

1983

é t u 2 1 2 . 6  
8 3 F O

aportage

# Forages d'eau en très petit diamètre dans le socle en Afrique

LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE  
CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY  
AND SERVICES (I.C.W.S.)  
P.O. Box 1000, 2500 AD The Hague  
Tel. (070) 814911 ext. 141/142  
RN: ~~0000~~ *1513*  
LO: 212.6 83FO

*Ka...*

## INTRODUCTION

*L'expérience décrite ci-dessous est originale à plus d'un titre : par la technique rudimentaire employée et sa mise en œuvre par du personnel exclusivement local, par le diamètre réduit des ouvrages (suffisant néanmoins pour alimenter une pompe à main), par des prix de revient exceptionnellement bas, et enfin par un entretien des pompes dont le bilan, après 10 ans de pratique, est nettement positif.*

*Elle est le fait d'une petite société de forage togolaise, qui réalise des forages d'eau dans le socle au moyen d'une sondeuse légère de carottage minier. Le procédé a de quoi surprendre à priori, tant l'usage du marteau fond de trou est maintenant répandu pour la réalisation de forages de petit débit dans la roche dure, avec l'efficacité qu'on lui connaît. De fait, l'énorme déficit actuel en points d'eau villageois en Afrique ne pourra certainement être résorbé en un temps acceptable qu'au moyen de vastes programmes faisant appel aux méthodes modernes de forage rapide à l'air comprimé. Nul doute cependant qu'à côté de ces techniques élaborées mais chères, car nécessitant le plus souvent l'appel à la main d'œuvre étrangère, il y ait une place pour des réalisations plus modestes, mieux intégrées dans le contexte africain et d'une technologie plus accessible donc plus facilement transférable.*

## HISTORIQUE

Les Forages Villageois pour l'Eau Potable (FVEP) - c'est le nom de la Société - sont nés en 1980 du rachat par un foreur, Akama Kossi, d'un lot de matériel de forage mis en œuvre jusque là par une ONG (1). Celle-ci avait réalisé depuis 1972 de nombreux forages villageois au moyen de la technique la plus rudimentaire qui soit, le battage à main, mis en œuvre par les villageois eux-mêmes, puis avait acquis un peu plus tard une petite machine rotary. La société FVEP actuelle dispose encore de 4 ateliers de battage

à main, mais s'oriente semble-t-il vers leur abandon progressif devant les résultats obtenus avec l'atelier rotary. Au total les "Projets Techniques Sociaux", puis la société FVEP qui leur a succédé, ont posé quelques 150 pompes à main, dont 80 % sont en état de marche à l'heure actuelle. Le financement des forages est assuré en partie par les villageois et en partie par l'ONG, qui paie l'entreprise suivant un bordereau de prix.

## MATERIEL ET METHODES

**Extrême simplicité du matériel et petit diamètre des forages**

La sondeuse est une petite machine de carottage minier au diamant capable de forer en terrain dur jusqu'à 35 m en 3 1/2" ou 80 m en 2 1/8". Elle est entraînée par un moteur à essence de 18 CV et est aisément transportable sur une remorque derrière un véhicule léger genre Toyota ou Land-Rover. Le matériel de chantier comprend en outre un groupe motopompe à boue (moteur 6 CV, pompe triplex 50 l/mn à 35 bars), un groupe motopompe centrifuge pour la collecte de l'eau, une citerne de 3 m<sup>3</sup> sur remorque, et un bac à boue. Trois personnes (1 foreur et 2 aides) suffisent à mettre en œuvre la machine. Le village fournit en outre 2 manœuvres en permanence pour aider aux tâches diverses.

Les forages réalisés ont en moyenne une quarantaine de mètres de profondeur, et pénètrent donc d'environ 25 mètres dans la roche dure, l'épaisseur des terrains d'altération dépassant rarement une quinzaine de mètres. Ils sont effectués en diamètre 90 mm dans les altérites et en 60 mm dans la roche dure. En général on ne tube que les altérites, avec du tube 2" (50/60) en métal galvanisé, lequel est ancré d'environ 50 cm dans la roche (figure 1a). Dans les cas, relativement rares, où l'on désire capter les altérites, on visse au bas du tube 2" une pointe filtrante Johnson d'environ 1 m de longueur (figure 1b).

Les forages sont équipés de pompes à main classiques à piston, dont le cylindre de 1 11/16" passe sans difficulté à l'intérieur du tubage 2". Le même type de pompe (pompe Monitor, fabriquée par Baker Manufacturing Company, USA) est utilisé depuis une

(1) Organisation Non Gouvernementale : Les "Projets Techniques Sociaux", financés notamment par l'Eg Togo.

212.6 - 1513

### SCHÉMA DES FORAGES

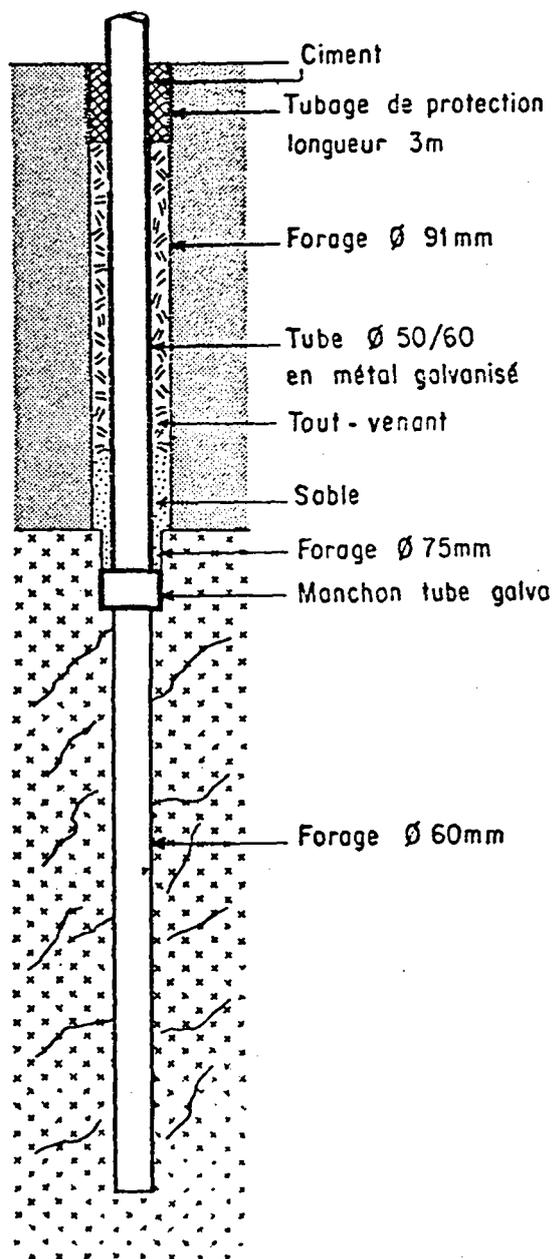


Fig. 1 a - Captage dans le socle

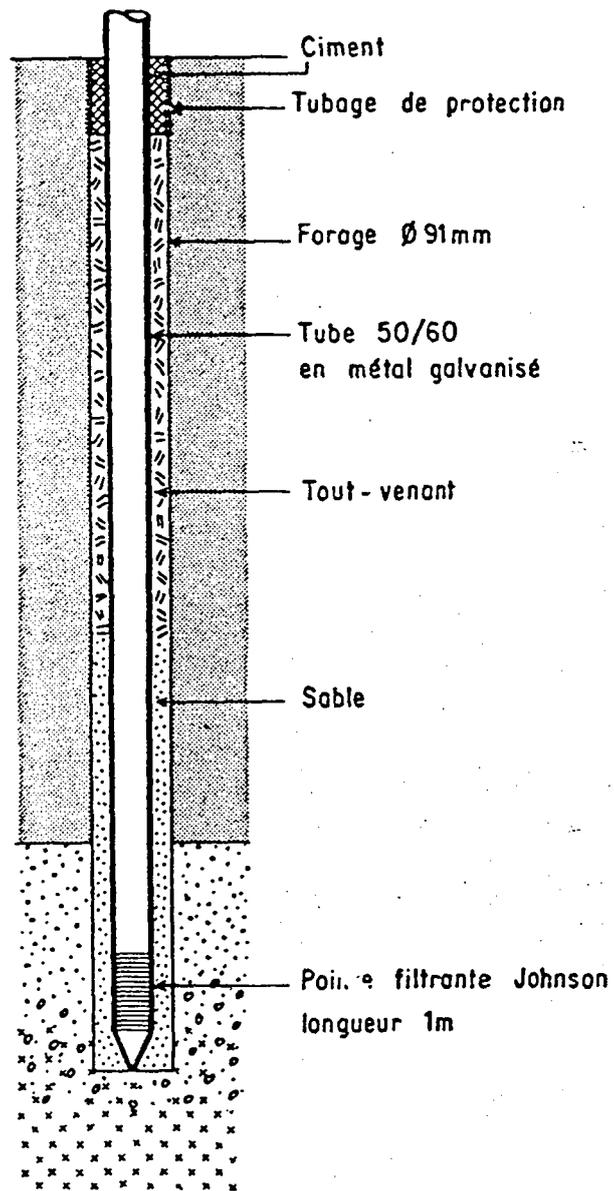


Fig. 1 b - Captage dans les altérites

dizaine d'années et a fait ses preuves de simplicité et de robustesse. Le tringlage est préparé sur place à partir de fers ronds de 12 mm que l'on trouve dans le commerce, tout autant que le tube d'exhaure qui est du tube galvanisé de 1". La légèreté relative de cette pompe a toujours permis, jusqu'à présent, de la sortir à la main sans l'aide d'une poulie ou de tout autre moyen mécanique. Les réparateurs se déplacent seulement avec leur caisse à outils et font appel à des gens du village pour les aider à sortir la pompe.

Les essais de débit étaient jusqu'à présent réalisés à l'aide d'une pompe à main ; à partir de cette année ils seront faits au moteur grâce à un dispositif fixé sur la tête de pompe et actionné par un petit moteur à essence (pump jack, figure 2). Ce système permet d'obtenir un débit régulier de 800 l/h. Notons qu'un tel système, en rendant possibles les essais au moteur dans des forages de petit diamètre, lève l'un des obstacles qui s'opposaient jusqu'ici à la réduction du diamètre des forages dans le socle.

En ce qui concerne les cadences de réalisation, on peut préciser que, au cours de la saison 1981-82, l'entreprise a effectué avec cette machine 23 forages dont 13 positifs. Avec une organisation plus rationnelle et l'emploi de méthodes et d'outils mieux adaptés, nous estimons qu'il est possible de réaliser 40 forages par an avec une machine, ce qui est l'objectif fixé pour 1983.

## ENTRETIEN DES POMPES

**Efficacité grâce à l'intégration de l'entreprise dans son milieu et à la participation active des villageois à la réalisation des forages.**

La participation des villageois, bien qu'admise actuellement comme l'une des conditions clés du succès de l'entretien des pompes, rentre difficilement dans les mœurs. Beaucoup de difficultés sont levées si les villageois ont le sentiment que le forage est leur propriété et non celle de l'Etat, qui dans le cas contraire est le plus souvent considéré comme responsable de la pompe.

Dans le cas présent, tout est mis en œuvre pour que les habitants se sentent concernés par leur point d'eau :

- le forage ne leur est pas octroyé mais ils passent eux-mêmes la commande, en versant dès le départ le montant de leur participation financière, soit 100 000 FCFA (1). Un contrat est passé entre l'entreprise et le village, qui stipule les conditions de la participation financière et humaine du village et les dispositions relatives à l'entretien des pompes.
- le village participe aux travaux en fournissant de la main-d'œuvre (dégagement de l'accès et de l'aire de forage et mise à disposition de deux manœuvres en permanence) et en subvenant aux besoins matériels de l'équipe de forage pendant la durée des travaux (nourriture et logement).

La lenteur, toute relative, de la méthode de forage est également une force : des liens se créent entre le village et les foreurs, originaires du même pays sinon de la même région, qui faciliteront par la suite les contacts nécessaires au suivi des pompes.

Le village participe à l'entretien de la pompe :

- en assurant lui-même le graissage hebdomadaire ;
- en finançant les pièces détachées, s'il y a une réparation à faire. Les réparations sont faites par l'entreprise, qui intervient soit sur appel soit au moyen de visites de contrôle régulières. Elle dispose pour cela de 2 réparateurs opérant séparément, chacun avec une moto. Ces derniers recrutent dans le village le personnel dont ils ont besoin pour les aider à démonter la pompe.

Les résultats sont plus qu'encourageants : Sur les quelques 150 pompes posées depuis 10 ans, 80 % sont en état de marche (2). Cela n'a pas été sans certaines mesures parfois draconiennes : dans quelques cas, rares il est vrai, où le village se désintéressait de son ouvrage et refusait, après quelques années, toute participation à l'entretien de la pompe, celle-ci a été démontée pour en faire profiter un autre village...

## COUT REDUIT

Voir à la fin de cet article une analyse sommaire des coûts.

Le prix de revient des forages est extrêmement bas : de l'ordre de 700 000 FCFA pour un forage productif de 40 m de profondeur équipé d'une pompe, prix incluant le coût de 30 % d'échecs, soit environ 3 fois moins que le prix de revient habituel des forages réalisés au marteau fond de trou. Cela est dû :

- au coût d'investissement très faible représenté par l'atelier : de l'ordre de 25 millions de FCFA avec le véhicule, soit environ 10 fois moins qu'un atelier classique au marteau fond de trou.
- à l'extrême simplicité de l'appareillage, avec comme corollaire la possibilité d'une mise en œuvre par du personnel local assez peu spécialisé : 2 moteurs de 18 CV et 6 CV à entretenir (ne posant pas plus de problèmes que n'importe quel moteur de véhicule) matériel très léger, facilement transportable d'un endroit à un autre.
- au petit diamètre des forages.
- au coût de la pompe utilisée, certainement l'une des moins chères du marché.

(1) Si le forage est négatif, la participation du village est fixée à 40 000 FCFA et l'entreprise rembourse la différence.

(2) Nous avons nous-mêmes effectué un contrôle sur 25 pompes prises au hasard et en avons trouvé 21 en bon état de marche, soit 84 %.

## REMARQUES CONCERNANT LA METHODE DE FORAGE ET LES RESULTATS QU'ON PEUT EN ATTENDRE

En ce qui concerne la méthode de forage proprement dite notons que :

- Le forage au rotary consomme de l'eau (de 6 à 10 m<sup>3</sup> par forage environ pour des forages de 40 m). Cela ne pose pas de problèmes dans la région où opère l'entreprise, mais pourrait en poser en zone sahélienne. Il faut rappeler cependant que le forage au marteau fond de trou consomme également de l'eau (environ 2 m<sup>3</sup> pour un forage de même profondeur).

- Le forage étant constamment plein d'eau, cette méthode ne permet pas une mise en évidence facile des niveaux aquifères comme dans le forage à l'air.

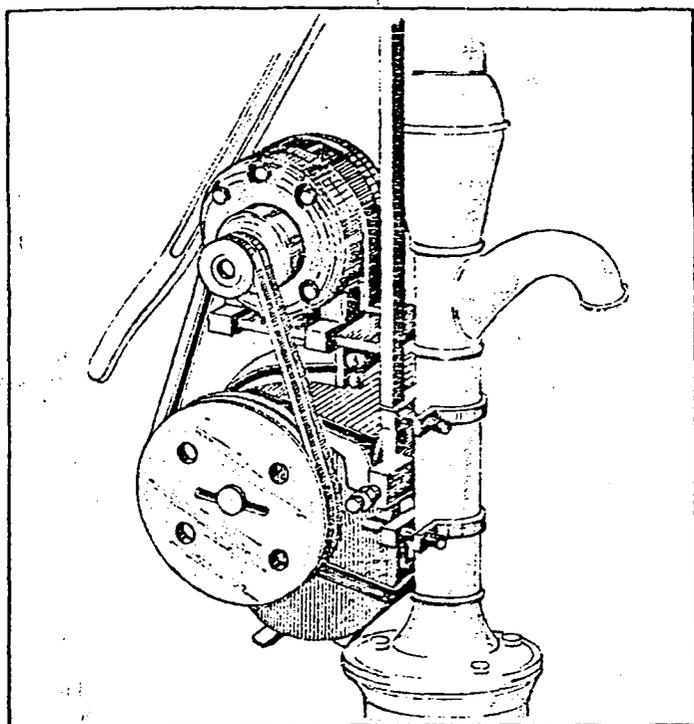
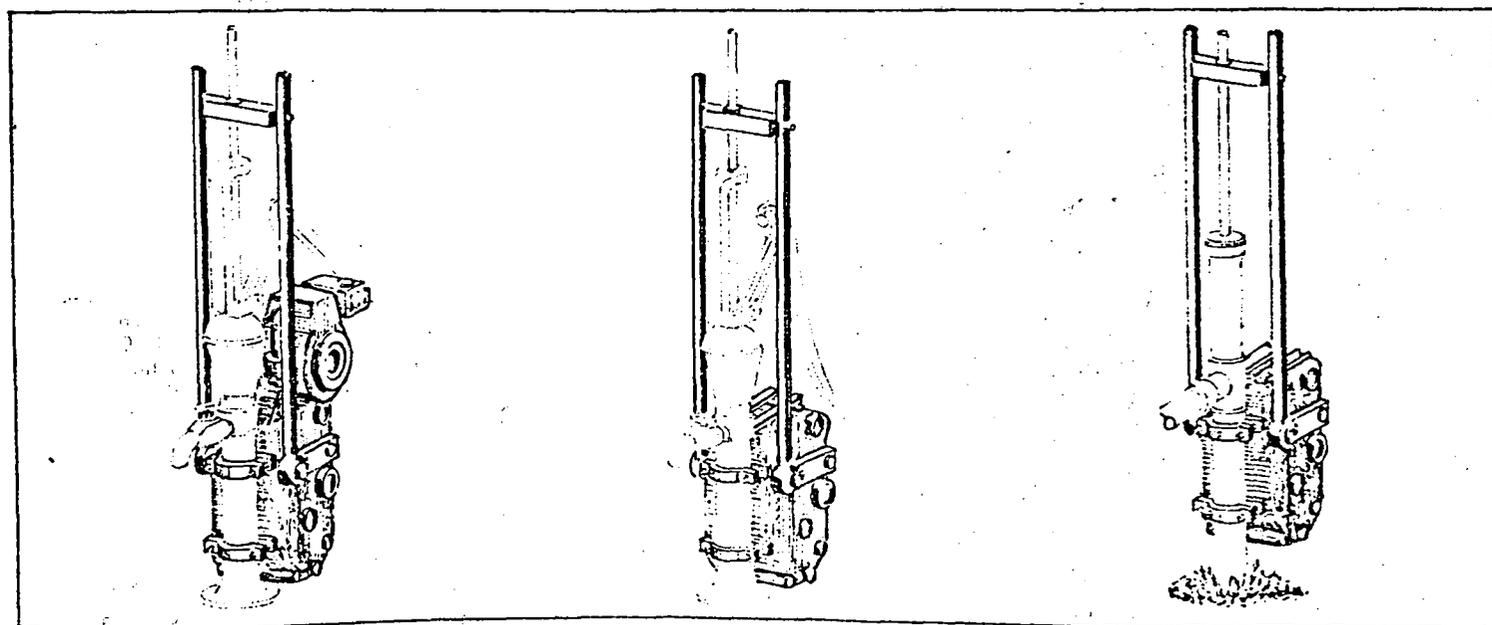


Fig. 2 - Pump jack  
(document Baker Manufacturing Comp.)



Cependant comme on fore à l'eau claire, il est possible de réaliser de temps en temps de courts essais d'infiltration. En revanche on a une très bonne connaissance de la nature des terrains traversés, puisque le forage est carotté sur toute sa longueur.

- Dans le cas d'altérites épaisses, l'extraction du tubage (par contre-battage) peut poser des problèmes avec une machine d'aussi faible puissance. Sur notre recommandation, l'entreprise va s'équiper cette année de deux vérins pour faciliter l'extraction.

Le faible diamètre des forages (60 mm, contre 150 mm dans la pratique courante) influe peu sur les débits : Les venues d'eau sont en général localisées au niveau de quelques fractures plus productives, et le débit du forage est conditionné par le fait que le forage recoupe ou non ces fractures. Les pertes de charge dans le forage sont négligeables par rapport à celles qui se produisent dans les fractures.

Le débit d'essai avec le dispositif à moteur sera limité à environ 800 l/h, (1) ce qui est faible par rapport aux débits d'essai habituels avec une pompe électrique. Ce débit apparaît néanmoins suffisant eu égard au débit d'utilisation normale de la pompe à main (5 à 600 l/h).

La lenteur, relative, de réalisation n'est pas un handicap sérieux : Ce type d'atelier peut être multiplié, du fait de la faible technicité requise ; or 3 ateliers de cet ordre peuvent réaliser annuellement le même nombre de forages qu'un atelier au marteau fond de trou, pour un coût d'investissement et un prix de revient au mètre linéaire 2 à 3 fois moindres. En outre les contacts avec la population au moment des travaux sont un facteur favorable, nous l'avons vu, au suivi ultérieur des pompes.

(1) Avec les caractéristiques de cette pompe (cylindre de 1 11/16" ID, course de 6") un moteur de 1/2 CV permet une hauteur de refoulement de 114 m à 42 CPM (550 l/h).

## DONNÉES SUR LES COÛTS

### Hypothèses de calcul :

Forages de 40 m de profondeur (15 m altérites, 25 m socle) 40 forages réalisés annuellement (pour chaque forage 3 postes avec force motrice (FM) et 2 postes sans).

30 % d'échecs soit 28 forages positifs (1120 m) et 12 forages négatifs (480 m).

### Coût d'un poste en Francs CFA :

Rappelons que le Franc Français vaut 50 Francs CFA.

	avec FM	sans FM
base	500	500
personnel chantier	3 900	3 900
carburants et lubrifiants	16 600	6 200
entretien	7 500	7 500
amortissements :		
- atelier sur 10 ans	10 000	10 000
- véhicule sur 5 ans	3 800	3 800
divers et imprévus	4 700	3 600
	<u>47 000</u>	<u>35 500</u>

### Coût d'un forage positif équipé d'une pompe :

3 postes avec FM, 2 sans FM	212 000
couronnes diamantées	65 000
tubages et fournitures	36 000
pompe et tube d'exhaure	100 000
divers et imprévus	41 000
	<u>454 000</u>
provision pour paiement du matériel actuellement utilisé par l'entreprise (25 % de ci-dessus)	113 500
	<u>567 500</u>

soit 14 188 FCFA/ml

### Coût d'un forage négatif (40 m) compte tenu d'une provision de 25 % comme ci-dessus :

soit 9 525 FCFA/ml

### Prix de revient d'un forage positif, englobant les échecs (30 % du métrage total) :

28 (28 x 567 500 + 12 x 381 000) = 731 000  
soit 18 275 FCFA/ml

## CONCLUSION

Il s'agit là d'une réalisation modeste qui, si on veut bien la juger sur ses résultats, n'a rien à envier à nombre de projets beaucoup plus importants et onéreux. L'intérêt manifesté par les villageois est évident : L'entreprise a en commande l'équivalent de près de deux ans de travail. Un problème cependant, qui a pu être résolu cette année, mais devra trouver une solution permanente à l'avenir : celui de l'implantation des forages, qui doit être faite par un hydrogéologue si on veut éviter un nombre d'échecs trop élevé.

Etienne de REYNIES  
Ingénieur ENSG

### Note de la Rédaction :

Le Courrier Johnson remercie Monsieur de Reynies, Hydrogéologue Conseil, 152 boulevard Henri Sellier - 92150 Suresnes, qui a bien voulu nous autoriser à publier son étude très en rapport avec l'objet de notre publication.

# johnson contact

## CHAUD ET FROID

Extrait de "NOUVEAU"  
37, rue du Louvre, 75001

### Réfrigérateur solaire

Le professeur Flechon, directeur de l'U.E.R. des sciences de la terre, à la faculté des sciences de Nancy, met la dernière touche dans ses laboratoires, au « réfrigérateur solaire », qui permettra, dans quelques temps, de faire de la glace avec le soleil africain. Il travaille à ce procédé particulièrement utile dans le désert et la brousse, depuis douze ans. Ce réfrigérateur thermodynamique à absorption, utilise, pour produire le froid, le couple réfrigérant bon marché et surtout très efficace : chlorure de calcium et ammoniac.

A Nancy, ce sont 24 spots qui reconstituent, et ce pendant six heures, le soleil des pays tropicaux. Les résultats sont probants, puisque ce réfrigérateur produit chaque jour des pains de glace de 10 kilos avec pour unique énergie ce soleil de laboratoire. Des prototypes vont être mis en service en 1983 à Marrakech, Dakar, Bamako et Brazzaville.

Si tout va bien, le professeur Flechon pense que la série industrielle sera atteinte aux alentours de 1985.

### Réparation sous gel

Il n'est rien de plus fastidieux que de purger toutes les conduites d'un chauffage central pour une simple intervention localisée. Il aurait suffi de stopper l'eau en aval et en amont de la réparation à effectuer pour gagner un temps précieux. La société néerlandaise Savoir Holland (B.P. 7554, 5601 JN Eindhoven, Pays-Bas, télex 51631) a tourné le problème en mettant au point un procédé permettant de congeler l'eau en un point précis dans la conduite sans la déformer. Une manchette est serrée autour du tuyau et dans l'espace ainsi formé circule un réfrigérant spécial envoyé sous pression et qui s'évapore dans l'atmosphère à la température de  $-48^{\circ}\text{C}$ . Deux bouchons de cette nature empêchent l'eau de circuler dans une section, le temps d'effectuer la réparation.