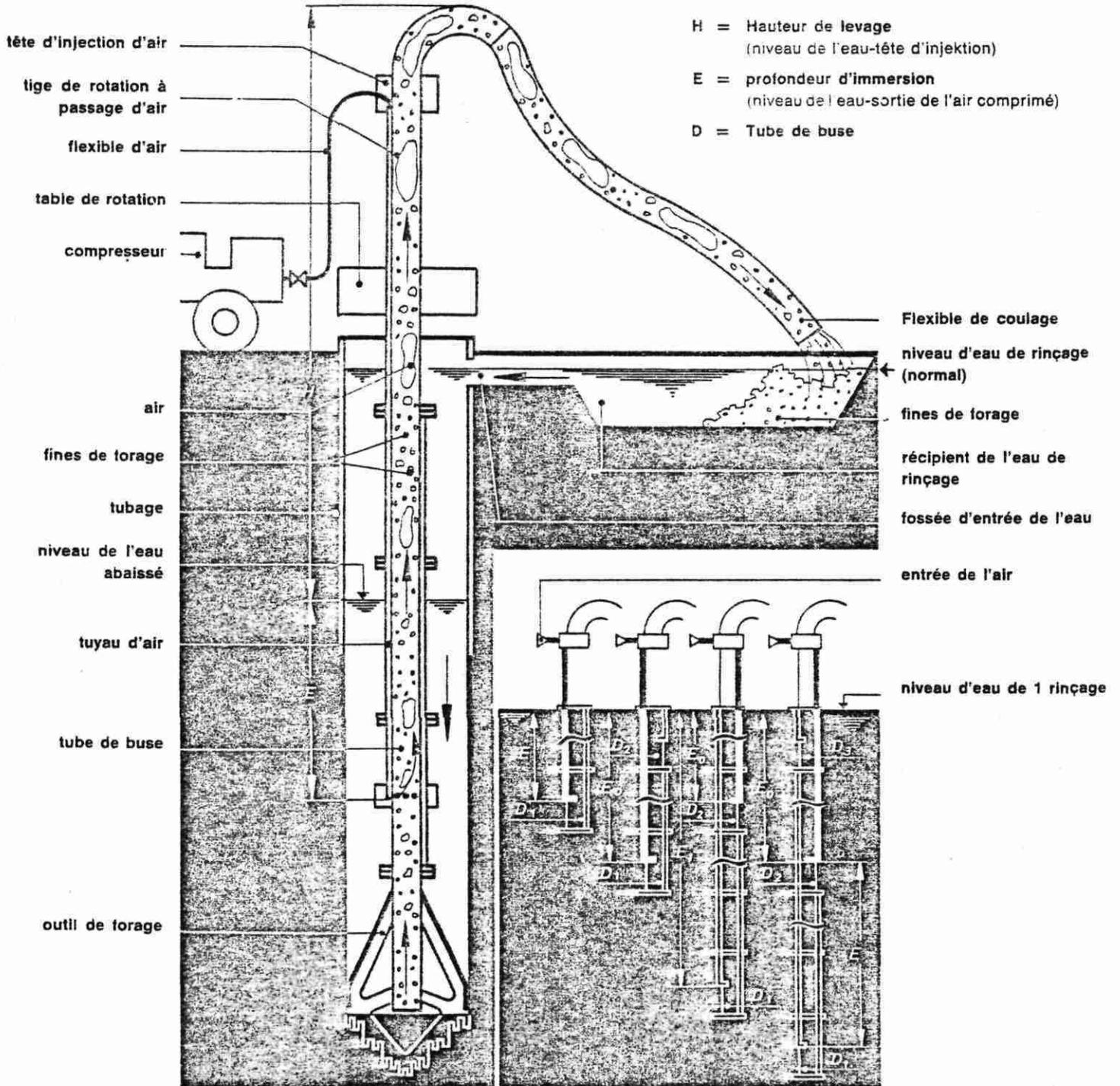
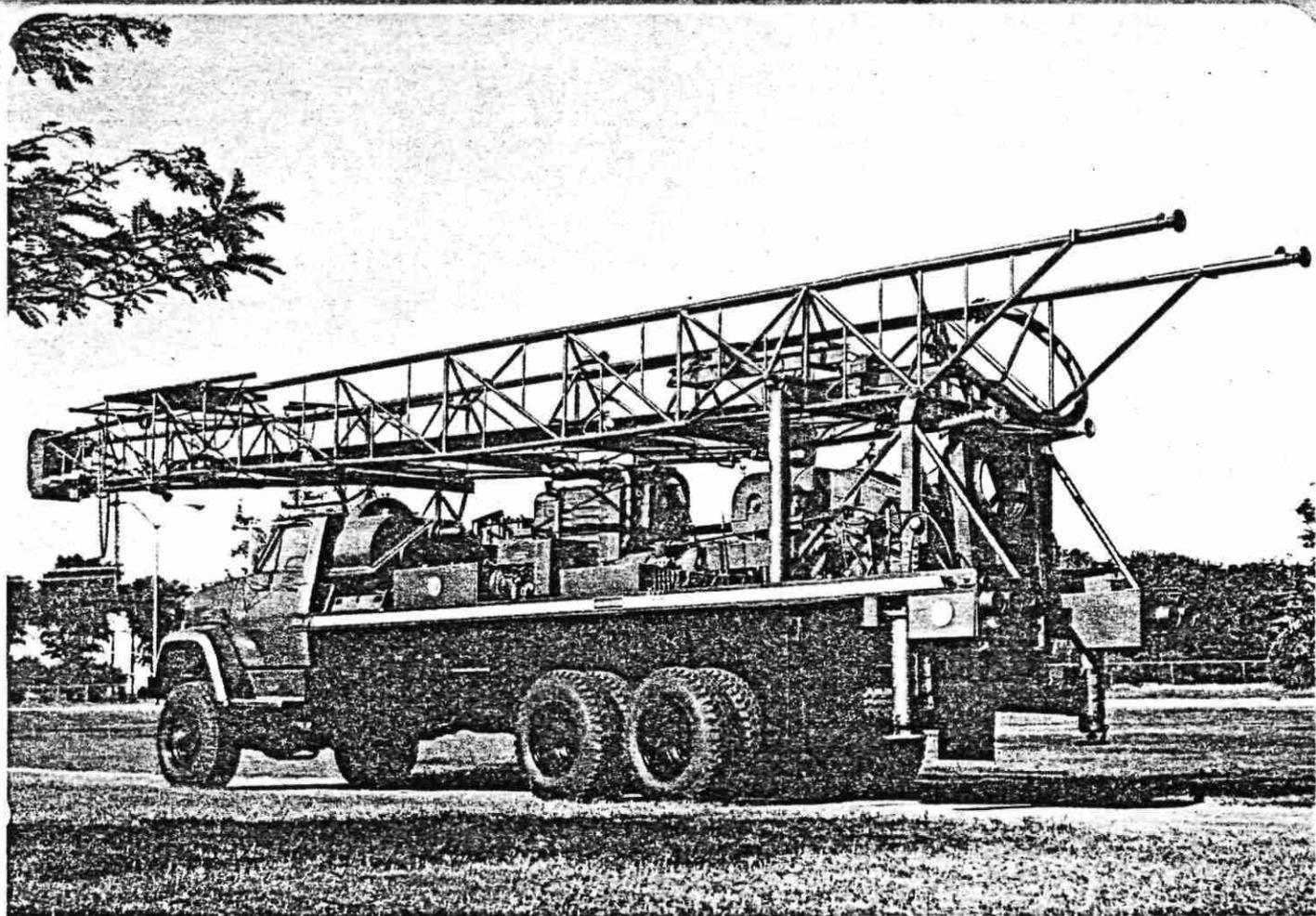


FIGURE 8 - ATELIER DE FORAGE ROTARY A CIRCULATION DIRECTE ET INVERSE



FOR DRILLING TO 2500 FEET WITH 3½" DRILL PIPE

While **FAILING'S JED-A HOLEMASTER®** drill has long been featured as a reverse circulation drill, it has also frequently been furnished with appropriate equipment for both reverse and direct circulation, using the centrifugal pump, with a direct circulation drilling capability of small and medium size holes in depths to 1000 feet.

However, the JED-A can be furnished with a rated capacity of 2500 feet when fully equipped specifically for direct circulation, i.e., with a duplex reciprocating type pump and conventional

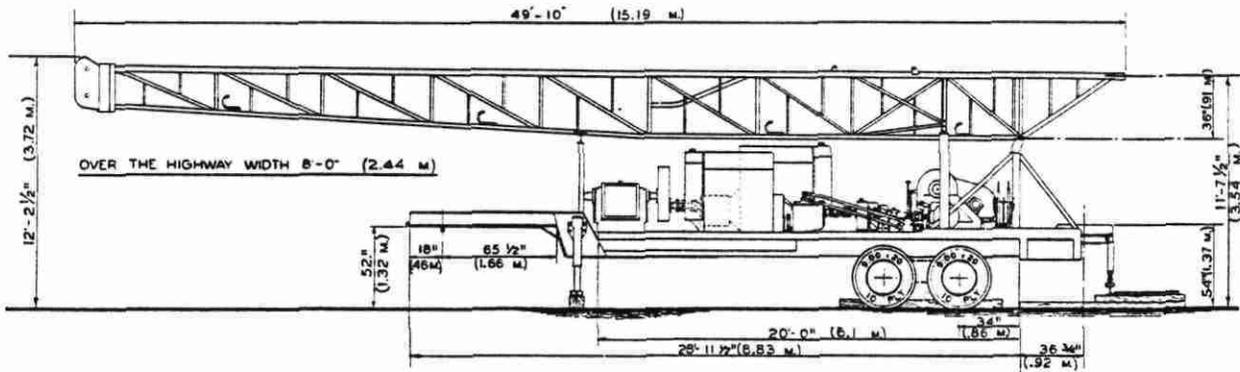
drill pipe . . . and without the Jet Eductor, the centrifugal pump, and the flanged drill pipe used in reverse circulation drilling. This arrangement takes advantage of the extra strong, extra deep, extra wide mast of the JED-A, providing more working area around the rotary table, while at the same time requiring a smaller capital investment than most rigs in the same capacity range.

Drill pipe size may be either 3½" or 4½" depending on projected depth, size of hole and formations to be encountered. Recommended pumps include the 5x8, 5½x8 and 7½x8 sizes.

FIGURE 9

SPECIFICATIONS: FAILING JED-A HOLEMASTER® DRILL EQUIPPED FOR DIRECT CIRCULATION

APPROXIMATE DIMENSIONS TRAILER MOUNTED



HOISTING SPEEDS

(F.P.M. Single Line, Bare Drum)

ENGINE R.P.M.	1000	1200	93	55	27	13
1000	120	93	55	27	13	
1400	169	130	76	37	18	
1800	216	168	98	48	23	
	5	4	3	2	1	

TRANSMISSION GEAR

ROTARY TABLE SPEEDS

(R.P.M.)

ENGINE R.P.M.	1000	95	75	43	23	12	12
1000	95	75	43	23	12	12	
1200	114	90	52	27	14	14	
1400	133	105	61	31	17	17	
1600	152	120	70	35	19	19	
1800	172	135	78	40	21	21	
2000	190	150	86	46	24	24	
	5	4	3	2	1	Rev.	

TRANSMISSION GEAR

THE GEORGE E. FAILING COMPANY, WHOSE POLICY IS ONE OF CONTINUOUS IMPROVEMENT, RESERVES THE RIGHT TO DISCONTINUE MODELS OR CHANGE SPECIFICATIONS, DESIGN OR PRICES, AT ANY TIME, WITHOUT NOTICE AND WITHOUT INCURRING ANY OBLIGATION TO MAKE SIMILAR CHANGES ON EQUIPMENT PREVIOUSLY PRODUCED.

CAPACITY

Depths to 2500 feet using 3 1/2" drill pipe.

DRAW WORKS

Hoisting and Sand Reel Drums are identical.
Barrel diameter and length. 7" x 12 1/2" (177.8 x 317.5 mm)
Max. single line pull, bare drum. 15,000 lbs. (6,804 kg)
Standard Cathead on left end of sand reel shaft.

Third Drum is optional.
7" x 21" (177.8 x 53.34 mm)
4,000 lbs. (1,814 kg)

LINE CAPACITY

5/16" x 2,000'	(7.94 mm x 609.6 m)	5/16" x 2,500'	(7.94 mm x 762.0 m)
3/8" x 1,450'	(9.53 mm x 442.0 m)	3/8" x 1,700'	(9.53 mm x 518.2 m)
7/16" x 1,080'	(11.11 mm x 329.2 m)	7/16" x 1,270'	(11.11 mm x 387.1 m)
1/2" x 840'	(12.7 mm x 256.0 m)	1/2" x 970'	(12.7 mm x 295.7 m)
9/16" x 675'	(14.23 mm x 205.7 m)		
5/8" x 550'	(15.88 mm x 167.6 m)		

BRAKES

18 1/2" x 4 1/2" Double (469.9 mm x 114.3 mm)
Mechanical high leverage type, both drums.

16" x 4 1/2" Single (406.4 mm x 114.3 mm)
Mechanical high leverage type.

CLUTCHES

Hoisting Drum. Twin Disc E-216; 16" (406.4 mm); 2-plate.
Sand Reel. Twin Disc E-216; 16" (406.4 mm); 2-plate.
Rotary Table. Twin Disc CL-211; 11" (279.4 mm); 2-plate.
Master Clutch. Rockford Automotive; 14" (355.6 mm); 1-plate.

Twin Disc CL-311;
11" (279.4 mm); 3-plate.

DRIVES

Rotary Table. Torque tube.
Drive Case. Triple chain; 3/4" (19.0 mm) pitch.
Hoisting Drum. Double chain; 3/4" (19.0 mm) pitch.
Sand Reel. Double chain; 3/4" (19.0 mm) pitch.
Third Drum. Double chain; 3/4" (19.0 mm) pitch.

SLUSH PUMP

Choice of:
5" x 8" (127 mm x 203.2 mm) FD-FXX or
5 1/2" x 8" (139.7 mm x 203.2 mm) FD-FXX.
7 1/2" x 8" (190.5 mm x 203.2 mm) FY-FXX also available.

TRANSMISSION

5 speeds forward; 1 speed reverse.

KELLY

4 5/8" O.D. x 2 1/4" I.D. (117.5 mm x 57.1 mm) fluted kelly, 28 to 34 ft. (8.53 to 10.36 m) long.

ENGINES

Two; minimum displacement of 400 cu. in. (6560 cu cm). Gasoline, diesel or L.P.G.

ROTARY TABLE

Opening 18" (457 mm). Spiral bevel gears, machine cut and lapped. Oil bath. Hinges in vertical position for changing large bits or running casing. Two screw jacks integral with table frame. Optional drill-frame supported table eliminates screw jacks for more rapid set-up; requires two rear hydraulic leveling jacks on rig. Hinges in vertical position leaving 29" opening for setting casing.

CONTROLS

Grouped at driller's station on left rear side of drill.
Optional rear-mounted controls available at extra cost.

MAST

Type. Electric welded from cold drawn steel tubing.
Height. Hydraulically raised and lowered.
47 ft., 4 in. (14.42 m) clear working space.
Total Gross Capacity. 50,000 lbs. (22,211 kg).
Hook Load Capacity. 40,000 lbs. (18,150 kg) with 4 lines.
45,000 lbs. (20,412 kg) with 6 lines.
Crown. 6 roller bearing wire line sheaves plus catline sheave.
Optional 8-sheave or 10-sheave crown available at extra cost.

OPTIONAL MAST

A mast of similar dimensions with a total gross capacity of 90,000 pounds (40,824 kg) is available at extra cost.

MOUNTING

Low frame 2-axle semi-trailer of special design. Also available on truck of suitable capacity.

WEIGHT

JED-A rig on tandem axle trailer with 5 x 8 pump, standard mast and 4 5/8" x 28 ft. kelly: Front, 12,000 lbs. (5,440 kg); rear, 24,000 lbs. (10,890 kg); total 36,000 lbs. (16,330 kg).

LEVELING JACKS

Standard: Screw type jacks in rear with regular landing gear at gooseneck.
Optional: Hydraulic leveling jacks available for rear or for both front and rear, at extra cost.

GENUINE PARTS FOR ALL FAILING AND/OR WABCO

DRILLS ARE AVAILABLE FROM:

LARGO, FLORIDA
FOREST PARK, GEORGIA
NEW ORLEANS, LOUISIANA

PLAINFIELD, INDIANA
CASPER, WYOMING
GRANTS, NEW MEXICO

HOUSTON, TEXAS
ODESSA, TEXAS

GRAND JUNCTION, COLORADO
SAN LEANDRO, CALIFORNIA
BLOOMINGTON, MINNESOTA

IN CANADA:
EDMONTON, ALBERTA
CALGARY, ALBERTA



GEORGE E. FAILING COMPANY

A DIVISION OF AZCON CORPORATION
ENID, OKLAHOMA 73701, U.S.A.

2215 S. VAN BUREN
P. O. BOX 872
PHONE (405) 234-4141
TELEX 747180
CABLE GEFCO

6.1.2. Avantages et inconvénients

Le même appareil de forage, moyennant quelques adaptations et équipements spécifiques, peut forer au rotary conventionnel et en circulation inverse. Les diamètres de forage peuvent atteindre 1800 mm.

Cette technique ne permet pas de traverser les terrains durs, et son utilisation est limitée par la profondeur, 30 à 40 m.

Sa mise en oeuvre nécessite, en outre, des moyens techniques et un matériel dont l'importance et le coût sont disproportionnés avec la nature des travaux.

6.2. LE FORAGE A LA TARIERE

6.2.1. Principe

Forage en rotation à sec, en grand diamètre, avec des outils du type "bucket" suspendus à l'extrémité de trois tiges "Kelly" télescopiques entraînées par une table de rotation à grande ouverture (52"). Le bucket est ramené en surface, chaque fois qu'il est plein, et tiré latéralement par un bras de décharge, un système de déverrouillage manuel du fond permet de vider les déblais (cf. figures n° 10 et 11).

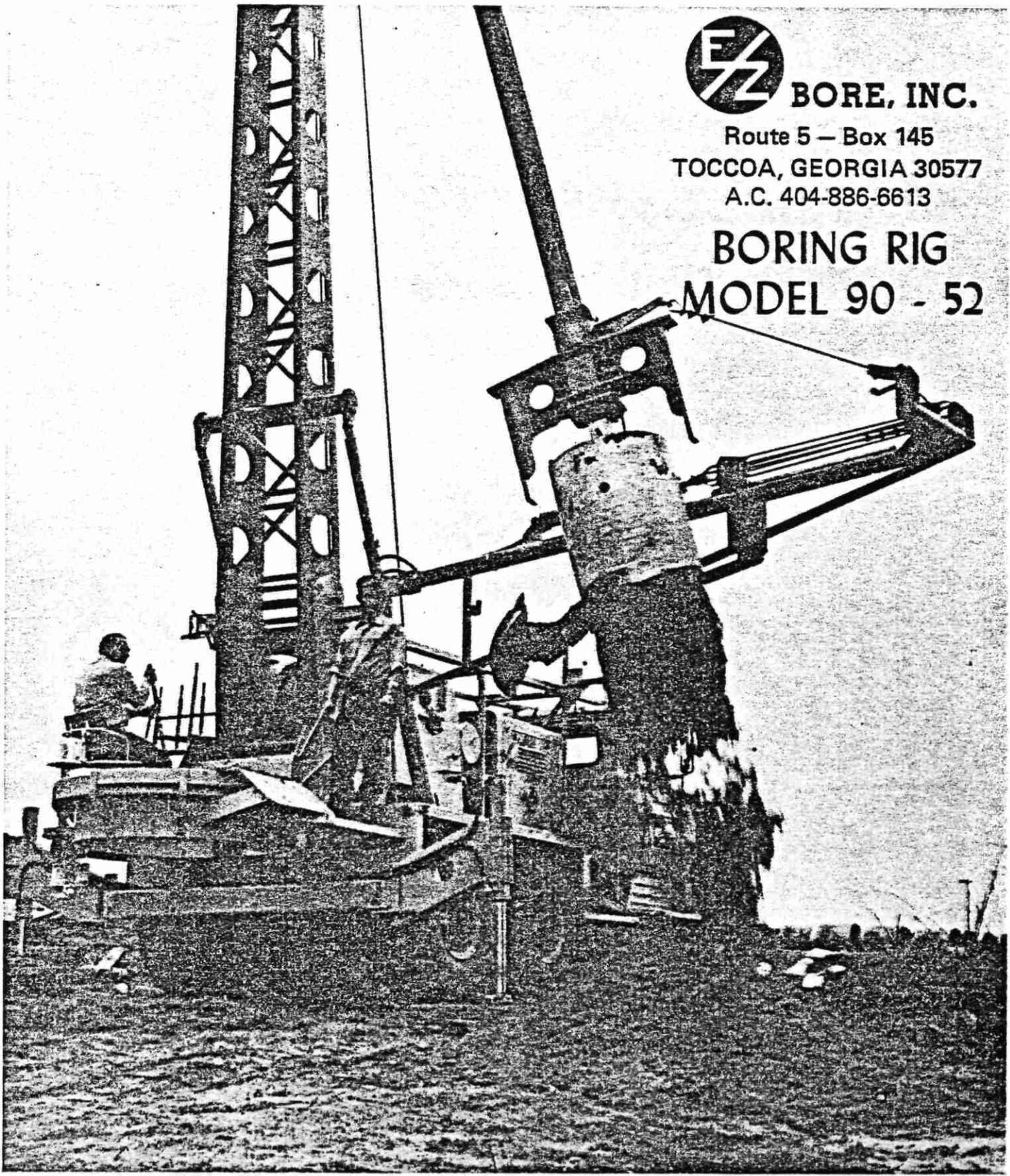
En présence de terrains bouillants, on peut procéder à la mise en place d'un élément de tubage provisoire, ou injecter de l'eau ou de la boue.

Ce type de fonçage nécessite un couple de rotation élevé, 2000 m/kg. Les vitesses de rotation sont lentes : 0 à 30 tr/mn.

6.2.2. Phases d'exécution d'un puits

- Forage Ø 1500 mm jusqu'à la cote optimale.
- Pose d'un tube provisoire de 6 m de long, Ø 1300 mm, en présence de terrains bouillants.
- Mise en place du captage et cuvelage en éléments de 1 m avec treuil de service.
- Arrachage du tube provisoire.
- Mise en place du massif de gravier dans l'espace annulaire.
- Equipement de l'ouvrage :
 - . buses en béton armé préfabriquées de 1 m de diamètre, épaisseur 8 cm. La colonne de captage et la dalle de fond sont perforées.

FIGURE 10 - APPAREIL DE FORAGE A LA TARIERE DU TYPE BUCKET



BORE, INC.

Route 5 - Box 145
 TOCCOA, GEORGIA 30577
 A.C. 404-886-6613

**BORING RIG
 MODEL 90 - 52**

3½" x 25 ft. Triple telescoping kelly
 (appx. digging depth 72 ft.)
 3½" x 30 ft. Triple telescoping kelly
 (appx. digging depth 87 ft.)

FIGURE 11

MODEL 90 - 52 SPECIFICATIONS

Power Unit	Chrysler V-8 Gasoline Engine, 318 cubic inch; continuous H.P. 95@ 3200 RPM (Optional) 3-53 G.M.C. Diesel Engine, BHP 91 HP @ 2500 RPM.
Transmission	Four forward speeds with reverse. Ring Gear rotary speeds — 1st 7.6 RPM, 2nd 16.5 RPM, 3rd 33 RPM, 4th 48.5 RPM.
Hoist	Double drum 7000 lbs. single line pull; Gears & Pinion — cut steel; brakes & clutches — inter- changeable contracting friction bands. Line Speeds — 1st 84 FPM, 2nd 174 FPM, 3rd 347 FPM, 4th 503 FPM.
Drive Train	100H Roller Chain & Steel Sprockets — Reduction Unit, Cut Gears encased in steel housing with oil bath lubrication — Rotary Clutch — Split disc, roller grip friction type.
Ring Gear	1040 Carbon Steel Casting with ball bearings & race. 52" I.D.
Kellys	Inside Bar — 3" or 3½" Sq. 4140 heat treated. Inner Tube — 4½" or 5" Sq., 5/8" wall 1040 carbon steel. Outer Tube — 7" Sq. ½" wall, A36 Steel. Standard Kelly — 3" x 25' triple telescoping (appx. digging depth 72') Optional Kelly — 3" x 30' triple telescoping (appx. digging depth 87') Optional Kelly — 3½" x 25' triple telescoping (appx. digging depth 72') Optional Kelly — 3½" x 30' triple telescoping (appx. digging depth 87')
Cables	Kelly Line — ¾" 19 x 6 non-rotating (breaking strength 21.8 tons) Secondary Line — 5/8" 19 x 6 non-rotating (breaking strength 15.3 tons) Swivel Working Load — 8.5 ton.
Outriggers	Stationary mounted Swing Out Type Rear Jacks — 30" Reach — Cylinders 4" x 24" stroke. (Optional) Heavy Duty type with 5" x 24" Hyd. Cylinders.
Dumping Arm	15' long, hydraulic operated with Automatic Bucket Trip Mechanism.
Derrick	Special Fabricated Steel Housing with 1½" Sq. structural steel tubing cross bracing, 33' large —crown block has two 16" dia. steel sheaves with roller bearings; derrick raised and lowered hydraulically; Optional — 39' large derrick with 3" x 30', or 3½" x 30' triple kelly.
Hydraulic System	28 GPM — 1500 PSI — 1500 RPM — Filter on return line.
Hydraulic Crowd (Optional)	Special steel fabricated assembly with hydraulic activated clamp fitted to kelly — two 4" x 24" hyd. cylinders for developing appx. 30,000 lbs. down pressure.
Truck Specs: (General)	32,000 lbs. - 34,000 lbs. Rear Tandem Axle; 9000 lbs. Ft. Axle; 212' Cab to tandem measurements.
Export Weights & Measurements	Truck Mounted (2 pcs) (1) 8' W x 9'6" H x 30' L (std rig (17250 lbs.) and truck (10400 lbs.) (2) 2'6" W x 2' H x 41' L (std kelly (2625 lbs.) and derrick (1500 lbs.) Skid Mounted (2 pcs) (1) 7' W x 8' H x 19' L (std rig, outriggers, dumping arm, etc. (17250 lbs.) (2) 2'6" W x 2' H x 41' L (std kelly (2625 lbs.) and derrick (1500 lbs.)

Specifications subject to change without notice — Effective March 1, 1974.

6.2.3. Avantages et limites de ce type d'appareil

Le principal avantage du forage à la tarière est sa rapidité d'exécution. Un puits à 25 m de profondeur peut être réalisé en une journée de travail. En contrepartie, il est limité par la *nature* des terrains, les roches dures telles que calcaires, grès, granites, etc... ne peuvent être traversées, ainsi que par la *profondeur* ; le fonçage est limité à 30 m. Ce type d'appareil est donc très spécifique car il nécessite de conditions hydrogéologiques particulières (zones d'arènes granitiques par exemple).

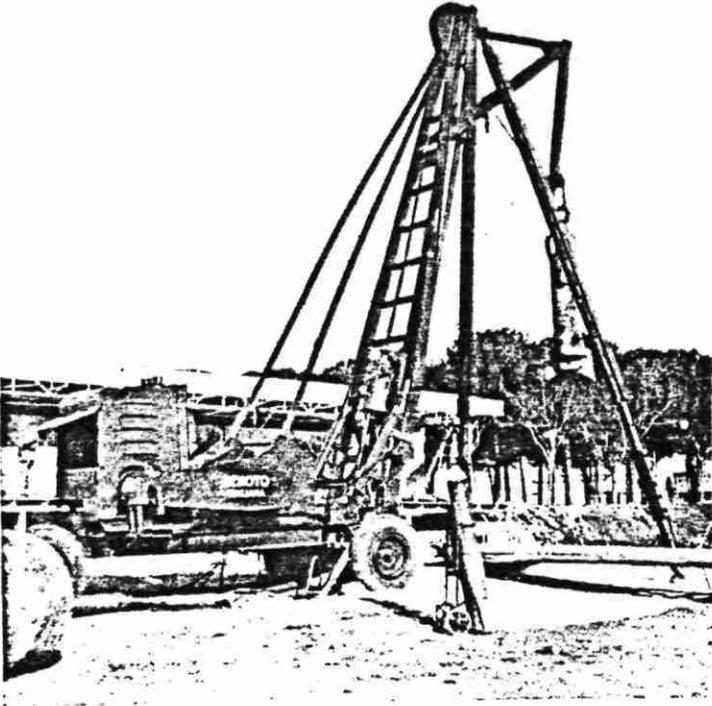
6.3. LE FORAGE A LA BENNE PRENEUSE

La technique utilisée a été décrite au paragraphe 2. Toutefois, le matériel utilisé pour le forage des pieux est en général plus lourd et moins performant que le matériel étudié dans le présent rapport.

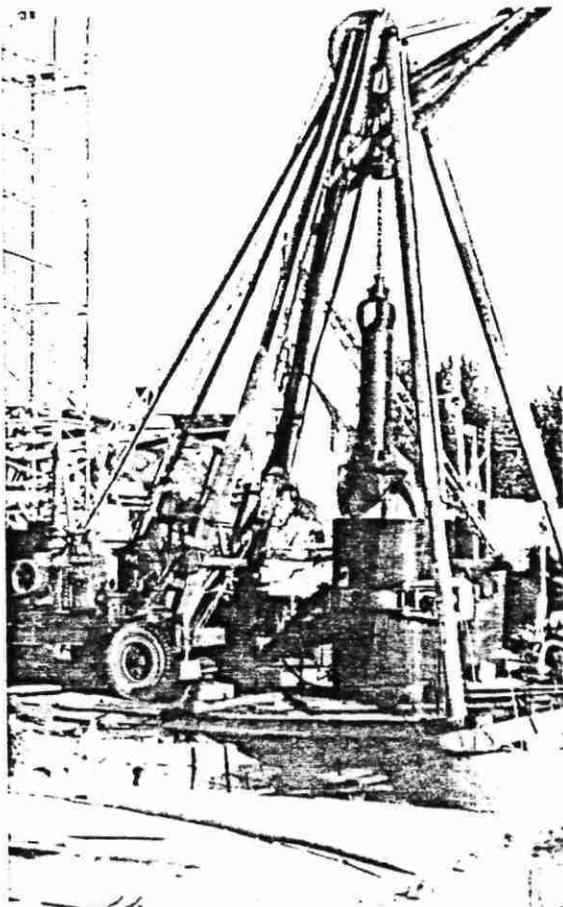
Les outils du type "Hammer Grab" ne permettent de traverser que les terrains tendres.

Pour tenir les terrains instables, il est nécessaire de mettre en place une colonne provisoire qui est descendue par gravité et extraite par traction et louvoisement. Ce type de matériel est décrit sur les figures n° 12 et n° 13.

FIGURE 12 - APPAREIL TYPE BENOTO UTILISE POUR LE FONÇAGE DE PUITIS
OU DE PIEUX EN TERRAINS TENDRES



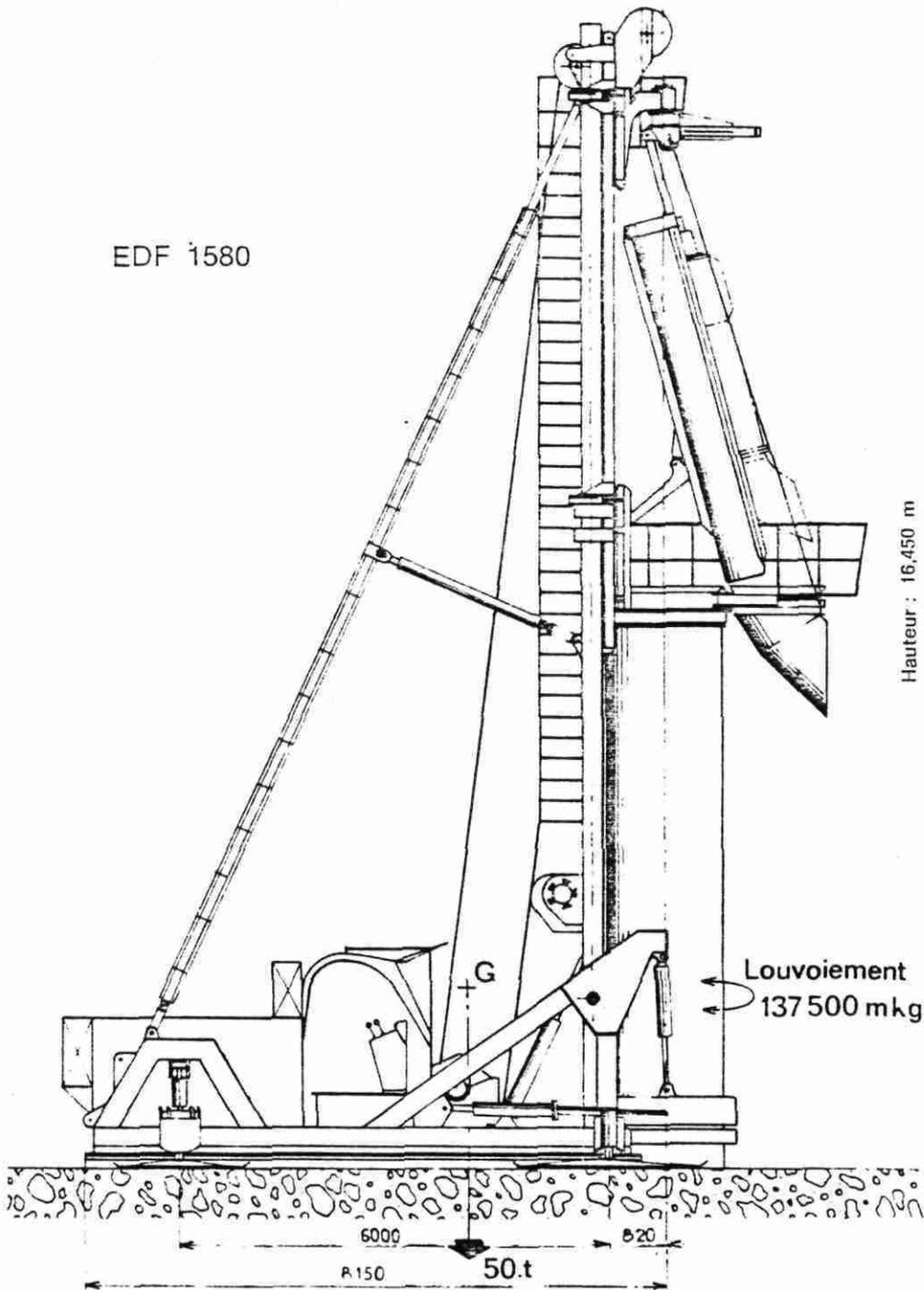
L'outil utilisé est du type "Hammer Grab".



Le fonçage est effectué à l'intérieur d'un tube qui descend sous son propre poids ou par louvoisement lorsque les frottements deviennent trop importants.

FIGURE 13 - APPAREIL DESTINE AU FONÇAGE/HAVAGE

(avec tubage continu à l'avancement par louvoisement)



Ø Forage = 1180 1270 1380 1580 HG N° 7

Treuil Forage : 4 T 500 Vitesse Levage : 1 m 600/sec.

Moteur CUMMINS NT 855 P 335 245 CV 1800 t/m

Poids de la machine position de chantier - 50 T

Poids de la machine position de route - 45 T

Charge sur le sol en chantier = 0.400 K/cm²

Couple de louvoisement : 137,5 T/m - Angle louvoisement : 20 à 25°

Effort d'arrachage : 90 T.

Forage incliné : 6 et 12'

Vidage frontal ou latéral

Cette machine peut être utilisée avec HAMMER GRAB N° 5 pour Ø de forage :

670 880 980 1080 1180

Appareil type EDF
(procédé BENOTO)



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BCEOM-I.E.M.V.T. (1969) .- Techniques rurales en Afrique .- 7 *Hydraulique pastorale - Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères chargé de la Coopération.*
- CAMBEFORT (H.) 1963 .- Forages et sondages .- 4ème édition, Eyrolles, Paris.
- DUPUIS (J.) 1979 .- La technologie des forages d'eau .- Ministère de l'Agriculture - Centre Technique du Génie Rural des Eaux et des Forêts (CTGREF), Mémoire n° 11.
- HLAVEK (K.) et DUPUIS (J.) 1978 .- Proposition pour la résolution des problèmes de l'eau en milieu rural dans la région du Sine Saloum (Sénégal) .- *Rapport SATEC/SODEVA.*
- SOLAGES (S.) 1978 .- Moyens et techniques d'exploitation .- *Extrait de l'étude sur les "Méthodes d'études et de recherches de l'eau souterraine des roches cristallines" (CIEH/GEOHYDRAULIQUE).*

Documentation fournisseurs*

- MATERIEL BONNE ESPERANCE
foreuses et matériel de forage
Société Nouvelle de Sondages
11, rue de Gries
B.P. 4
67240 BISCHWILLER

- MATERIEL BENOTO
forage de puits et pieux ou havage
Société BENOTO INTERNATIONAL
26, rue de la Trémouille
75008 PARIS

- MATERIEL E/Z BORE, INC.
modèle 90-52, foreuse de pieux à la tarière
Société E/Z, BORE, INC.
Route 5 - Box 145
TOCCOA, GEORGIA 30577
A.C. 404-886-6613

- MATERIEL FAILING
foreuse JED-A rotary en circulation directe ou inverse
Société LINDVIST et Cie
32, avenue de l'Opéra
75002 PARIS
Tél. 073.62.10

- MATERIEL SECMI de battage-havage, type TP1
Société Escovienne de Construction Mécanique et Industrielle
27440 ECOUIS
Tél. 57 ou 58
et
TEKNIFOR
87, rue Taitbout
75009 PARIS
Tél. 285.24.87

* Cette liste des matériels, constructeurs et fournisseurs n'est pas exhaustive; pour chaque type d'appareils il existe différents constructeurs ou représentants, français ou étrangers.

ANNEXES

	pages
I - FICHE TECHNIQUE - FOREUSE SECMI.TP1	1
II - DESCRIPTIF D'UN ATELIER COMPLET DE FONÇAGE/HAVAGE ET FABRICATION DE BUSES	2
III - OUTILS ET ACCESSOIRES DE BATTAGE/HAVAGE COMPLEMENTAIRES	5

ANNEXE I

FICHE TECHNIQUE - FOREUSE SECMI.TP1

Principe de forage	Forage battage/havage à câble. Les outils sont du type benne hémisphérique à 2 ou 3 coquilles, pour terrains tendres - benne à trépan, pour terrains durs. Un trépan simple, ainsi que des soupapes peuvent être utilisés.						
Capacité de forage	<ul style="list-style-type: none"> - Diamètres 500 à 1700 mm en terrains tendres ou peu consolidés. - Diamètres 500 à 1000 mm en terrains durs. - Profondeur jusqu'à 100 m. - Profondeurs recommandées 20 à 100 m. 						
Force motrice	<ul style="list-style-type: none"> - Entraînement du treuil de battage/havage par moteur indépendant P = 120 CV (recommandé). - Pompe hydraulique de 150 ou 175 bars, débit 30 à 50 l/mn. 						
Derrick	Flèche oblique, hauteur 9 m sous poulie, levage et abaissement hydraulique, force 30 t.						
Treuils	<ul style="list-style-type: none"> - 1 treuil de force maximale 10 t, capacité d'enroulement 250 m, câble Ø 22 mm. - 1 treuil de service de force 3 t, de capacité 400 mm, câble de 16 mm (en option). 						
Outils de forage	Bennes hémisphériques			Bennes trépan			Soupapes Ø 210 à 1000 mm
	Ø	masse	longueur	Ø	masse	longueur	
	750 mm	1 t	2,1 m	750 mm	2,6 t	2,5 m	
	850 mm	1,3 t	2,2 m	1000 mm	3,3 t	2,8 m	
	1000 mm	1,6 t	2,3 m	1400 mm	4,3 t	3,1 m	
	1700 mm	2 t					
Accessoires	<ul style="list-style-type: none"> - Vérins de calage arrière. - Chargeur automatique : permet d'évacuer les matériaux sans faire pivoter la flèche ou manoeuvrer le chargeur. - Eventuellement dispositif de battage. 						
Porteur	- Camion 6 x 4 ou 6 x 6, charge utile 15 t.						
Véhicules annexes	<ul style="list-style-type: none"> - 1 camion de service 10 t avec grue hydraulique. - 1 camion 10 t avec remorque pour transport des buses. - 1 véhicule léger de liaison. 						

ANNEXE IIDESCRIPTIF D'UN ATELIER COMPLET DE FONÇAGE/HAVAGE
ET FABRICATION DE BUSESI - Machine de forage battage/havage TP1

Constituée par :

1) La flèche :

- structure renforcée
- manoeuvre hydraulique
- retenue par deux haubans spéciaux renforcés
- oscillations freinées hydrauliquement
- 2 poulies par roulement
- guides de câble
- amortisseur de suspension
- hauteur 8,9 m sous l'axe de la poulie
- pousseur d'outil (5 t à 2 m), modifié pour manutention des buses
- attache pour mouflage
- pieds réglables pour former une chèvre avec vis de réglage.

2) Le chassis :

supporte les organes principaux de la foreuse et se fixe sur le chassis du camion porteur.

Descriptif :

- structure en profilés mécano-soudés, entrecroisés avec un plancher de travail en tôle striée
- 2 béquilles mécaniques
- points de fixation sur le chassis du porteur
- supporte d'autre part :
 - . deux treuils (1 de 10 t, 1 de 3 t)
 - . l'articulation de la flèche
 - . la benne ou le trépan en position de transport
 - . le moteur 120 CV diesel (Mercedès ou Ford)
 - . le circuit hydraulique (30 l/mn à 180 bars)
 - . le chargeur automatique renforcé pour les déblais
 - . 1 alternateur de 30 KVA
 - . 1 coffre à outils.

3) Les treuils :

- 1 treuil de battage 10 t, rainuré palier bronze, tambour Ø 600 mm, longueur 625 mm, vitesse d'enroulement de 0,8 à 1,25 m/s en première couche, commande mécanique, équipé de 80 m de câble Ø 22 mm.
- 1 treuil de curage ou manoeuvre de 3 t avec 80 m de câble Ø 16 mm.

4) Le mouflage nécessaire pour la mise en place des buses :

- 1 poulie ouvrante de 15 t avec manille
- 160 m de câble Ø 22 mm.

II - L'ensemble monté sur PL Berliet

- type GBH 6 x 6, puissance 250 CV, charge utile 18 t.

III - Outils de forage

- 1) - 1 benne à trépan Ø 1600 mm
 - 1 élargisseur 1800 mm pour benne à trépan
 - 2 bennes hémisphériques Ø 860 mm
 - 1 couronne et 1 palonnier.
- 2) - 1 benne hémisphérique articulée pour alluvions Ø 1250 mm
 - 1 benne à trépan Ø 1250 mm
- 3) - 1 trépan en croix de 3 tonnes Ø 1250 mm
 - 1 soupape Ø 800 mm.

IV - Matériel complémentaire

- 1 caisse à outils mécanicien chantier + clés à griffe, clés à chaîne, graisseur
- 1 poste de soudure électrique
- matériel d'accrochage pour les buses en béton armé (palonnier à décrochage automatique)
- pompes d'épuisement "FLYGT" avec tous accessoires (ou équivalent)
 - . FLYGT 2082 H, 9,5 CV, 600 l/mn à 30 m ou 100 l/mn à 55 m.

V - Atelier de construction de buses pleines et perforées

- 1 groupe électrogène 6 KVA moteur diesel
- 1 bétonnière avec chargeur, capacité malaxage 380 l, retournement par volant actionné par moteur diesel
- moules pour buses pleines et perforées
- 1 moule trousse coupante + 1 moule à margelle
- 1 citerne pour transport de l'eau (capacité 3000 l)
- 2 bacs démontables pour stockage de l'eau (2000 l chacun)
- 1 table vibrante (capacité 1 t)
- 1 jeu d'aiguilles vibrantes
- 1 portique avec palan pour démoulage des buses
- + petit matériel (brouettes, seaux, pelles, pompe de surface, etc...).

Capacité de l'atelier : environ 120 buses pleines et 60 crépinées/mois.

VI - Véhicules d'accompagnement

- 1 PL 10 t chassis long + 1 remorque 10 t
4 essieux pour transport des buses (avec grue hydraulique de manutention à l'arrière de la cabine)
- 1 PL 8 t 4x4 d'accompagnement (chantier de forage)
- 2 Pick up (type Peugeot 404 ou équivalent)
- 1 camion benne (pour chantier de buses).

°°

PERSONNEL NECESSAIRE POUR L'EXECUTION D'UN PROJET

1 Ingénieur responsable, Chef de projet

sur les chantiers de forage :

- 1 chef de chantier
- 1/2 mécanicien
- 1 aide foreur
- 4 manoeuvres
- 3 chauffeurs.

à l'atelier de fabrication de buses :

- 1 chef d'équipe
- 1 commis magasinier
- 2 aides
- 4 manoeuvres
- 2 chauffeurs.

°°°

ANNEXE III

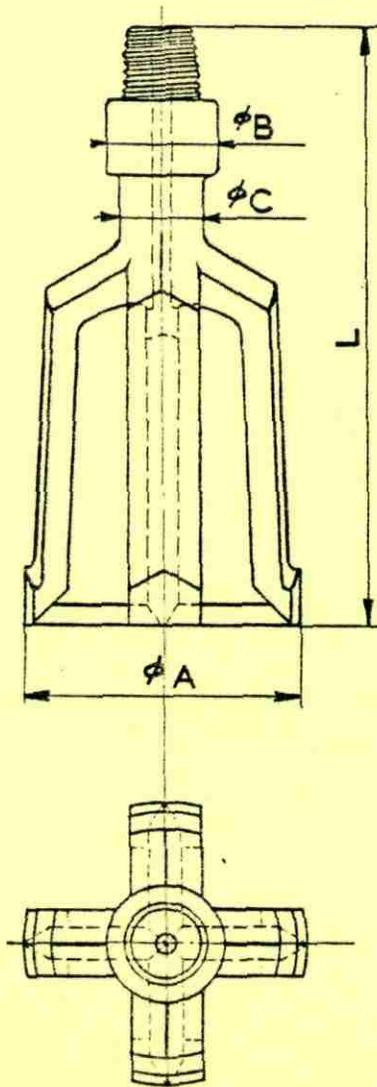
OUTILS ET ACCESSOIRES DE BATTAGE/HAVAGE
 COMPLEMENTAIRES

BONNE ESPÉRANCE

2032-TREPANS en CROIX

pour forage à l'injection ou à sec

FORAGE : BATTAGE AVEC CIRCULATION



ϕA en pouce en mm	ϕB	ϕC	L	N° du fil. Mou F	Poids en kg	
3	77	74	55	630	5 M	28
3 1/2	93	74	55	630	5 M	32
4 1/4	113	89	74	700	4 M	40
5	134	89	74	800	4 M	48
6	160	127	100	900	3 M	75
7	182	127	100	1.010	3 M	95
8	211	178	127	1.085	2 M	130
9 1/4	243	178	127	1.135	2 M	220
10 1/2	276	204	152	1.220	1 M	260
12	312	204	152	1.305	1 M	330
13 1/2	350	235	200	1.350	1 F	420
	390	235	200	1.350	1 F	490
	440	235	200	1.350	1 F	550
	490	235	200	1.350	1 F	600
	540	235	200	1.350	1 F	630
	590	235	200	1.350	1 F	680
	640	235	200	1.350	1 F	710
	690	235	200	1.350	1 F	740
	740	235	200	1.350	1 F	785
	790	235	200	1.350	1 F	820
	840	235	200	1.350	1 F	890

J. DUPUIS -

Fig. 1



FORAGE : BATTAGE A SEC

Version A

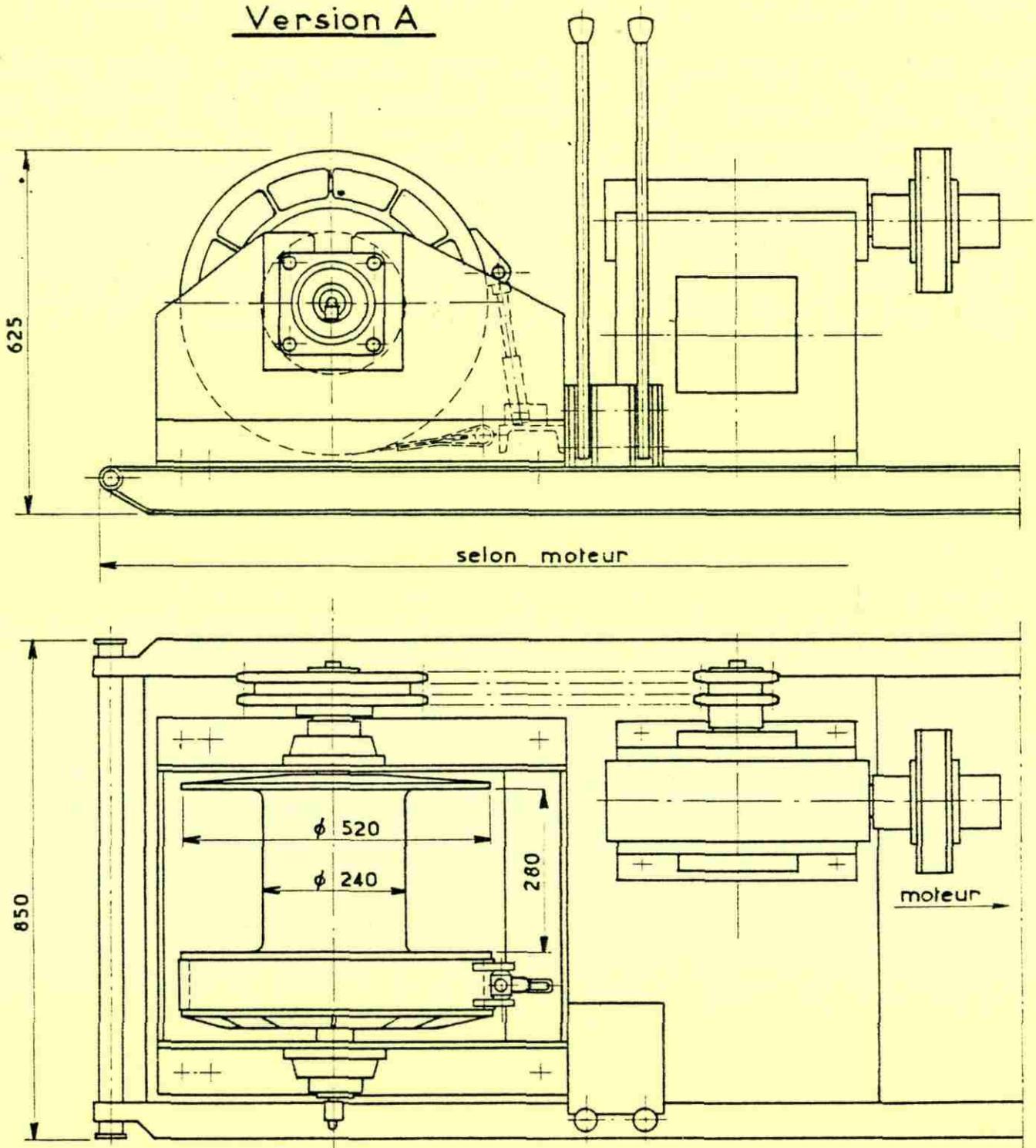
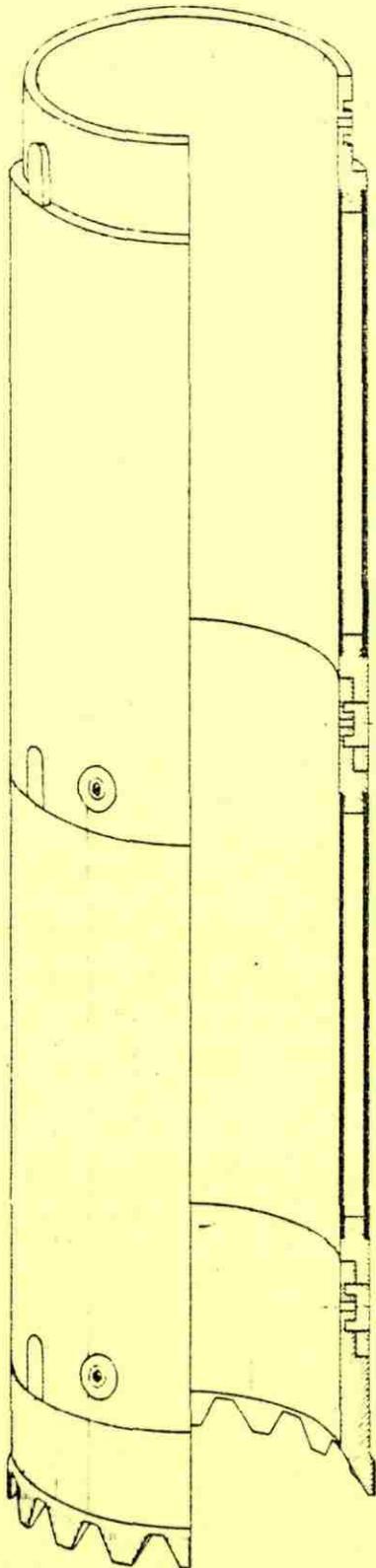


Fig. 2

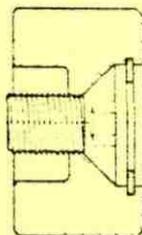
BONNE ESPÉRANCE

Tubes à double paroi -4018-



∅ int. Tube	∅ ext. Tube	Nbre de verrous	Nbre de clav ^{tes}	∅ trousse coup ^{te}
400	470	6	3	480
460	530	6	3	540
540	610	8	4	620
590	670	10	5	680
800	880	10	5	890
890	970	12	6	980
1000	1080	12	6	1090
1100	1180	12	6	1190
1190	1270	16	8	1280
1300	1380	20	10	1390
1500	1580	20	10	1590
1600	1680	24	12	1690
1750	1830	24	12	1840
1880	1960	24	12	1970

Nota: les tubes à double paroi sont
normalement livrés en longueurs
utiles de 6m, 4m, 2m et 1m.



Un seul type de
verrou quel que soit
le diamètre des tubes.

Fig. 3

FORAGE : BATTAGE-TIGE

2131 - SOUPAPES A GRAVIER

Fig. 1

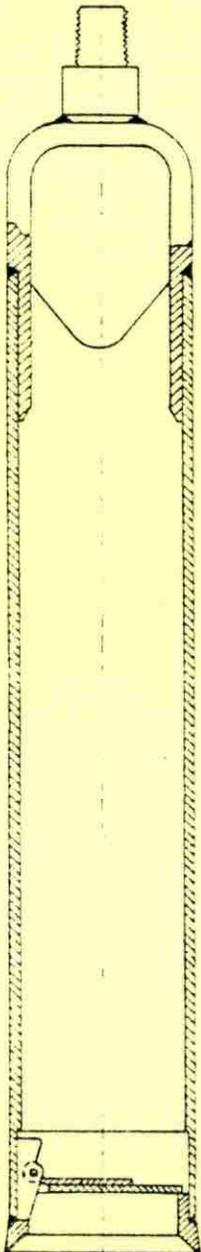
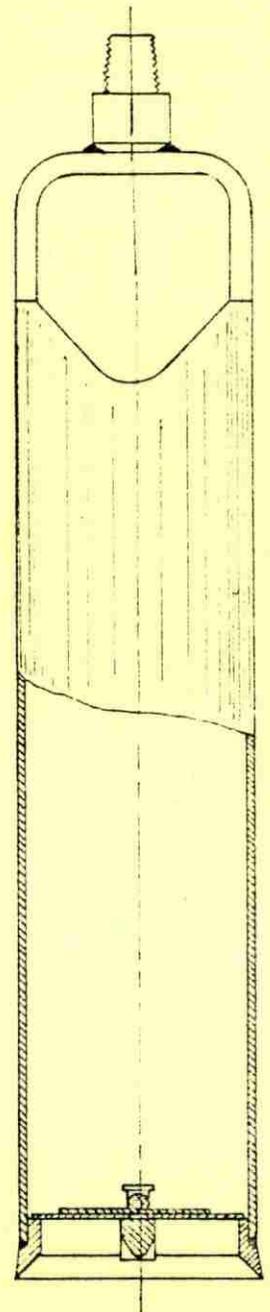


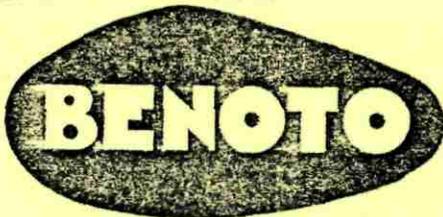
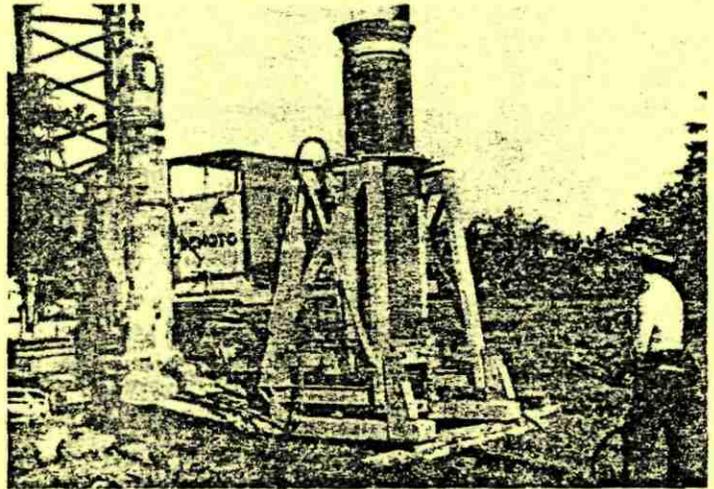
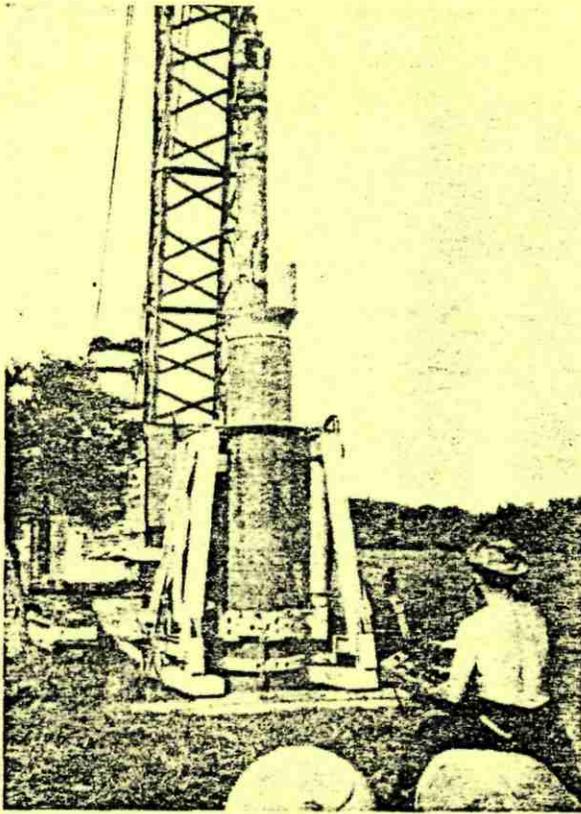
Fig.1 SOUPAPES DE 3 à 13½"			
DIAMETRES EXTERIEURS			N° du Filetage
Pouces	Tubes	Sabots	
3"	73	76	MT 5
3½"	89	92	MT 5
4¼"	108	112	MT 4
5"	127	130	MT 4
6"	152	156	MT 4
7"	178	182	MT 3
8"	203	208	MT 3
9¼"	229	234	MT 3
10½"	267	272	MT 3
11¾"	298,5	304	MT 3
13½"	343	348	MT 3

Fig.2 SOUPAPES DE ø 381(15") à 534			
DIAMETRES EXTERIEURS			N° du Filetage
Pouces	Tubes	Sabots	
15	381	385	MT 3
16½"	419	425	MT 3
	475	480	MT 3
	534	540	MT 3

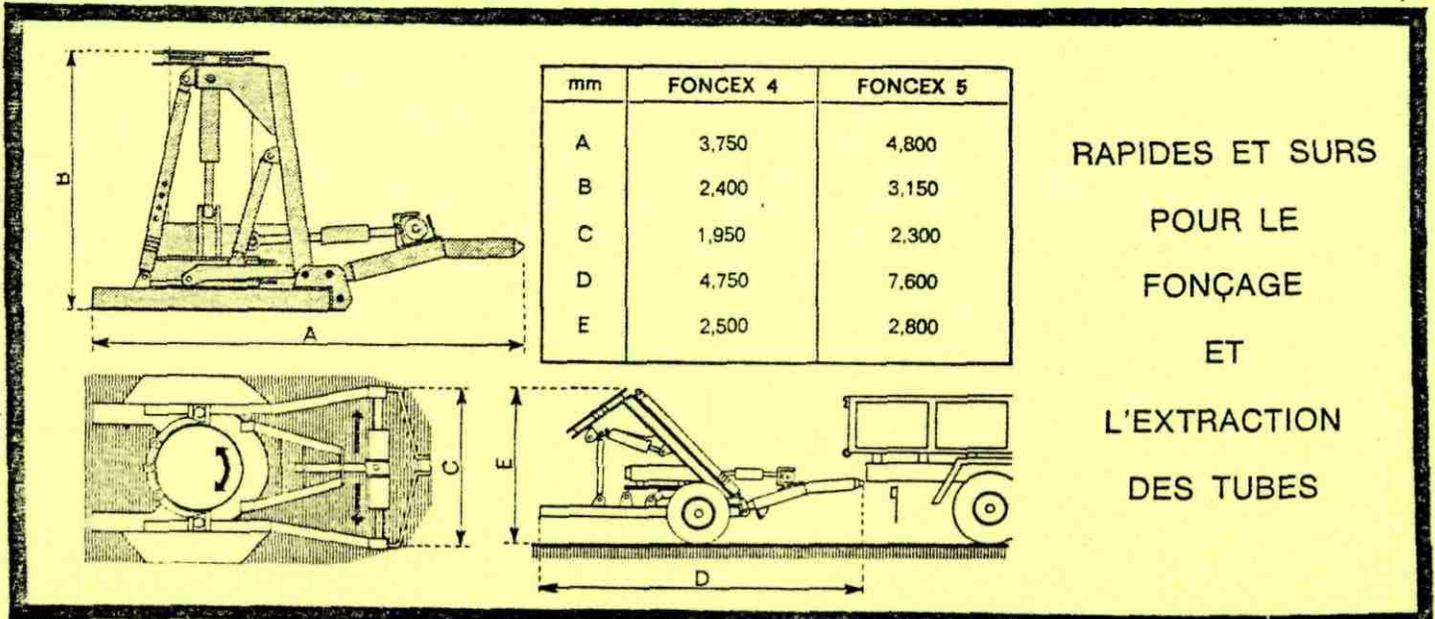
Fig. 2



FONCEURS-EXTRACTEURS



FONCEX 4 & 5



RAPIDES ET SURS
 POUR LE
 FONÇAGE
 ET
 L'EXTRACTION
 DES TUBES

Fig. 5