

ECOLE INTER-ETATS D'INGENIEURS DE

## L'EQUIPEMENT RURAL

03 B.P. 7023 OUAGADOUGOU 03  
BURKINA FASO

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

## ANNEE 1995 - 1996

Présenté par :  
*KAGBERE Napo*

**ALIMENTATION EN EAU POTABLE :  
DEUX VILLES DU BURKINA FASO  
VILLE DE PISSY - OUAGADOUGOU  
VILLE DE REO**

E. I. E. R.

Enregistré à l'Arrivée

le 4 JUIL. 1996 s/N° 288/96

MENTION :

Professeur Responsable  
B. H. CHAABANE

Bénin - Burkina - Cameroun - Centrafrique - Congo - Côte d'Ivoire - Gabon  
Guinée - Mali - Mauritanie - Niger - Sénégal - Tchad - Togo

# **TAB LE DES MATI ERES**

	Pages
<b>I. INTRODUCTION.....</b>	3
<b>II. GENERALITES.....</b>	4
II.1 Présentations sommaires.....	4
II.1.1 L'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA).....	4
II.1.2 Présentation de RAMBØLL.....	4
II.1.3 Relations RAMBØLL - ONEA.....	6
II.2 Déroulement chronologique du Projet Hydraulique Urbaine-DANIDA : phase 4	6
II.3 Méthodologie et chronologie des travaux du mémoire.....	7
II.4 Présentation des villes de Pissy et de Réo.....	8
II.4.1 Ville de Réo.....	8
<b>III. PROJET HYDRAULIQUE URBAINE - VILLE DE PISSY - VILLE DE REO - DE L'ETUDE DU PROJET DETAILLE A LA CONCEPTION.....</b>	9
III.1 Ville de Pissy - Ouagadougou.....	9
III.1.1 Etude du projet détaillé.....	9
III.1.2 Etude de la qualité de l'eau.....	10
III.1.3 L'exécution des travaux de chantier.....	12
III.1.3.1 Le Génie Civil.....	12
Pose des conduites d'eau brute.....	13
La salle de dosage de chaux.....	14
III.1.3.2 Equipement hydromécanique - Forage - Station de traitement et réservoirs.....	15
III.1.3.3 Equipements électriques.....	21
III.2 Ville de Réo.....	21
III.2.1 Etude du projet détaillé.....	21
III.2.1.1 Variante retenue.....	24
III.2.2 Exécution des travaux de chantier.....	24
III.2.2.1 Le Génie Civil.....	25
III.2.2.2 Equipements hydromécaniques.....	25
III.2.2.2.1 Pompes - conduites - accessoires.....	25
III.2.2.2.2 Dimensionnement des pompes immergées.....	26
III.2.2.2.3 Equipements électriques.....	27

<b>IV. ETUDES SOCIO-ECONOMIQUES</b> .....	28
IV.1 Ville de Pissy.....	28
IV.2 Ville de Réo.....	29
IV.3 Gestion des ouvrages hydrauliques mis en place.....	29
<b>V. SUGGESTIONS - RECOMMANDATIONS</b> .....	30
V.1 Ville de Pissy.....	30
V.2 Ville de Réo.....	31
<b>VI. CONCLUSION</b> .....	34
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	
<b>ANNEXES</b>	

## **REMERCIEMENTS**

L'accomplissement de ce travail a été possible grâce au concours de Monsieur Ben Hassine CHABANE, Professeur à l'EIER qu'il trouve ici ma profonde gratitude.

Mes remerciements vont également à Monsieur Jean DJOUKAM pour sa contribution à la réalisation de ce mémoire.

Je tiens à remercier Monsieur Per FRANSEN et Monsieur Karl JORGENSEN pour l'encadrement dont j'ai été l'objet pendant mon stage à RANBALL.

Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire trouve ici mes remerciements.

## RESUME

Au Burkina Faso, l'alimentation en eau potable des populations urbaines reste toujours un défi à relever pour les autorités administrative du pays.

Pour palier au déficit en eau, l'état fait appel aux investissements étrangers pour l'installation et le renforcement de réseaux d'alimentation en eau potable. Tel est le cas du projet Danois qui a pour tâche l'étude du projet détaillé et l'exécution du renforcement des réseaux d'alimentation en eau des villes de Pissy - Ouagadougou et de Réo.

Dans le cadre de notre mémoire de fin d'études, nous avons suivi le montage du projet, participe au surveillance d'exécution des travaux du projet. Nous espérons avoir apporté une contribution au projet Danois et à l'ONEA à travers les diverses propositions que nous avons eu à faire notamment sur la gestion des ouvrages de production et de la distribution de l'eau.

## **I. INTRODUCTION**

Le Burkina Faso à l'instar de tous les pays du Sahel est confronté aux problèmes de manque d'eau surtout dans les centres urbains.

En effet, les villes de Pissy et de Réo possèdent des réseaux d'alimentation en eau potable ; mais les sources alimentant ces réseaux n'arrivent plus à couvrir les besoins en eau de la population pour les raisons suivantes :

- accroissement de la population urbaine due à l'exode rurale
- extension des quartiers villes à cause de ces nouveaux lotissements.

Face à ce déficit en eau, l'Etat burkinabé a sollicité et obtenu un financement Danois pour la recherche des ressources supplémentaires afin de palier au manque en eau.

C'est ainsi que le Bureau d'Ingénieur Conseil RAMBØLL, un bureau d'étude Danois a été retenu pour l'étude d'exécution du Projet alimentation en eau potable de six (6) villes au Burkina Faso.

Ce mémoire a pour objectif :

- 1) d'étudier et d'analyser les documents du projet alimentation en eau potable de six (6) villes au Burkina Faso financé par DANIDA
- 2) suivre l'exécution des travaux sur un chantier réel, amener des réflexions et des améliorations sur la qualité des travaux
- 3) dimensionner les pompes immergées pour les équipements de forage à Pissy et à Réo.
- 4) ressortir les facteurs socio-économiques ayant une influence sur les choix techniques prévus par le projet

## **II. GENERALITES**

### **II.1 Présentations sommaires**

#### **II.1.1 L'Office National de l'Eau et de l'Assainissement : ONEA**

L'Office National de l'Eau et de l'Assainissement est une entreprise d'Etat créée en 1984. cet office a pour mission la gestion technique et financière des installations d'AEP et d'assainissement au Burkina Faso.

Avant 1984, cette entreprise de gestion de l'eau a existé sous des appellations successives qui sont :

- de 1954 à 1960 : Energie AOF
- de 1960 à 1968 : SAFELEC
- de 1968 à 1970 : VOLTELEC

Ces trois sociétés étaient chargées de la gestion de l'eau et de l'électricité.

- de 1970 à 1977 : Société Nationale des Eaux (SNE)
- de 1977 à 1984 : Office National des Eaux (ONE)

L'ONEA est structuré comme l'indique l'Organigramme général de la société en annexe N°2. La société a son siège à Ouagadougou.

#### **II.1.2 Présentation de RAMBØLL**

RAMBØLL Consult est une société d'ingénieur conseil indépendante ; elle fait partie des premières sociétés d'ingénieurs conseil du Danemark où elle a son siège; Créée dans les années 40, la société a plus de 50 années d'expérience en matière de consultation.

Les services de la société comprennent toutes les activités du consultant ingénieur conseil :

- Identification et préparation d'un projet
- Avant-projet et étude de faisabilité
- Supervision des travaux et pilotage de chantiers.

Les domaines d'intervention de la société sont multiples : étude de port, d'aéroport et de système de transport ; pont, chaussées et planification de la circulation ; bâtiment, alimentation en eau et assainissement.

La vraie dénomination de la société est RH & H - Consult : RAMBØLL HANNEMANN & HOJLUND A/S.

Pour des raisons de simplicité et de facilité d'appellation, la société s'identifie tout court par RAMBØLL.

RAMBØLL a mené son étude d'alimentation en eau au Burkina Faso en quatre (4) phases. Présentement, le projet est à sa quatrième phase ; qui fait l'objet du sujet de ce mémoire.

La société possède au Burkina Faso une représentation composée d'un coordinateur du Projet, d'ingénieurs chargés d'études, de sociologues et d'animateurs du Projet (enquêteurs et sociologues).

L'équipe de RAMBØLL chargée du Projet Danois Hydraulique Urbaine six (6) villes du Burkina Faso est constituée de spécialistes intervenant dans presque tous les domaines d'ingénierie :

- la coordination du Projet est assurée par M. A. BOUSSOUFA qui est un ingénieur de maintenance. Il est coordonnateur et le responsable du bureau d'ingénieur conseil RAMBØLL au Burkina Faso. Le coordonnateur du Projet est le responsable du bureau RAMBØLL vis-à-vis de l'ONEA. Il effectue des visites périodiques au siège du Bureau au Danemark pour rendre compte de l'évolution des travaux du Projet Hydraulique Urbaine au Burkina Faso.

- l'ingénieur résidant M. Per FRANSEN est l'ingénieur en génie civil. Il est chargé de la surveillance des travaux sur tous les chantiers. Il veille sur la qualité des travaux exécutés par l'entrepreneur, apporte des modifications sur les plans et pièces dessinées (tracé du réseau, ouvrages hydrauliques) suite aux contraintes du terrain. Il convoque les réunions du chantier en collaboration avec le chef du Projet M. Georges SOLA.

A la fin de chaque réunion du chantier, l'ingénieur de surveillance adresse un compte rendu rédigé à l'ONEA.

- l'hydrogéologue de RAMBØLL M. Karl Aage JØRGENSEN est chargé de toutes les études hydrogéologiques visant la recherche de l'eau. Il procède à la conception et d'implantation des forages.

- l'ingénieur AEP M. E. PEDERSEN s'occupe du dimensionnement des pompes, du calcul des conduites et du tracé du réseau.



- le sociologue du Projet M. Alain LEFEVRE organise des équipes d'animateurs qui :
  - sensibilisent les populations sur l'importance du Projet
  - procèdent aux enquêtes sociologiques dont les résultats permettent aux ingénieurs conseil d'implanter les ouvrages en faisant associer les populations.

Bref, l'équipe de RAMBØLL est une équipe qui travaille à la chaîne.

### **II.1.3 Relations RAMBØLL - ONEA**

L'ONEA qui est sous la tutelle du Ministère de l'Environnement et de l'Eau, représente le maître d'oeuvre du Projet d'Hydraulique Urbaine. C'est pour cette raison qu'un membre de l'Office des Eaux a été détaché au sein du projet comme chef de projet. Le chef de projet choisi par l'ONEA suit le déroulement du projet ; ses tâches sont les suivantes :

- 1) vérifier la réalisation des travaux conformément aux spécifications techniques,
- 2) présider les réunions de chantier
- 3) organiser les réceptions provisoires des travaux réalisés.

L'organigramme général du projet en annexe N°2 permet de mieux comprendre les relations entre le bureau d'étude et le maître d'oeuvre.

## **II.2 Déroulement chronologique du Projet Hydraulique Urbaine-DANIDA : phase 4**

Prévus pour durer trois (3) ans, les travaux de chantier du Projet Danois Hydraulique Urbaine ont débuté en mars 1996. Avant cette étape de travaux de chantier, DANIDA a organisé une soumission pour le choix de l'Ingénieur Conseil qui sera chargé de l'étude du Projet au Danemark.

A cette soumission quatre (4) bureaux d'étude étaient candidats. Après dépouillement sur la base de la qualité des services, des ressources humaines et du prix de chaque soumission, RAMBØLL a été retenu.

Sur la base de termes de références préparés par DANIDA en 1994 (voir annexe 1), RAMBØLL a réalisé l'étude d'avant projet détaillé de Pissy-Ouagadougou et de Réo.

Pour les deux villes, il est question de raccordement des nouveaux forages positifs dans les quartiers de Pissy (Ouaga) et de Réo Koudougou aux réseaux existants.

De façon chronologique, le projet s'est déroulé comme suit :

Période	Activités
Septembre - Décembre 1993	Etudes hydrogéologiques et géophysiques
Février - Juin 1994	Conception des forages
Juin 1994 - Mars 1995	Conception technique des ouvrages
Janvier 1995 - Janvier 1996	Phase d'appel d'offre
A partir de Février 1996	Exécution des travaux de chantier
A partir de Mars 1996	Sensibilisation et enquêtes

### II.3 Méthodologie et chronologie des travaux du mémoire

A la demande de l'EIER et après accord de l'ONEA et du Projet Danois, nous étions admis au sein du Projet dans le cadre de notre mémoire de fin d'étude. Ceci nous a amené à suivre un stage de six (6) semaines (du 1er avril au 6 mai 1996). Au cours de notre stage, nous avons suivi l'ensemble des activités du Projet. Ce stage vise la consolidation des connaissances pratiques reçues en formation initiale EIER et une contribution constructive pour le bon déroulement du projet.

Au bout de six semaines, nous avons eu à passer en revue tous les aspects techniques et pratiques du projet d'alimentation en eau potable.

Sous l'encadrement effectif des ingénieurs de RAMBØLL nous avons réalisé les activités suivantes :

- du 1er au 7 avril : Etude du dossier des projets détaillés de Pissy et de Réo.

Ce dossier a été fourni par l'ingénieur de RAMBØLL chargé de la supervision des chantiers, il comporte :

- le rapport d'étude des projets détaillés
- des plans de réseaux de raccordement
- de toutes les pièces dessinées nécessaires à la conception du projet.

- du 09 au 20 avril 1996 : suivi des exécutions des travaux de chantier, surtout le chantier de Pissy. Les travaux sur le terrain sont en avance à Pissy.

Les visites des chantiers ont consisté :

- aux contrôles des travaux : excavation des tranchées pour la pose des conduites, construction des plates-formes des têtes de forage, construction de la salle de dosage de chaux.

- aux réunions de chantiers. Ces réunions ont consisté à faire des mises au point sur l'état d'avancement des travaux, à organiser des réceptions provisoires telles que la pose des conduites, étudier les difficultés auxquelles sont confrontés l'entrepreneur et de vérifier si les travaux se déroulent conformément au planning du chantier

### Chronologie du suivi des travaux

- du 09 au 10 avril : visite du chantier de Pissy et de la réunion du chantier
- du 11 au 12 avril : visite du chantier de Réo
- du 13 au 14 avril : poursuite de visites sur le chantier de Pissy
- du 15 au 23 avril : enquêtes sociologiques à Pissy en compagnie des animateurs du Projet

Danois

- du 24 avril au 3 mai : sortie de terrain à Dori et à Bobo-Dioulasso sous l'encadrement de l'hydrogéologue de RAMBØLL.

## **II.4 Présentation des villes de Pissy et de Réo**

### **II.4.2 Ville de Pissy**

Pissy est un quartier périphérique de Ouagadougou situé au Sud-Ouest du Centre Ville de Ouagadougou. La ville est située sur l'axe Ouagadougou - Réo (voir annexe N°3).

### **II.4.2 Ville de Réo**

Chef Lieu de la Province du Sanguié, Réo est une ville située à environ 14 kilomètres de la ville de Koudougou à l'Ouest de Ouagadougou. Les coordonnées géographiques de Réo sont : 2°27' de longitude Nord et 12°19' de latitude Ouest (voir les détails sur la carte en annexe N°3).

### **III. PROJET HYDRAULIQUE URBAINE : VILLE DE PISSY - VILLE DE RÉO DE L'ETUDE DU PROJET DETAILLE A LA CONCEPTION**

#### **III.1 Ville de Pissy - Ouagadougou**

##### **III.1.1 Etude du projet détaillé**

Quartier périphérique de la capitale Ouagadougou, Pissy a connu ces dernières années une extension remarquable et a finalement pris les dimensions d'une ville de par sa population et son étendue. Cette extension est due au nouveau lotissement et surtout à l'installation anarchique des populations dans les zones non loties autour du quartier. Cette importante extension a entraîné un accroissement considérable de la population.

L'augmentation de la population a entraîné l'augmentation des besoins en eau potable. Les ressources en eau existantes n'arrivent plus à couvrir les besoins en eau de la population même en saison des pluies. Ces ressources sont : la station de l'ONEA de Pissy II, les postes d'eau autonomes.

C'est ainsi que le Projet Danois a essayé de rechercher de nouvelles ressources d'approvisionnement en eau. Des études menées, seules les ressources d'origine souterraine étaient mobilisables. Signalons que les ressources déjà existantes en exploitation sont aussi d'origine souterraine.

Les études géophysiques et hydrogéologiques ont été menées par l'hydrogéologue de RAMBØLL Monsieur Karl Aage JØRGENSEN.

Ces études ont donné deux champs de captage :

- un premier champ au Sud-Est de Pissy avec trois forages : PY 9411, PY9413, PY 9416.
- un deuxième champ de captage au Sud-Ouest avec quatre forages de production qui sont : PY 9403, PY9406, PY 9415 et PY 9417 (voir annexe N° 5).

Les études géophysiques ont consisté aux traînés géoélectriques et aux sondages électriques. Les résultats de ces traînés et sondages sont par moment complétés par les interprétations photo aériennes et les prospections électromagnétiques dites méthodes VLF permettant de détecter les zones de cassure.

Après l'exécution des forages, les essais de débit ont été effectués afin de déterminer les caractéristiques de chaque forage. Ces caractéristiques sont : le débit d'exploitation et le rabattement correspondant (déterminés par les essais par palier) ; la transmissivité (T) et le coefficient d'emménagement (S) (déterminés par les essais de longue durée : voir annexe N°5).

Les essais ont été effectués par l'ONPF sous la supervision de l'hydrogéologue de RAMBØLL, qui a procédé aux interprétations et déterminer les différentes caractéristiques précitées.

Des sept forages exécutés (voir tableau des caractéristiques des forage ci-dessous), cinq sont des forages positifs. Selon l'ONEA, un forage positif est un forage dont le débit d'exploitation est supérieur ou égal à 5 m<sup>3</sup>/h.

**Tableau des caractéristiques des forages de Pissy**

Forage N°	Débit exploit. m <sup>3</sup> /h.	N.S. m	N.D. max m	Prof. totale m	Période d'exploit. h
PY 9403 B	4,5	23,8	32	73,16	14
PY 9406	6,0	27,1	35	59,25	14
PY 9415	10,0	29,15	35	55,95	14
PY 9417	10,0	25,56	32	62,87	14
PY 9411	10,0	18,36	29	53,12	14
PY 9413	4,0	22,05	29	62,08	14
PY 9416	16,0	23,25	32	63,24	14

### **III.1.2 Etude de la qualité de l'eau**

Les eaux souterraines enfouies dans le sol sont souvent à l'abri des sources de pollution. Même si ces eaux possèdent une odeur, une saveur et une couleur répondant théoriquement aux normes d'une eau potable, c'est une erreur de considérer que ces eaux sont potables.

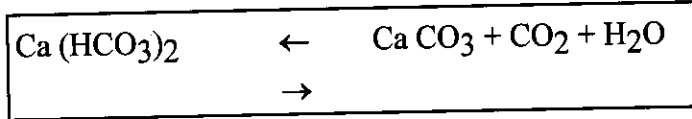
L'eau est composée d'éléments chimiques tels que : l'oxygène, le gaz carbonique, le fer, la magnésium et le manganèse. Ces éléments participent à des réactions d'équilibre en milieu aqueux. L'excès ou le défaut d'un de ces éléments entraîne le déplacement de l'équilibre. Ce déplacement d'équilibre affecte souvent la qualité de l'eau. C'est pour cette raison que pour s'assurer de la bonne qualité des eaux de Pissy, l'ONPF a effectué des analyses dans son laboratoire (voir annexe N°4) qualité de l'eau).

Ces analyses ont montré que les concentrations en fer et en manganèse des eaux de Pissy sont minimales. Donc, il n'est pas nécessaire de traiter l'eau pour ces éléments. Poursuivant les analyses, l'ONPF a trouvé que les eaux souterraines de Pissy sont «agressives».

Qu'est -ce qu'une eau «agressive» ?

Les eaux naturelles contiennent de nombreux éléments en solution dont le plus fréquent et le plus important est l'hydrogénocarbonate de calcium ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ), qui est un sel.

En solution aqueuse, l'hydrogénocarbonate de calcium et l'acide carbonique ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) dont il dérive participent à un équilibre appelé «équilibre calcocarbonique».



Cet équilibre met en jeu  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  et  $\text{H}_2\text{CO}_3$  tous deux à l'état solide.

La modification de la concentration de l'un de ces éléments entraîne le déplacement de l'équilibre dans l'un ou l'autre sens.

L'élément principal dont la concentration joue sur le déplacement de l'équilibre est le gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ).

Lorsque la concentration en  $\text{CO}_2$  libre est supérieure à celle relative à l'état d'équilibre, le déplacement se fait vers la gauche :



Une telle eau est appelée «eau agressive» et le  $\text{CO}_2$  agressif est l'excédent de  $\text{CO}_2$  qui fait déplacer l'équilibre vers la gauche. Ce  $\text{CO}_2$  agressif est déterminé par l'expression :

$$\boxed{\text{CO}_2 \text{ agressif} = \text{CO}_2 \text{ libre} - \text{CO}_2 \text{ équilibrant}}$$

Le  $\text{CO}_2$  équilibrant est le gaz qui contribue à l'équilibre de la relation.

Si la concentration en  $\text{CO}_2$  libre est inférieure à celle relative à l'état d'équilibre, le déplacement se fait à droite :



Une telle eau est appelée «eau incrustante».

Pour ce qui concerne l'eau des forages de Pissy, selon les analyses du laboratoire de l'ONPF, la concentration en  $\text{CO}_2$  agressif varie entre 40 à 60 mg/l avec un pH de 6 à 6,5. En AEP une eau agressive est considérée comme une eau de mauvaise qualité. Les eaux agressives comme celles de Pissy et Réo ont des conséquences néfastes sur le matériel du réseau. Ces eaux provoquent la corrosion des matériaux en acier, à cause de l'excès du  $\text{CO}_2$  qui attaque l'acier.

### **III.1.3 L'exécution des travaux de chantier**

Après l'étude détaillée du projet, l'exécution des travaux du chantier a été confiée à l'entrepreneur SEMCO, ayant une représentation au Burkina Faso. Pour le choix de l'entrepreneur SEMCO, un appel d'offre a été organisé par le bureau d'étude RAMBØLL en collaboration avec les membres de l'ONEA opérant au sein du projet. Cette offre a été gagnée par l'entreprise SEMCO car elle est la moins disante.

L'entreprise est tenue d'exécuter les travaux conformément aux règles de l'art et de la législation au Burkina Faso. Elle devra respecter strictement : les conditions du contrat ; les bordereaux des prix ; les plans et les dessins et surtout les spécifications techniques qui sont les conditions techniques générales. Ces conditions sont réunies dans un document. Ce document présente à l'entrepreneur les travaux à exécuter, les conditions de réalisation ; la qualification des intervenants sur le chantier.

Les travaux d'exécution confiés à SEMCO à Pissy concernent :

- les travaux du génie civil
- les installations hydromécaniques
- les travaux électriques
- les installations électriques sont réalisées par la SONABEL pour les lignes moyennes tensions (MT)

#### **III.1.3.1 Le Génie Civil**

Les travaux du Génie Civil concernent :

- la pose des conduites de refoulement d'eau brute
- la construction de la salle de dosage de chaux.

### \* Pose des conduites d'eau brute

La pose des conduites d'eau brute constitue l'essentiel des travaux de chantier de Pissy. La longueur totale de conduites à poser pour la phase 4 du projet s'élève à environ 8000 mètres. Ces conduites en PVC seront toutes enterrées ; les diamètres varient entre 63 à 160 mm selon le débit transité par ces conduites.

Tableau : conduites d'eau brute

Diamètre extérieur (mm)	63	90	110	160
Type	PVC	PVC	PVC	PVC
Longueur (L) en m	560	200	150	7100

Pour poser les conduites d'eau brute, il a fallu ouvrir des tranchées : travail qui a consisté au terrassement (déblai - remblai).

L'exécution des tranchées s'est faite manuellement à base de pelle et de pioche, sauf en cas de terrain dit «terrain compact» (présence dans le sous-sol de massif de maçonnerie ou de béton et de rochers). En «terrain compact», l'entrepreneur emploie pour l'excavation le ripper ou le marteau pneumatique.

Les fouilles ont une largeur minimum (L) variable selon le diamètre extérieur de la conduite.

$$L = \varnothing_e + 400 \text{ mm avec } \varnothing_e = \text{diamètre extérieur.}$$

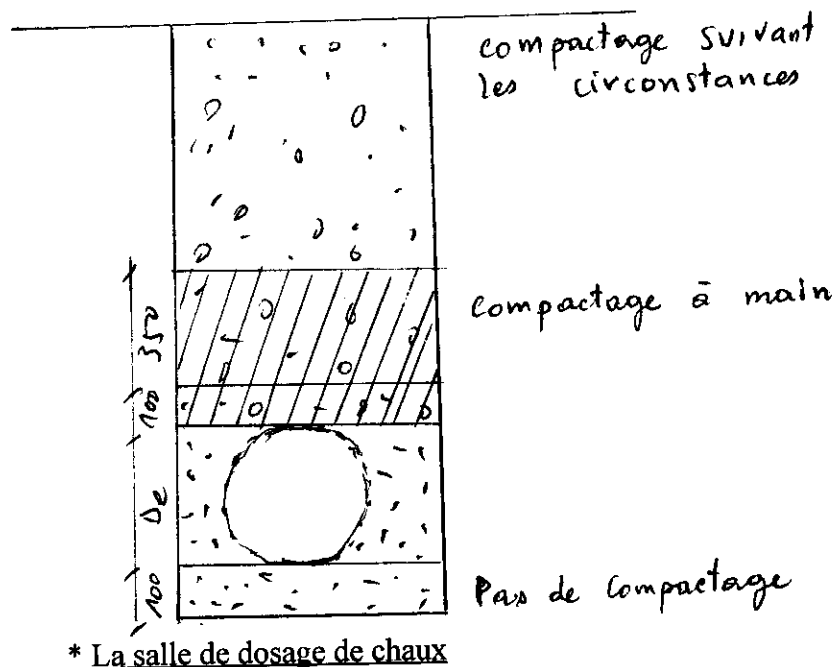
La profondeur normale des fouilles est :

$$P = C + \varnothing_e : C = \text{couverture minimum de la conduite}$$

Pour les conduites en PVC,  $C = 800 \text{ mm}$ . Le diamètre de ces conduites doit être compris entre 25 - 160 mm.



Les conduites sont posées selon le schéma ci-dessous :



Avec le captage de nouveaux champs de forages, l'extension de la station de pompage de Pissy s'est avérée nécessaire. Cette extension ne concerne que la chambre de dosage de chaux. La nouvelle salle de dosage de chaux vient en appoint à la salle de dosage déjà existante.

Sa construction sera aussi l'oeuvre de l'entreprise SEMCO. Elle fait suite à l'ancienne (voir annexe N° 5). Ces dimensions sont de 5,15 x 5,80. Elle est thermiquement isolée de l'ancienne salle de dosage par un joint SIKAFLEX 11 FC.

Les matériaux entrant dans la composition du béton sont :

- le ciment Portland de norme DS427 avec la désignation PFC (A/MS/MA/G)
- les agrégats pour mortier et béton sont durs : le diamètre maximum des granulats est de 32 mm
- l'eau de gâchage doit répondre aux qualités suivantes :

Impuretés en	Béton (g/kg)	Béton armé (g/kg)
Composantes en suspension	5	2
Quantité totale des sels dissous	30	15
Sulfites	5	5
Chlorures (Cl <sub>2</sub> )	20	10
Matières organiques	3	3
Sulfates (CO <sub>3</sub> )	3	3

- L'acier utilisé pour le béton armé correspond à la norme DS411

Trois types de béton sont utilisés pour la construction du bâtiment. Il s'agit : du béton de propreté posé entre les fonds de fouille et le béton de fondation. Le béton ordinaire ou non-armé ; ce béton est utilisé dans la construction de la fondation. Le béton armé utilisé dans la construction des poutres, des poteaux et la fondation.

Pour les caractéristiques des différents types de béton, voir le tableau ci-après :

Appellation	Dosage min. en ciment par m <sup>3</sup> de béton	Usage	Résistance à la compression après 28 j. sur éprouvette cylindrique	Résistance à la tractation après 28 jours sur éprouvette cylindrique
B100	100 kg	Béton de propreté sous fondation	10 MN/m <sup>2</sup>	1,0 MN/m <sup>2</sup>
B200	250 kg	Béton non armé	20 MN/m <sup>2</sup>	1,4 MN/m <sup>2</sup>
B250	350 kg	Béton armé	25 MN/m <sup>2</sup>	1,0 MN/m <sup>2</sup>
B300	350 kg	Béton armé étanche	35 MN/m <sup>2</sup>	1,8 MN/m <sup>2</sup>

Les blocs de maçonnerie sont en terre cuite avec les dimensions suivantes :

- Longueur : 400 mm
- Largeur : 150 mm
- Hauteur : 200 mm

Le mortier de ciment est un mélange de ciment et du sable de granulométrie maximum 3 mm.

Le toit de la salle sera en charpente métallique.

### **III.1.3.2 Equipement hydromécanique - Forage - Station de traitement et réservoirs**

Les équipements hydromécaniques comprennent les installations techniques des forages, de la station de traitement et des réservoirs.

- Equipement hydromécanique des forages.

Pour le refoulement de l'eau brute à la station de pompage, les pompes immergées seront installées pour chaque forage positif. Le projet prévoit des pompes immergées de marque Grundfos avec une tension de 3 x 380 Volts en courant alternatif. L'eau étant agressive, les matériaux des pompes doivent être adaptés à ces eaux de Normes AISI (Acier Inoxydable).

La tête de forage, la colonne montante et les accessoires seront également en acier inoxydable pour permettre une protection contre la corrosion due à l'agressivité de l'eau.

Les pompes immergées sont munies au refoulement d'équipement permettant de protéger la pompe contre les phénomènes de coût de bélier, éviter l'inversion de débit à l'arrêt des pompes et d'instrument de mesure de débit, ce sont :

- le dispositif anti belier
- d'un clapet anti-retour placé à la sortie de la pompe, empêchant l'eau de retourner dans les pompes lors de l'arrêt de pompage ;
- les joints de raccordement qui empêchent la transmission des efforts parasites de la conduite de refoulement à la pompe ;
- d'une vanne de refoulement placée après le clapet anti-retour permettant d'isoler la pompe lors des entretiens et démontages ;
- d'un compteur d'eau dont le rôle est de mesurer le débit pompé dans la nappe.

Tous les éléments en aval de pas sont en acier inoxydable.

Dans le cadre des travaux de notre mémoire, nous avons dimensionné les pompes immergées des sept (7) forages de Pissy que nous présentons ici :

### Dimensionnement de pompes immergées de Pissy

#### 1) Méthodologie de dimensionnement

Pour la détermination des pompes, nous avons suivi la démarche suivante : recherche des données indispensables pour le calcul des pompes. ces données sont :

- le débit de pompage  $Q$  qui est dans notre cas le débit d'exploitation des forages ;
- les caractéristiques du réseau : côte de l'axe de la pompe, le plan d'eau à l'aspiration, le niveau de refoulement dans le réservoir, le diamètre. A partir de ces données, nous avons calculé les diamètres de conduite de refoulement, la hauteur manométrique totale (HMT) et la nature de la source d'eau.

Connaissant la HMT et le débit de pompage, nous avons déterminé les pompes en utilisant le catalogue du constructeur.

## 2) Calcul des pompes immergées

Avant de procéder aux calculs hydrauliques nous permettant le choix des pompes, nous avons d'abord déterminé les caractéristiques du réseau présentées dans le tableau ci-contre :

Tableau des caractéristiques du réseau

Forage	PY 9417	PY 9403	PY 9415	PY 9406	PY 9411	PY 9416	PY 9413
Distance Forage - station (m)	4119	4394	4647	4934	2830	2984	3404
H <sub>gr</sub> (m)	20,22	21,55	19,83	18,61	6,20	5,36	3,19
H <sub>gas</sub> (ND) (m)	32	32	35	32	29	32	29
H <sub>g</sub> (m)	52,22	53,5	54,33	50,61	35,20	37,4	32,2
Q (m <sup>3</sup> /h)	10	4,5	10	6	10	16	4

H<sub>gr</sub> = hauteur géométrique au refoulement

H<sub>ga</sub> = hauteur géométrique à l'aspiration

H<sub>g</sub> = hauteur géométrique totale

### \* Calcul de diamètre de refoulement

Les diamètres des conduites de refoulement sont calculés à partir de la formule simplifiée de MAIGA et SAVARY :

$$D = 0,997 Q^{0,46}$$

D = diamètre intérieur de la conduite en m  
Q = débit de pompage en m<sup>3</sup>/s

Cette formule est mise au point à l'EIER en 1987 par simplification de celle de Vibert qui est

$$D = 0,99 * \left( \frac{n * e}{A * f} \right)^{0,154} * Q^{0,46}$$

avec  $D$  = en m  
 $e$  = prix du KWh en franc  
 $f$  = prix du kg de conduite en franc  
 $A$  = valeur de l'annuité constante du remboursement de 1 franc  
 $Q$  = en  $m^3/s$   
 $n = \frac{\text{temps de pompage en heures}}{24}$

Tableau des diamètres de refoulement pour chaque forage

Forage	PY 9417	PY 9403	PY 9415	PY 9406	PY 9411	PY 9416	PY 9413
$Q_{int}$ (mm)	112,4	63,2	75,8	63,2	112,4	112,4	112,4

\* Calcul des pompes

Le calcul des pompes a consisté à la détermination des caractéristiques hydrauliques des pompes : calcul de la hauteur manométrique. La hauteur manométrique et le débit de pompage sont les caractéristiques hydrauliques nécessaires pour le choix d'une pompe :

$$HMT = H_g + DH_r + DH_{asp} + DH_s$$

$DH_r$  = perte de charge linéaire au refoulement de la pompe en mètre

$DH_{asp}$  = perte de charge à l'aspiration de la pompe en mètre

$H_g$  = hauteur géométrique totale en mètre

$DH_s$  = perte de charge singulière des pompes immergées

Nous avons calculé les pertes de charge à base de la formule de Manning-Strickler :

$$DH = 10,29 * \frac{Q^2 * L}{(K_s^2 * D^{(16/3)})}$$

$DH$  = en mètre

$L$  = longueur de conduite en m

$Q$  = en  $m^3/s$

$K_s$  = coefficient de Manning

$D$  = en m

Pour tenir compte des singularités dans les conduites de refoulement d'eau brute, nous avons multiplié les pertes de charges trouvées par 1,1 :

$$DH = 1,1 \times 10,29 \frac{Q^2 \times L}{(Ks^2 \times D^{(16/3)})}$$

Pour la détermination de pertes de charges singulières (DHs) des pompes, nous avons utilisé le tableau de «Détermination des pertes de charge» donné par le constructeur Grundfos (voir annexe N°1).

Pour le détail du calcul de chaque pompe, voir annexe N°1

#### \* Choix des pompes immergées

Pour le choix des pompes, nous avons utilisé le catalogue de pompes Grundfos édition 1993. Le choix a été guidé par la source de captage.

Les pompes ont été choisies dans la gamme des pompes immergées adaptées aux équipements de forages.

- Détermination des pompes immergées

Par un calcul approximatif de HMT, nous avons trouvé le type de pompe nécessaire à l'équipement de chaque forage. Connaissant la HMT approximative et le débit de pompage, la plage de fonctionnement des pompes immergées permet de déterminer le type de pompe correspondant.

Après avoir déterminé le type de pompe (exemple de type Grundfos : SP5A), on se réfère à la caractéristique individuelle de cette pompe pour trouver le modèle de pompe correspondant (pompe SP5A - 8 (nombre d'étage), le diamètre des cellules, la vitesse de rotation, la puissance absorbée, les dimensions et le poids).

Enfin, nous avons étudié le point de fonctionnement de chaque pompe pour s'assurer que la pompe en fonctionnant à débit nominal pour refouler le débit d'exploitation du forage.

Tableau des caractéristiques des pompes

Forage N°	PY 9417	PY 9403	PY 9415	PY 9406	PY 9411	PY 9416	PY 9413
Distance Forage - station (m)	4119	4394	4647	4934	2830	2984	3404
Hg refoulement	20,22	21,55	19,83	18,61	6,20	5,36	3,19
Débit m <sup>3</sup> /h	10	4,5	10	6	10	16	4
Diamètre intérieur	112,4	63,2	75,8	63,2	112,4	112,4	112,4
ND (m)	32	32	35	32	29	32	29
Hg T	52,22	53,5	54,83	50,61	35,2	37,4	32,2
H M T	54,8	55,5	60,2	55,8	37,0	42,7	32,5
Modèle de pompes	SP8A-18	SP5A-17	SP8A-21	SP8A-12	SP14A-15	SP14A-10	SP5A-8
Pass (Kw)	2,2	1,44	2,52	1,8	1,8	3,1	0,65
Rendement (%)	56	60	56	57	53	56	60
Diamètre de la roue	50	40	50	40	50	70	40
QPF (m <sup>3</sup> /h)	10,4	5,5	10,4	7,7	10,3	16,3	4,6
H <sub>PF</sub> (m)	55	57	61	60	38	43	33
N (tr/min)	2830	2830	2830	2830	2830	2830	2830
IN (A)	9,5	4,2	9,5	6	6	9,5	2,4
Id (A)	41,8	16,38	41,8	24,6	24,6	41,8	9,12
Cos y	0,87	0,84	0,87	0,86	0,86	0,87	0,81

### **III.1.3.3 Equipements électriques**

Pour l'alimentation en énergie des moteurs utilisés pour les pompes immergées, des armoires électriques seront installées et connectées au réseau de la SONABEL (Société Nationale Burkinabé d'Electricité). Ces armoires seront de classe IP65 (IP = indice de protection) pour une température ambiante de 50°C.

Les électrodes permettront de protéger la pompe contre le dénoyage quand le niveau minimum de l'eau est atteint.

Les câbles électriques devront être enterrés à 1 m environ des conduites d'eau. Ces câbles répondent aux normes CEI.

Pour la sécurité des armoires, il est prévu des mises à la terre qui sont des électrodes d'ancrage en terre. Les câbles de 50 mm<sup>2</sup> de diamètre seront liés à la colonne montante par un câble en acier inoxydable (pour éviter la corrosion due à l'agressivité de l'eau).

Les installations électriques moyennes tensions (MT) seront exécutées par la SONABEL. La SONABEL pourrait, toutefois, choisir une entreprise sous-traitante pour l'exécution des travaux électriques.

## **III.2 Ville de Réo**

### **III.2.1 Etude du projet détaillé**

La ville de Réo est alimentée par Koudougou à base de conduites de 11500 m de long dans des matériaux divers. Le long de ces conduites, on a constaté des fuites représentant 50 % de l'eau produite de Koudougou.

Dans le souci d'augmenter la potentialité en eau de la ville, l'ONEA a demandé à RAMBØLL de proposer une alternative en vue de couvrir les besoins en eau de la ville de Réo.

C'est ainsi que le bureau d'étude RAMBØLL a procédé à une étude de deux variantes qui sont :

- 1) alimentation de la ville de Réo à partir de Koudougou
- 2) alimentation en eau à partir d'une adduction d'eau autonome de Réo.



Pour la variante N°1, l'avant projet détaillé propose :

- de remplacer la conduite existante par une nouvelle conduite de 160 mm de diamètre et 1150 m de long
- de remplacer les anciennes pompes qui refoulent l'eau de Koudougou à Réo car la pompe actuelle est sur dimensionnée (HMT = 102 m, Q = 33 m<sup>3</sup>/h)
- d'assurer l'extension du réservoir d'eau actuel de Koudougou de 50 m<sup>3</sup> à 200 m<sup>3</sup>

La variante N°2 a consisté à la recherche des ressources en eau sur place à Réo.

Les études ont montré que, comme à Pissy, seules les eaux souterraines étaient mobilisables.

Les études hydrogéologiques ont permis d'installer deux forages positifs qui s'ajouteraient à un troisième forage positif situé près du Centre des Handicapés. L'ensemble de ces trois forages pourraient produire 150 m<sup>3</sup>/j. Les nouveaux forages conçus par RAMBØLL sont : le RO9402 et le RO9402.

Suite à une étude comparative des deux variantes, la variante N°2 est retenue par le fait qu'elle présente plus d'avantages que la variante N°1.

#### - Avantages et inconvénients des deux variantes

##### 1) Variante N° 1

###### \* Avantages

- Le traitement de l'eau est effectué et contrôlé dans une grande station avec un personnel fixe et qualifié
- suite à l'étude économique des deux variantes, les investissements de cette première variante sont légèrement inférieurs à la variante N°2.

###### \* Inconvénients

- La capacité de traitement actuelle de Koudougou est insuffisante pour permettre à la fois d'alimenter Koudougou et Réo
- Koudougou et Réo sont alimentées par la ressources d'eau (eau de surface) brute du Mouhoun et du réservoir de Salbingo. Ces ressources surexploitées sont présentement limitées pour alimenter les deux villes.

## 1) Variante N° 2

## \* Avantages

- Avec l'installation d'une adduction d'eau autonome, Koudougou sera soulagé d'une fourniture d'eau de 110.00 m<sup>3</sup>/an à Réo
- Elimination des pertes d'eau pompée à partir de Koudougou.

## \* Inconvénients

- Les investissements sont légèrement supérieurs à la variante N°1
- La maintenance et la gestion de la nouvelle station pourrait entraîner des coûts très importants.

Tableau comparatif des coûts des deux variantes

	Frais d'investissement en F CFA	Frais d'exploitation en F CFA
Variante 1	295.369.350	2.479.500
Variante 2	300.976.500	3.332.100
Différence	5.607.150	852.600
Variante 2 - Variante 1		

Ce tableau montre que les coûts de la variante N°2 sont plus élevés tant à l'investissement qu'à l'exploitation, donc sur le plan économique, la variante N°1 paraît intéressante.

Mais si nous considérons les réalisations pratiques des deux variantes, la variante N°2 se révèle très intéressante :

- indépendance de Réo vis-à-vis de Koudougou
- élimination des pertes en eau dans la conduite reliant Koudougou à Réo
- augmentation de la capacité de production de la station de Koudougou à la ville de Koudougou. Même si la variante N°2 est économiquement défavorable, elle demeure intéressante au point de vue rentabilité.

C'est pour cette raison que la variante N°2 a été retenue.

### III.2.1.1 Variante retenue

La variante N°2 retenue, permettra alors l'installation d'une adduction d'eau autonome à Réo.

Comme à Pissy-Ouagadougou, les conceptions des deux nouveaux forages sont effectuées par RAMBØLL et exécutées par l'ONPF. Si les débits d'exploitation répondent en partie aux besoins de la ville, l'analyse de la qualité de l'eau a montré que les eaux sont également «agressives». Suite à ce facteur qualité d'eau, la conception d'une usine de traitement était nécessaire et comprendra :

- une salle de pompage
- une bâche de reprise d'eau claire
- une salle de dosage de chaux
- une salle de dosage de chlore
- un magasin de dépôt de produits chimiques.

Le bâtiment de la station a une dimension de 12,5x6 m (voir plan de la station).

Les forages seront équipés de pompes immergées dont les accessoires seront en acier inoxydable en vue de leur protection contre l'agressivité de l'eau.

Les conduites en PVC seront installées pour le refoulement d'eau brute des forages à la station de pompage d'une part et une conduite de refoulement d'eau claire de la station au château d'autre part.

La station de pompage se situe à proximité des deux forages (à 100 m environ de chaque forage) ; elle n'est pas assez loin du château d'eau. La station est située à 1100 m du château.

Tableau des conduites - Ville de Réo

Diamètre en mm	Type	Longueur en m
75	PVC	60
110	PVC	1.200

### III.2.2 Exécution des travaux de chantier

Jusqu'à la fin de notre stage, les travaux de chantier n'ont pas commencé.

Ces travaux connaissent un début d'exécution avec l'implantation du chantier. Les travaux du chantier à Réo ont également été attribués à l'entreprise SEMCO qui s'occupera des travaux du Génie Civil et des installations hydromécaniques. Pour ce qui concerne les installations, les travaux ont été confiés à la SONABEL.

L'entreprise est tenue d'exécuter les travaux conformément aux règles de l'art et de la législation au Burkina Faso. Elle devra respecter strictement : les conditions du contrat ; les bordereaux des prix ; les plans et les dessins et surtout les spécifications techniques qui sont les conditions techniques générales. Ces conditions sont réunies dans un document. Ce document présente à l'entrepreneur les travaux à exécuter, les conditions de réalisation ; la qualification des intervenants sur le chantier.

Les travaux de chantier confiés à SEMCO sur le chantier de Pissy sont :

- les travaux du génie civil
- les installations hydromécaniques

Les installations électriques sont exécutées par la SONABEL et supervisées par RAMBØLL.

### **III.2.2.1 Le Génie Civil**

Pour le chantier de Réo, les travaux du Génie Civil sont importants. Ces travaux concernent :

- les remblais et déblais pour l'installation des conduites
- la fourniture et l'exécution des butées d'ancrage en béton au niveau de chaque noeud, coude et vanne.

Le bâtiment de la station de pompage est prévu pour être exécuté avec les mêmes matériaux que l'extension de la salle de dosage de chaux de Pissy.

### **III.2.2.2 Equipements hydromécaniques**

#### **III.2.2.2.1 Pompes - conduites - accessoires**

Pour l'équipement des deux forages, le dispositif est similaire à celui des forages de Pissy II.

- Installation des pompes immergées pour le refoulement de l'eau
- Installation d'une plate-forme en acier inoxydable avec plate-forme en béton
- Installation d'une colonne montante en acier inoxydable pour loger la pompe.

### III.2.2.2.2 Dimensionnement des pompes immergées

#### 1) Méthodologie de dimensionnement

Nous avons déjà exposé la méthode de dimensionnement des pompes : page 47  
Dimensionnement des pompes de Pissy.

Pour ce cas de Réo, nous déduisons les débits d'exploitation des deux pompes des débits critiques donnés par les essais de paliers.

Forages	Débit critique (m <sup>3</sup> /h)	Débit d'exploitation (m <sup>3</sup> /h)
RO 9402	7	6
RO 9404	5	5

Longueur forage - station

PY 9402 ⇒ L = 50 m

Py 9404 ⇒ L = 150 m

#### Calcul du niveau dynamique ND

$$N_d = s + N_s$$

Forage RO 9402     $s = 6,93 \text{ m}$      $N_s = 45,07 \text{ m}$

$$N_d = 6,93 + 45,07 = 52,00 \quad \underline{N_d = 52,00 \text{ m}}$$

Forage RO 9404     $s = 6,62 \text{ m}$      $N_s = 35,18 \text{ m}$

$$N_d = 6,62 + 35,18 = 41,8 \text{ m} \quad \underline{N_d = 41,8 \text{ m}}$$

Forage	Q m <sup>3</sup> /h	H <sub>gas</sub> m	N <sub>d</sub> (m)	H <sub>g</sub> (m)	HMT (m)	Modèle de pompes Grundfos	P <sub>abs</sub> Kw	Rend %
PY 9402	6	-	52	52	54,8	SP8A-12	70	58
PY 9404	5	2,1	41,8	43,8	46,1	SP8A-10	60	48

#### Points de fonctionnement

RO 9402     $Q_{PF} = 7 \text{ m}^3/\text{h}$      $HMT_{PF} = 52 \text{ m}$

RO 9404     $Q_{PF} = 5,3 \text{ m}^3/\text{h}$      $HMT_{PF} = 47 \text{ m}$

### **III.2.2.2.3 Equipements électriques**

La SONABEL est chargée d'assurer l'installation des équipements électriques pour l'alimentation en énergie des pompes immergées et des pompes de la station qui refouleront l'eau claire en direction du château.

#### **IV. ETUDES SOCIO-ECONOMIQUES**

Les études socio-économiques dans un projet de développement durable ont pour objectif :

- de permettre une bonne compréhension du projet aux populations concernées par le projet
- d'impliquer ces populations à la réalisation du projet
- de permettre une bonne gestion des ouvrages mis en place.

Pour mieux adapter le projet aux réalités du terrain, un vaste programme d'étude socio-économique a été mis au point. Cette étude socio-économique est basée sur les enquêtes socio-économiques. Le sociologue du Projet Monsieur Alain LEFEVRE a engagé les animateurs du Projet qui sont basés à Pissy et à Réo et qui se chargent de ces enquêtes.

Les animateurs ont suivi un stage d'initiation sur la conduite d'enquêtes socio-économiques. Au cours de ce stage, il leur a été exposé :

- la méthodologie d'une enquête socio-économique,
- comment aborder la population par rapport à tel ou tel questionnaire,
- le travail en équipe : savoir faire la mise en commun des résultats de ces enquêtes.

Le but des enquêtes est :

- de permettre aux ingénieurs d'apporter les modifications nécessaires sur la conception du projet et en tenant compte des réactions de la population.

##### **IV.1 Ville de Pissy**

A partir de questionnaires préparés par le sociologue de RAMBØLL, les animateurs du Projet organisent des entretiens avec la population pour le recueil des informations.

Selon le type d'information recherchée, les enquêteurs s'organisent en groupe de deux ou un et travaillent de la manière suivante :

- ils passent de maison en maison en procédant à des séances de questions-réponses en suivant le canevas de questionnaire mis à leur disposition ; (une copie du questionnaire est présentée en annexe).
- ils s'adressent aux responsables administratifs ;
- ils regroupent la population pour faire passer une information ou pour un message sensibilisation.

Les questionnaires déjà préparés par le Projet visent à détecter faire ressortir :

- quels sont les besoins en eau des populations ?
- quel est l'usage de l'eau dans chaque ménage ?
- quel est le niveau sanitaire de chaque ménage ? Dispose-t-il de sanitaire et quel est le niveau d'entretien de ces sanitaires ?

Les enquêteurs en collaboration avec les délégués de quartiers localisent les lieux éventuels d'installation de nouvelles bornes fontaines.

#### **IV.2 Ville de Réo**

A Réo, la procédure est la même qu'à Pissy. Une équipe d'animateurs basée à Réo utilise les mêmes types de questionnaires que ceux de Pissy pour le recueil des informations.

Pour en savoir plus sur le guide d'entretien du Projet, voir annexe N°9.

#### **IV.3 Gestion des ouvrages hydrauliques mis en place**

Au Burkina Faso, les ouvrages d'hydraulique urbaine sont exclusivement gérés par l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement.

Face à l'épuisement de l'eau dans les réservoirs pour des raisons de sécheresse, la société de l'eau fait un effort de sensibiliser la population urbaine.

Ces sensibilisations permettent d'amener la population à prendre conscience du danger encouru.

Pour rendre plus performants ces services, nous pensons que la société de l'eau doit impliquer la population à la gestion de l'eau.

Cette implication, peut se faire à travers les responsables coutumiers et administratifs, en leur demandant de se mobiliser pour :

- organiser des séances périodiques de sensibilisation sur l'importance des ouvrages hydrauliques ;
- d'amener la population à se discipliner quant à ce qui concerne l'utilisation de l'eau qui est une denrée rare dans nos pays.

Le Projet Danois a essayé d'impliquer la population à l'emplacement des bornes fontaines et dans les prises de décision sur l'ensemble du projet.



## V. SUGGESTIONS - RECOMMANDATIONS

### V.1 Ville de Pissy

A Pissy, le non lotissement du quartier pose de sérieux problèmes à l'exécution des travaux de chantier :

- L'entrepreneur se retrouve confronté à des difficultés lorsque la pose d'une conduite passe par une maison dans la zone non lotie. Les habitants attachés à leur terre refusent de quitter leur terrain même si on leur propose de les dédommager. Cette situation pourrait entraîner des tensions sociales qui entraveraient les travaux du chantier. Dans certaines de ces situations, les responsables de l'ONEA proposent à l'entreprise de faire un fonçage afin de faire passer la conduite.

A notre avis, cette solution n'est pas idéale puisque le terrain demeure non loti.

Nous proposons que l'ONEA en collaboration avec le service de l'urbanisme, puisse faire comprendre aux habitants que leur installation est illégale et un dédommagement doit toutefois être prévu pour les habitants pour acquérir de nouveaux lots.

- Cette situation de quartier non loti risque d'être un danger pour la pérennité des ouvrages.

Bien que le Projet ait pris des dispositions pour marquer les lieux de passage de conduites, ceci ne suffit pas. Les conduites en PVC se trouveraient exposées après le lotissement de toute la ville de Pissy.

Les problèmes rencontrés sont :

- passage de tuyaux

Nous avons même remarqué des conduites qui traversent le cimetière. A ce sujet, nous demanderons à l'ONEA de condamner ces conduites.

- emplacement des bornes fontaines

Certaines bornes fontaines sont posées dans les zones non loties.

L'entrepreneur SEMCO se plaint souvent du vol du matériel de chantier dans les quartiers périphériques (tôles, sable, gravier, portes). Cette situation est inquiétante dans la mesure où les forages sont localisés là, ce qui expose les équipements des forages à des opérations de pillage.

Nous pensons que l'ONEA devra considérer avec une attention particulière ce danger. Une manière d'éviter les vols est de responsabiliser les habitants à proximité des forages afin que ces derniers prennent à charge la sécurité des ouvrages.

Les animateurs au cours de leurs enquêtes sont confrontés à certaines difficultés comme : la réticence des populations à livrer certaines informations. Les gens se méfient d'aborder avec les enquêteurs certaines questions, car elles les mettent mal à l'aise (voir annexe N°9).

## **V.2 Ville de Réo**

Pour le cas de Réo, nous n'avons pas effectué de sorties de terrain sur le plan sociologique, mais nos sorties de terrain sur la visite du chantier nous a permis d'appréhender un peu l'aspect socio-économique au niveau de cette ville.

La station de pompage prévue à Réo sera installée à environ 20 mètres d'un bosquet que les habitants considèrent comme un bois sacré.

D'après un sondage mené par l'agent de l'ONEA à Réo, qui est lui-même originaire de la Région, les autorités coutumières ne seraient pas opposés à la construction de la station à proximité du bois sacré.

Nous pensons que l'office de l'eau ne devrait pas s'en tenir à cette version.

L'ONEA devrait prendre des mesures pour approcher les chefs coutumiers de la ville afin de s'assurer de la disponibilité de lieux pour la construction du bâtiment.

## **Ville de Pissy**

L'installation des ouvrages hydrauliques dans la zone non lotie risque de poser de sérieux problèmes d'urbanisme dans l'avenir.

L'ONEA devrait faire en sorte que la Voirie suive le réseau d'adduction d'eau. Aussi, elle doit agir en collaboration avec les services d'urbanisme pour freiner l'installation anarchique des populations surtout dans la zone non lotie.

Nous constatons que certaines bornes fontaines sont installées dans la zone non lotie. L'ONEA devait éviter l'implantation des bornes fontaines dans ces zones pour deux raisons :

- après le lotissement, la zone pourrait connaître l'installation de gros oeuvres du Génie Civil (construction de bâtiment, Voirie) qui mettraient en péril les conduites qui sont en PVC

- les bornes fontaines installées dans la zone non lotie encouragent l'installation des gens qui occupent illégalement les terrains.

Pour ce qui concerne l'étude socio-économique, nous constatons que les questions sur la coutume n'est pas abordée.

Dans les questionnaires, on aurait pu retrouver les renseignements sur les autorités coutumières, les interdits de tel ou tel quartier.

### **Ville de Réo**

La variante N°2 étant retenue (adduction autonome d'eau à Réo), le Projet prévoit isoler la conduite entre Réo et Koudougou.

Nous proposons que cette conduite soit toujours entretenue car :

- en cas de manque d'eau à Réo ou de panne grave de la nouvelle station, Koudougou pourrait toutefois desservir Réo en eau
- l'installation de la conduite Réo-Koudougou a nécessité un important investissement ; l'oublier serait une perte financière pour l'Etat burkinabé.

Le forage RO9402 est exécuté dans l'axe d'une rue prévue par l'urbanisme. Cette situation a été découverte lors d'une de nos sorties sur le terrain, suite à une vérification de l'emplacement des bornes qui étaient enterrées.

Le problème qui se pose est de trouver une solution à l'installation de l'équipement du forage.

Sur le terrain, une alternative a été proposée :

- construire une chambre au bord de la rue pour installer tout l'équipement de la pompe
- ou bien installer le matériel de pompage d'eau brute dans le sous-sol, et couvrir par une plate-forme en béton armé et faire passer la rue en dessus.

Pour nous, les deux solutions ont leurs avantages et leurs inconvénients.

\* Alternative N°1

Une salle de forage à proximité de la rue serait beaucoup plus exposée aux risques d'endommagement. Cette salle va aussi entraîner une occupation supplémentaire du terrain.

Par contre, cette alternative présente des facilités d'intervention et de manipulation pour l'entretien du matériel.

\* Alternative N°2

Installer tout l'équipement du forage dans le sous-sol éviterait un encombrement au niveau de la rue. Mais cette alternative poserait le problème d'intervention pour la maintenance et l'entretien.

Suite à cette analyse, nous estimons que la première alternative paraît plus intéressante car elle est plus facile à concevoir et permet des facilités d'intervention.

## **VI. CONCLUSION**

Au Burkina Faso, l'eau est l'une des denrées les plus rares. Ce qui suppose que pour la trouver, il faudra mettre beaucoup de moyens et l'Etat burkinabè met tous les moyens à sa disposition pour satisfaire les besoins en eau de la population.

L'ONEA qui est l'office de gestion de l'eau doit prendre les mesures qui s'impose pour amener les bénéficiaires à comprendre la nécessité d'une bonne gestion de l'eau.

Ce mémoire, à l'instar du stage de fin de deuxième année, nous permet :

- de savoir quelles sont les tâches qui incombent de la surveillance d'un chantier en AEP
- de voir comment sont réalisés les travaux du chantier : les précautions à prendre dans la pose des conduites PVC, la succession des éléments (sable fin, sable grossier et gravier) ; à poser les conduites et leur niveau de compactage. La conduite des essais de pressions pour vérifier s'il n'y a pas de fuites au niveau des joints ;
- de dimensionner les ouvrages (pompes immergées) sur un projet réel en tenant compte des réalités du terrain.

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. Plans et Dessins du Projet Danois Détaillé Centre de Pissy (Ouagadougou)  
Volume II : L'Ingénieur Conseil RAMBØLL, Septembre 1995.
2. Plans et Dessins du Projet Danois Détaillé Centre de Réo  
Volume II : L'Ingénieur Conseil RAMBØLL, Septembre 1995.
3. Conditions Techniques Générales  
L'Ingénieur Conseil RAMBØLL, Septembre 1995.
4. Résumé du Projet Détaillé :  
Par BEN Hassine CHABANE, Septembre 1995.
5. Cours d'Alimentation en Eau Potable  
Amadou Hama MAIGA, Année 1993.
6. Cours d'Hydrogéologie - Technique de Forages de Puits et Moyens d'Exhaure :  
Mai 1984.
7. Cours de Traitement des Eau Eaux : Génie Sanitaire  
GUILLERET JR/ 1994/1995.
8. Prospection Géographique Appliquée à l'Hydrogéologie des Régions de Socle :  
B. DIENG, Novembre 1987.
9. Cours de Station de Pompage :  
J. DJOUKAM, Juillet 1991.
10. Hydraulique Urbaine Tome II : A. DUPONT  
Edition Eyrolles 1979.

# ANNEXES

## **ANNEXE 1**



<b>NOTE DE CALCULS</b>
------------------------

**I. VILLE DE PISSY**

Détermination des pompes pour l'équipement des forages.

**I.1 Forage PY9417**

\* Calcul de HMT

$$HMT = H_g + D_{Hr} + D_{Ha}$$

$$H_g = ND + H_{gasp}$$

$H_{gref} = 20,22$  m : c'est la hauteur géométrique au refoulement. Cette hauteur est la différence de niveau entre la côte du terrain naturel et le niveau de l'eau dans le réservoir si la ligne piézométrique est au dessus du point le plus élevé sur le réseau. Au cas où la ligne piézométrique est en dessous du point le plus élevé,  $H_{gref}$  est la différence de niveau entre la côte du point le plus élevé et la côte du terrain naturel au niveau du forage (voir le profil en long).

ND = niveau dynamique du forage

$$H_{gref} = 20,22 \text{ m} \quad ND = 32 \text{ m}$$

$$H_g = 20,22 \text{ m} + 32 \text{ m} = 52,22 \text{ m}$$

$$HMT = H_g + D_{Hr}$$

$$= H_g + 1,1x \frac{10,29xQ^2}{(Ks^2xD^{16/3})} xL \quad L = 4119 \text{ m}$$

Calcul de D

$$D = 0,997 Q_{exp}^{0,46} \quad Q_{exp} = 10 \text{ m}^3/\text{h} = 2,78 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

$$D = 112,4 \text{ mm} \quad Ks = 120 \text{ conduit en PVC}$$

$$HMT = 52,22 + 1,1x \frac{10,29x(2,78 \cdot 10^{-3})^2}{(120^2 x 0,1124^{(16/3)})} x 4119$$

$$= 54,85 \text{ m.}$$

$HMT = 54,85 \text{ m} \quad Q = 10 \text{ m}^3/\text{h} \quad \Rightarrow$  on a la pompe GRUNDFOS SP8A après consultation de la page de fonctionnement des pompes immergées.

A partir des courbes individuelles on trouve : le modèle SP8A - 21, diamètre de la roue

$$D_{roue} = 2'' = 2.25,4 \text{ mm} = 50 \text{ mm}$$

Connaissant le diamètre des cellules de la pompe, on détermine de nouveau les pertes de charge, en ajoutant aux pertes de charge au refoulement, les pertes de charge à la sortie de la pompe (on utilise le tableau des pertes de charges des pompes immergées).

$$Q = 10 \text{ m}^3 \quad D_{roue} = 50 \text{ mm}$$

$$HMT_{réel} = 54,85$$

avec  $HMT_{réel} = 61,85 \text{ mm}$  et  $Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ , nous trouvons la pompe SP8A-18

\* Etude du point de fonctionnement

Le point de fonctionnement est l'intersection des courbes  $HMT=f(Q)$  de la pompe tracé par le constructeur et de la courbe caractéristique réseau.

Le débit au point de fonctionnement doit être supérieur au débit de pompage.

Tracé de la courbe caractéristique réseau.

A partir de trois points caractéristiques on trace la courbe caractéristique réseau qui est une parabole.

De préférence, les débits des points caractéristiques doivent se situer au voisinage du débit de pompage.

$$Q_{pompa} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$$

Points caractéristiques

Débit ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	8	12	14
Hg	52,22	52,22	52,22
DH <sub>ref</sub>	1,67	3,77	5,14
HMT	53,9	56,0	57,3

Pour la courbe de la pompe et le point de fonctionnement, voir le catalogue du constructeur de la pompe SP8A-18. La détermination du point de fonctionnement permet de trouver la puissance absorbée par le moteur et le rendement de la pompe.

Le procédé de détermination a été le même pour toutes les autres pompes.

Forage PY9403

$$H_g = 21,55 \text{ m} \quad L = 4394 \text{ m} \quad Q = 4,5 \text{ m}^3/\text{h} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned} \text{HMT} &= 53,5 + \frac{1,1 \times 10,29 (1,25 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 4394}{(120^2 \cdot 63,2^{(13/3)})} \\ &= 55,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{HMT} = 55,5 \text{ m} \quad Q = 4,5 \text{ m}^3/\text{s} \text{ on a la pompe GRUNDFOS SP5A-17}$$

$$Q = 1''\frac{1}{2} = 1,5 \times 25,4 = 40 \text{ mm}$$

$$\text{HMT}_{\text{réel}} = 55,5$$

\* Etude du point de fonctionnement

$$Q_{\text{pompage}} = 4,5 \text{ m}^3$$

Points caractéristiques

Débit (m <sup>3</sup> /h)	3	6	8
Hg(m)	53,5	53,5	53,5
HMT	54,88	55,75	59,8

Forage PY9415

$$H_g = 54,83 \text{ m} \quad L = 4647 \text{ m} \quad Q = 10 \text{ m}^3/\text{h} = 2,78 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned} \text{HMT} &= 54,83 + \frac{1,1 \cdot 10,29 (2,78 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 4647}{(120^2 \cdot (0,0758)^{16/3})} \\ &= 60,21 \text{ m} \end{aligned}$$

$Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$        $\text{HMT} = 60,21 \text{ m}$        $\Rightarrow$  on a la pompe GRUNDFOS SP8A-21  
Diamètre de roue  $D_{\text{roue}} = 50 \text{ mm}$

$$\text{HMT}_{\text{réel}} = 60,6 \text{ m}$$

\* Etude du point de fonctionnement

$$Q = 10 \text{ m}^3/\text{h} \quad H_g = 54,83 \text{ m}$$

Forage 9415

Débit ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	8	14	12
$H_g$	54,83	54,83	54,83
$DH_{\text{ref}}$ (m)	3,72	6,16	7,58
HMT	58,55	61	62,4

Forage PY 9406

Calcul de HMT

$$Q = 6 \text{ m}^3/\text{h} = 1,67 \text{ m}^3/\text{s} \quad L = 4934 \text{ m} \quad H_g = 50,61 \text{ m} \quad Q_{\text{ref}} =$$

$$\begin{aligned} \text{HMT} &= 50,61 + 1,1 \frac{10,29 \cdot (1,67 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 4934}{(120^2 \cdot (63,2 \cdot 10^{-3})^{16/3})} \\ &= 55,81 \text{ m} \end{aligned}$$

$\text{HMT} = 58,31 \text{ m}$        $Q = 6 \text{ m}^3/\text{h}$        $\Rightarrow$  pompes GRUNDFOS SP8A-15       $D_{\text{roue}} = 50 \text{ mm}$   
 $DH_{\text{sortie pompe}} = 2,5 \text{ m}$

$$\text{HMT}_{\text{réel}} = (55,81 + 2,5) \text{ m} = 58,31 \text{ m}$$

$$\underline{HMT_{réel} = 58,81 \text{ m}}$$

\* Etude du point de fonctionnement

$$Q = 6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Points caractéristiques

Débit (m <sup>3</sup> /h)	4	8	10
Hg (m)	50,61	50,61	50,61
DH <sub>ref</sub> (m)	1,82	7,31	11,46
HMT	52,4	57,7	62,46

Forage PY9411

$$Q = 10 \text{ m}^3/\text{h} = 1,67 \text{ m}^3/\text{s} \quad Hg = 35,2 \text{ m} \quad L = 2830 \text{ m} \quad Q_{ref} = 112,4 \text{ mm}$$

$$HMT = 35,2 + 1,1x \frac{10,29x(2,78.10^{-3})^2x2830}{(120^2x(0,1124)^{(16/3)})}$$

$$= 37,00 \text{ m}$$

$$HMT = 37 \text{ m} \quad Q=10 \text{ m}^3/\text{h} \quad \Rightarrow \quad \text{on a la pompe GRUNDFOS SP14A-7}$$

$$D_{roue} = 50 \text{ mm}$$

$$HMT_{réel} = 37,0$$

$$HMT_{réel} = 37,0 \text{ m}$$

\* Etude du point de fonctionnement

$$Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$$

Points caractéristiques

Débit (m <sup>3</sup> /h)	8	12	14
Hg (m)	35,2	35,2	35,2
DH <sub>ref</sub> (m)	1,15	2,59	3,53
HMT (m)	36,35	37,79	38,73

Forage PY9416

$$Q = 16 \text{ m}^3/\text{h} = 4,44.10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \quad L = 2984 \text{ m} \quad Q_{\text{ref}} = 112,4 \text{ mm} \quad H_g = 34,36 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{HMT} &= 37,4 + 1,1x \frac{10,29x(4,44.10^{-3})^2x2984}{(120^2x(0,1124)^{(16/3)})} \\ &= 42,7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{HMT} = 42,7 \text{ m} \quad Q=16 \text{ m}^3/\text{h} \quad \Rightarrow \quad \text{on a la pompe GRUNDFOS SP14A-13}$$

$$Q_{\text{roue}} = 70 \text{ mm}$$

$$\text{HMT}_{\text{réel}} = 42,7 \quad \text{HMT}_{\text{réel}} = 42,7 \text{ m}$$

\* Etude du point de fonctionnement

$$Q = 16 \text{ m}^3/\text{h}$$

Points caractéristiques

Débit (m <sup>3</sup> /h)	14	18	20
Hg (m)	37,4	37,4	37,4
DH <sub>ref</sub> (m)	3,72	6,16	7,58
HMT (m)	41,1	43,5	44,98

Forage PY9413

$$Q = 4 \text{ m}^3/\text{h} = \quad L = 3404 \text{ m} \quad Q_{\text{ref}} = 112,4 \text{ mm} \quad H_g = 35,19 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{HMT} &= 32,2 + 1,1x \frac{10,29x(1,1.10^{-3})^2x3404}{(120^2x(0,1124)^{(16/3)})} \\ &= 32,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{HMT} = \quad Q=4 \text{ m}^3/\text{h} \quad \Rightarrow \quad \text{on a la pompe GRUNDFOS SP5A-8}$$

$$D_{\text{roue}} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{HMT}_{\text{réel}} = 32,5 \quad \text{HMT}_{\text{réel}} = 32,5 \text{ m}$$

\* Etude du point de fonctionnement

$$Q = 4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Points caractéristiques

Débit (m <sup>3</sup> /h)	2	6	8
Hg (m)	32,2	32,2	32,2
DH <sub>ref</sub> (m)	0	0,78	1,38
HMT (m)	32,2	33	34,16

## II. VILLE DE REO

**Forage RO 9402**

$$\begin{array}{llll}
 Q & = 6 \text{ m}^3/\text{h} & N_d = 52,00 \text{ m} & \\
 & = 1,67 \text{ m}^3/\text{s} & L = 50 \text{ m} & H_{g\text{ref}} = 0 \quad H_g = 52 \text{ m}
 \end{array}$$

Calcul de :

$$\begin{aligned}
 D & = 0,997 \times Q^{0,46} \\
 & = 0,997 \times (1,67 \cdot 10^{-3})^{0,46} \\
 D & = 63,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{HMT} = 52 + 1,1 \times \frac{10,29 \times (1,67 \cdot 10^{-3})^2 \times 50}{(120^2 \times (63,2)^{(16/3)})}$$

$$\text{HMT} = 52,3 \text{ m}$$

$$\begin{array}{llll}
 Q = 6 \text{ m}^3/\text{h} & \text{HMT} = 52,3 \text{ m} & \Rightarrow & \text{on a la pompe GRUNDFOS SP8A-12} \\
 D_{\text{roue}} = 50 \text{ mm} & & & 
 \end{array}$$

$$\text{DH}_{\text{sortie pompe}} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{HMT}_{\text{réel}} = 52,3 \text{ m} + 2,5 \text{ m} = 54,8 \text{ m} \quad \text{HMT}_{\text{réel}} = 54,8 \text{ m}$$

\* Etude du point de fonctionnement

$$Q = 6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Points caractéristiques

Débit (m <sup>3</sup> /h)	4	8	10
Hg (m)	52	52	52
DH <sub>sortie</sub> pompe (m)	1	4,5	7
HMT (m)	53,12	56,97	59,7

**Forage RO 9404**

$$\begin{aligned}
 Q &= 5 \text{ m}^3/\text{h} & N_d &= 41,8 \text{ m} \\
 &= 1,39 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} & L &= 150 \text{ m} & H_{g\text{ref}} &= 2,1 \\
 H_g &= 41,8 \text{ m} + 2,1 \text{ m} = 43,9 \text{ m} \\
 &= 43,9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{HMT} = 43,9 + 1,1 \times \frac{10,29 \times (1,39 \cdot 10^{-3})^2 \times 150}{120^2 \times (63,2 - 10^{-3})^{(16/3)}}$$

$$\text{HMT} = 44,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 Q = 5 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{HMT} = 44,3 \text{ m} &\Rightarrow \text{on a la pompe GRUNDFOS SP8A-10} \\
 D_{\text{roue}} &= 50 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\text{DH}_{\text{sortie}} \text{ pompe} = 1,8 \text{ m}$$

$$\text{HMT}_{\text{réel}} = 44,3 \text{ m} + 1,8 \text{ m} = 46,1 \text{ m} \quad \text{HMT}_{\text{réel}} = 46,1 \text{ m}$$

\* Etude du point de fonctionnement

$$Q = 5 \text{ m}^3/\text{h}$$



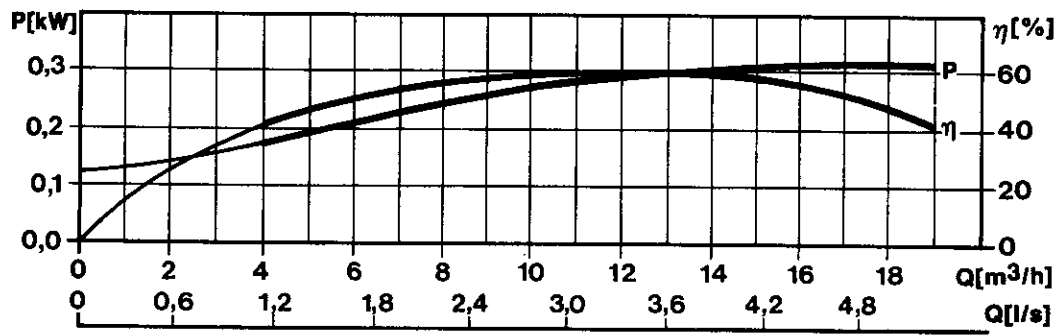
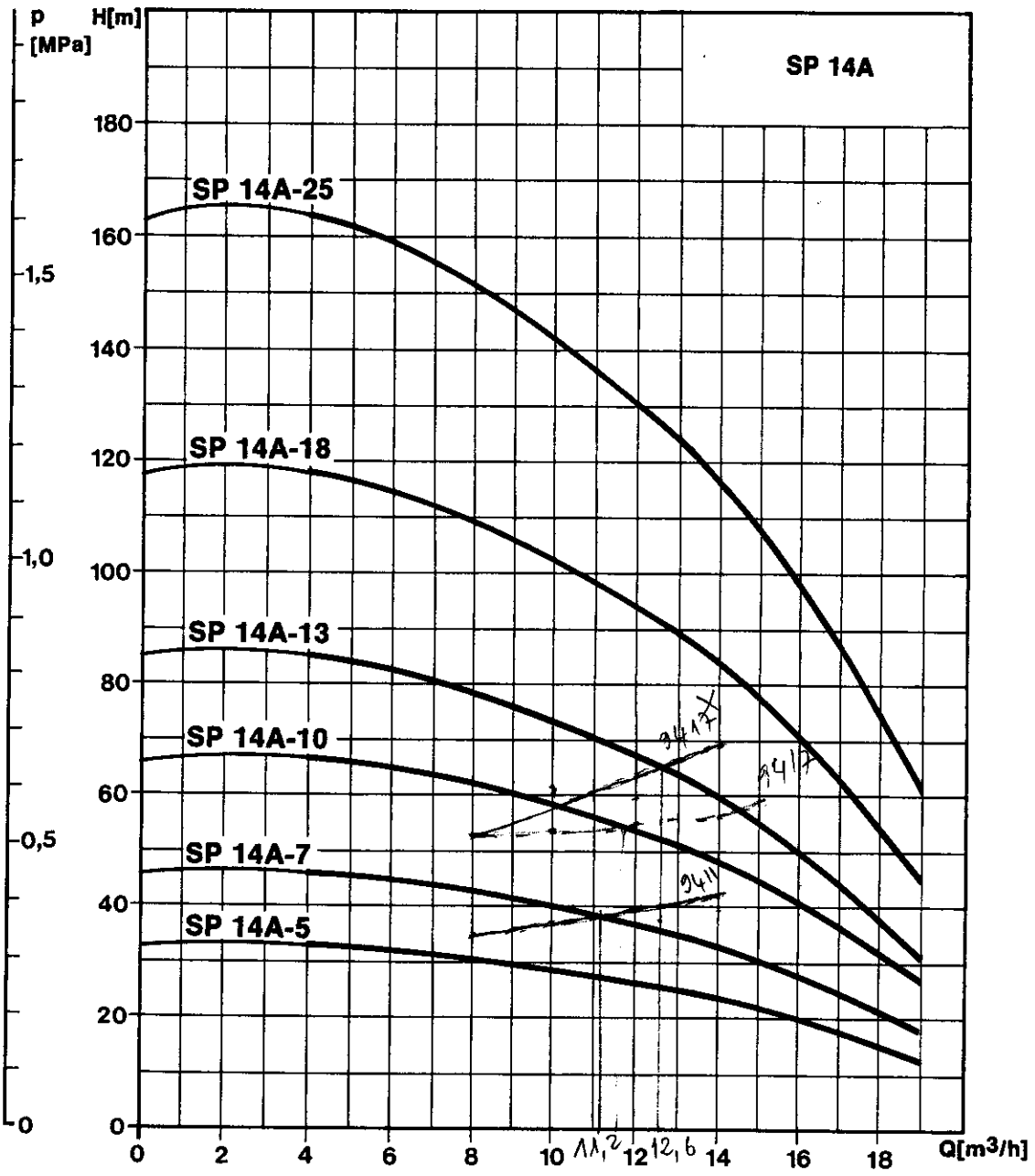
Points caractéristiques

Débit (m <sup>3</sup> /h)	3	8	10
Hg (m)	43,9	43,9	43,9
DH <sub>sortie pompe</sub> (m)	0,6	4,5	7
DH <sub>ref</sub> (m)	0,20	1,44	2,26
HMT (m)	44,7	49,54	53,16

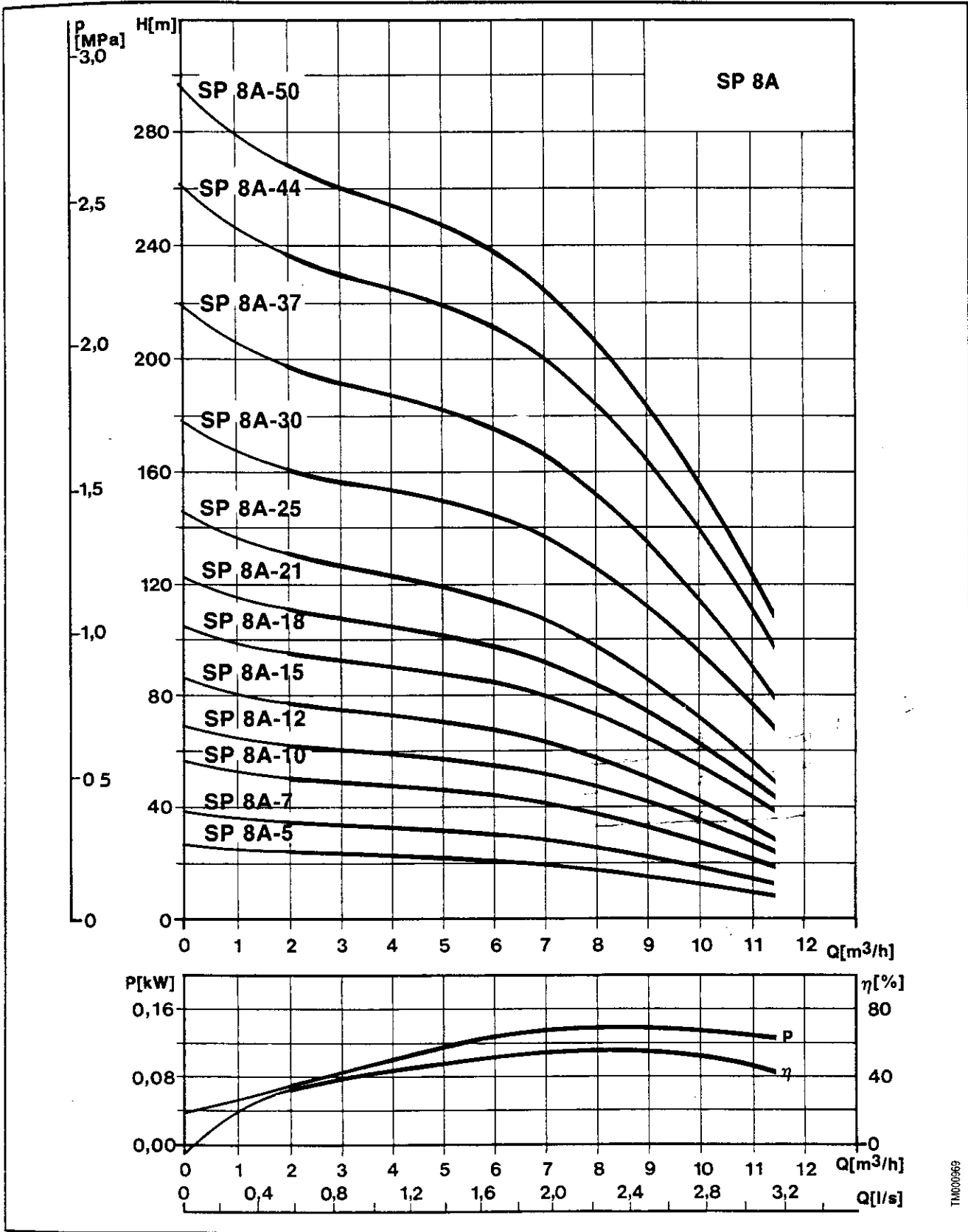
# Performance Curves

Submersible Pumps  
SP 14A

1



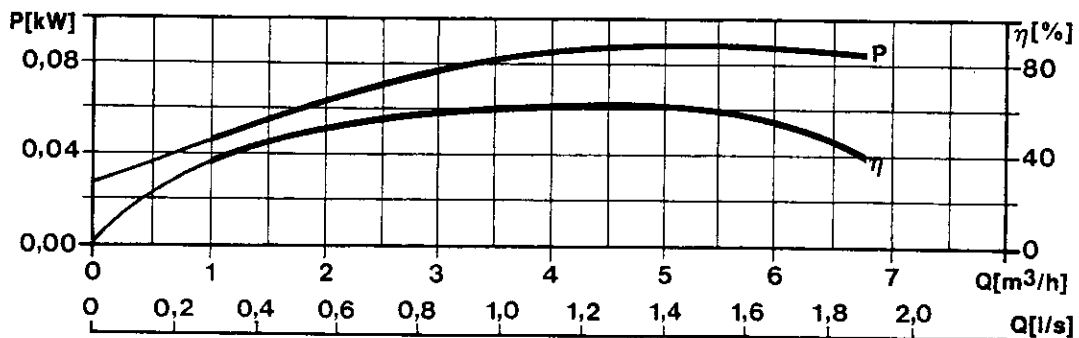
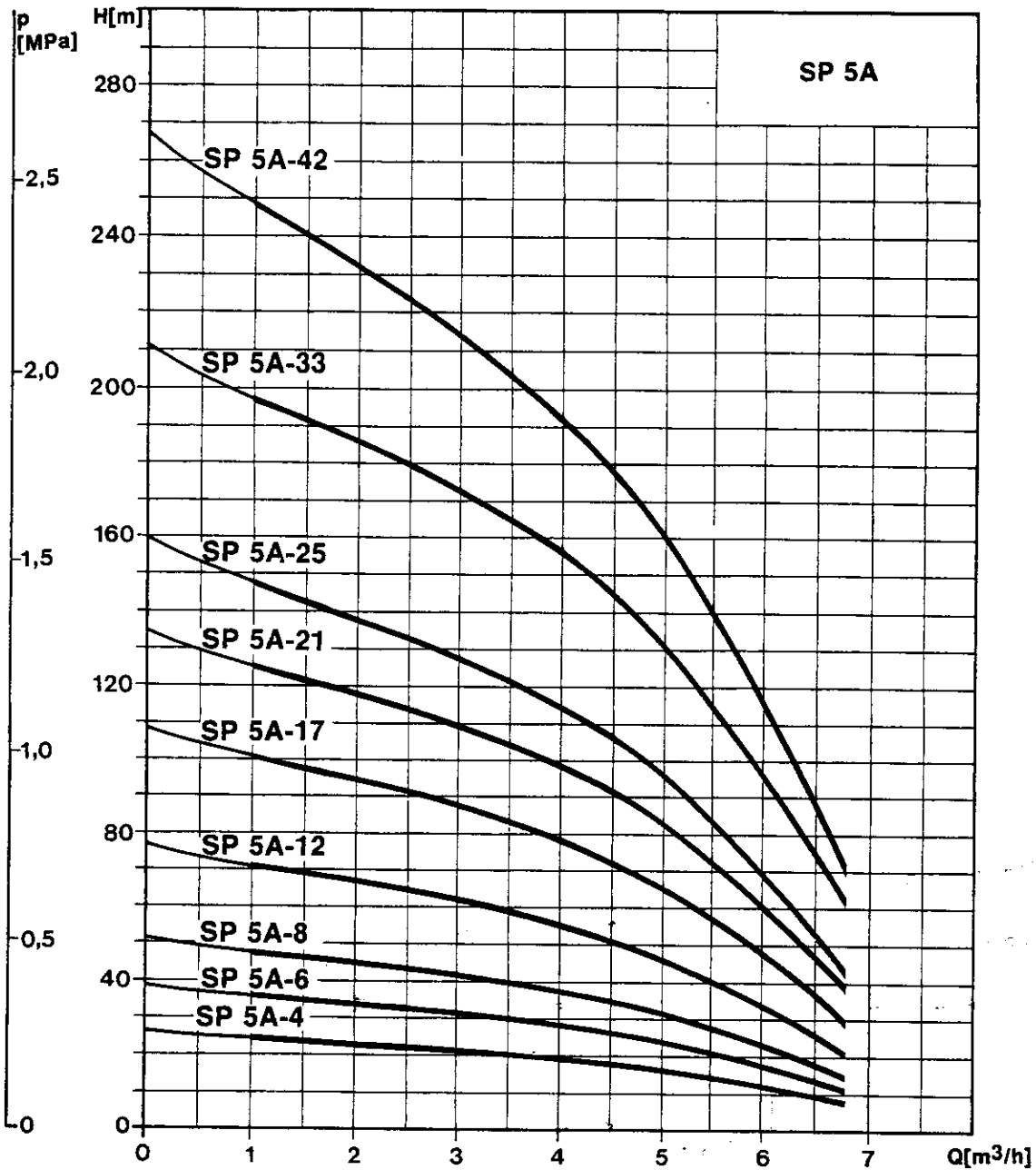
TM000970



# Performance Curves

Submersible Pumps  
SP 5A

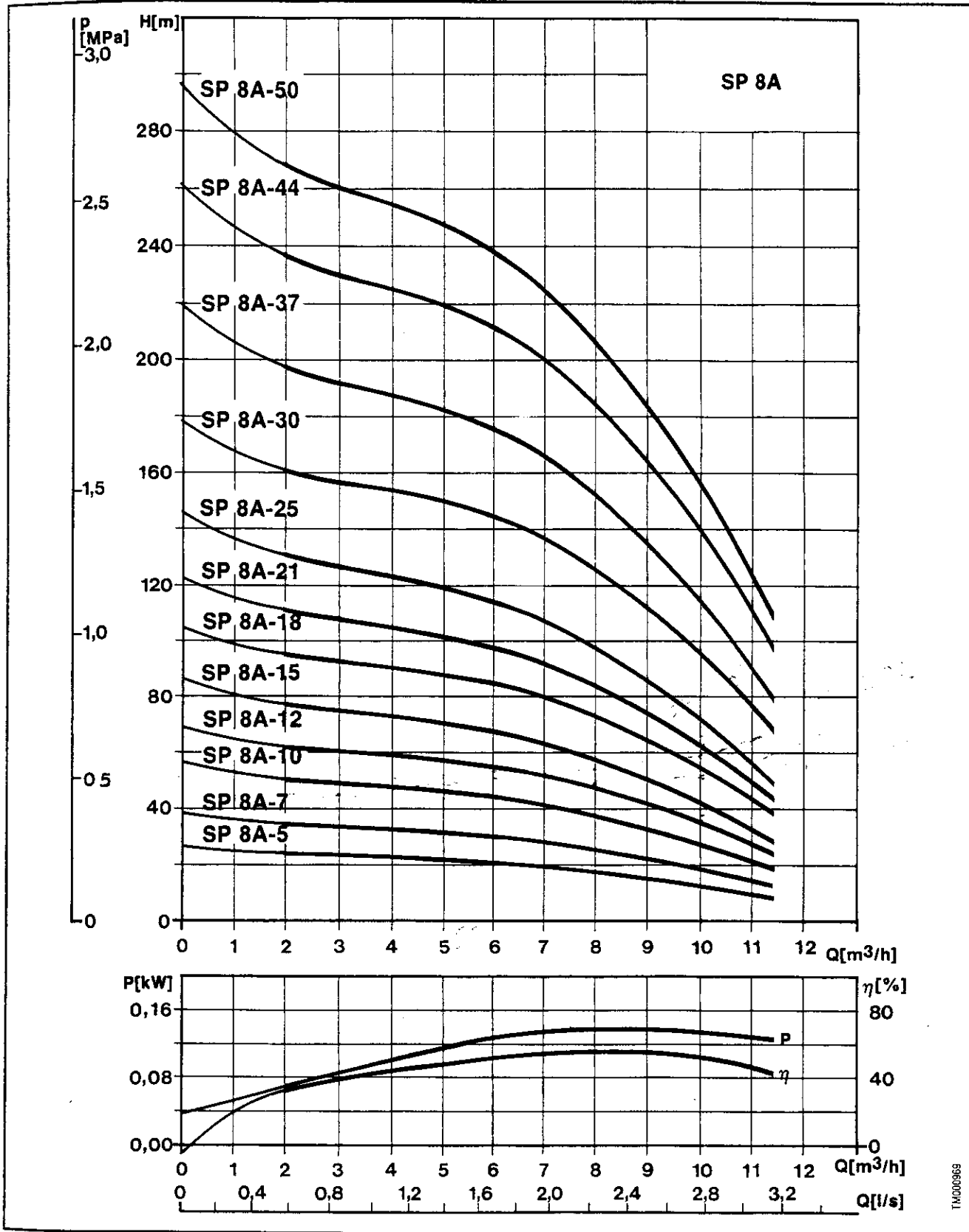
1

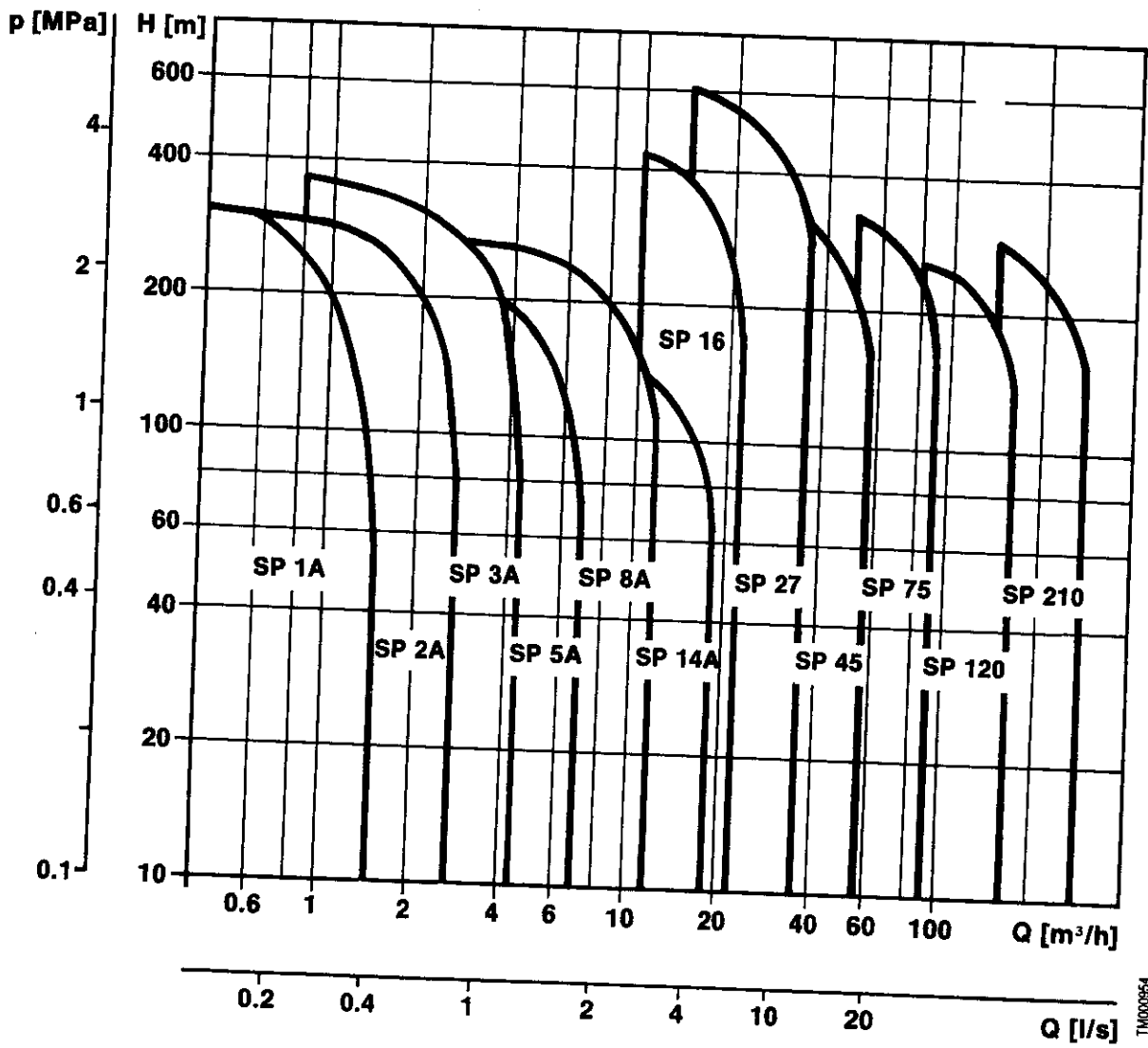


T14000668

# Performance Curves

Submersible Pumps  
SP 8A





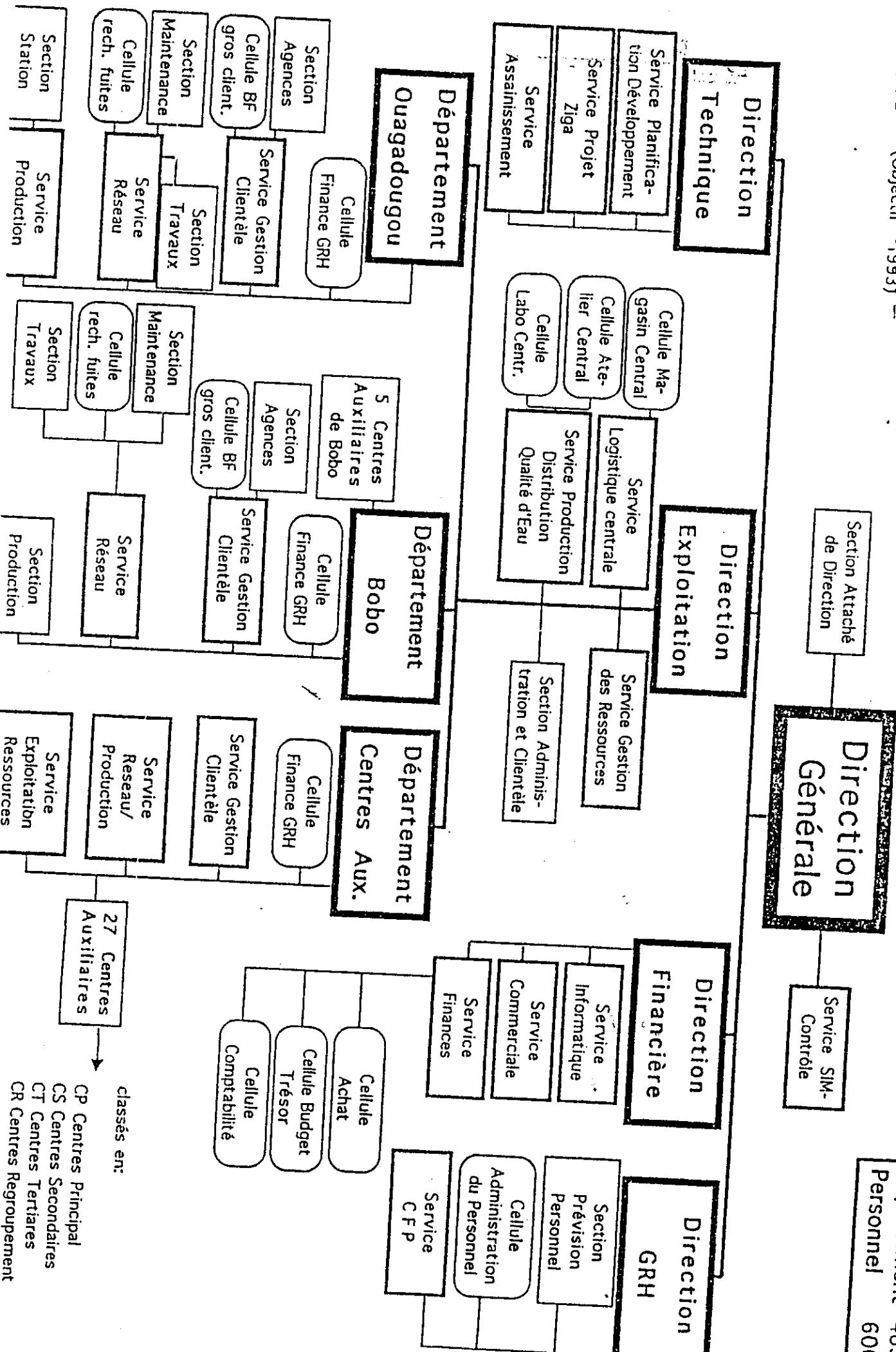
TM000964

## **ANNEXE 2**

# DOUATION EN PERSONNEL ONEA

30.12.93 (Objectif 1993)

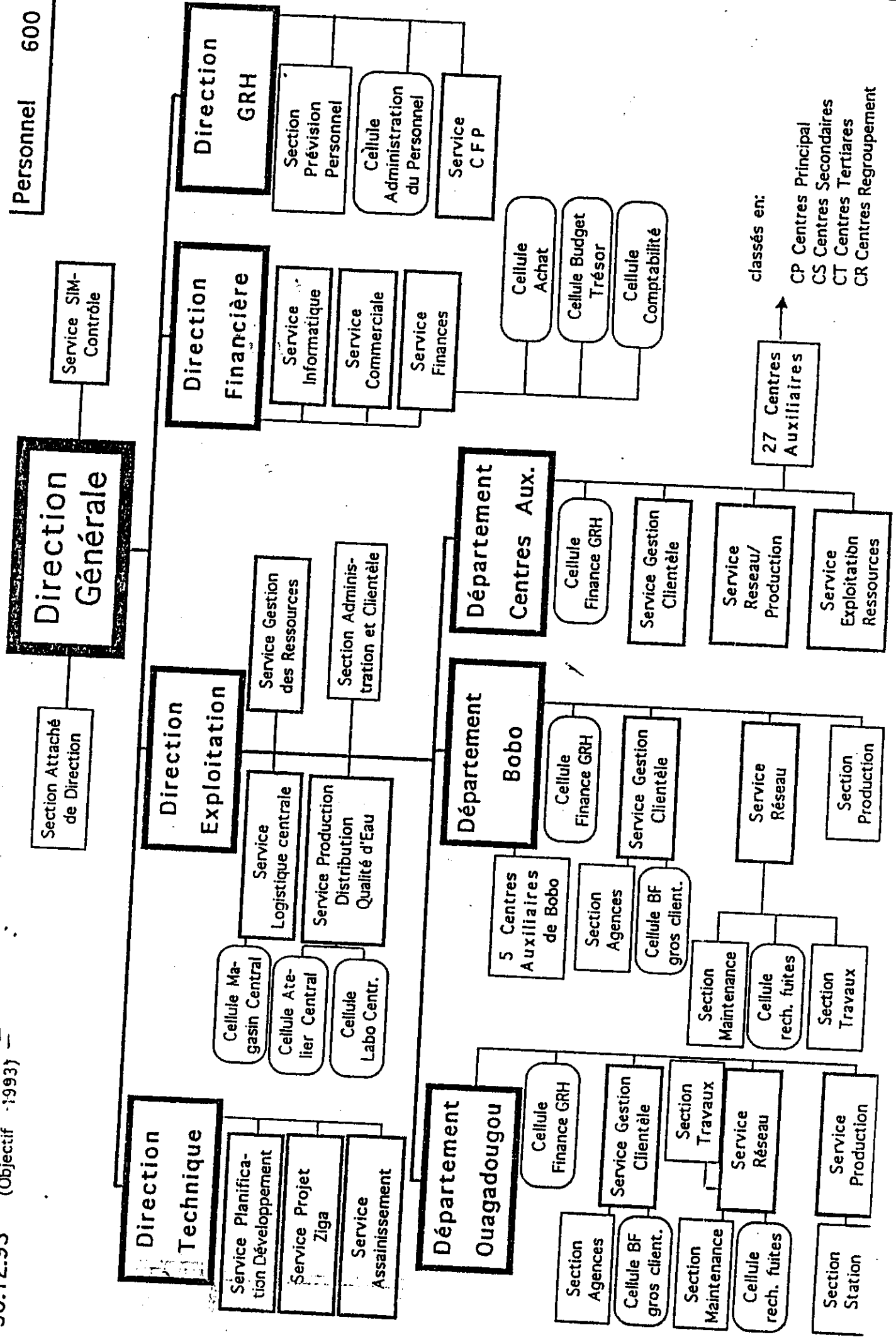
Direction G. 11  
 Département 483  
 Personnel 60



classés en:

- CP Centres Principal
- CS Centres Secondaires
- CT Centres Tertiaires
- CR Centres Regroupement





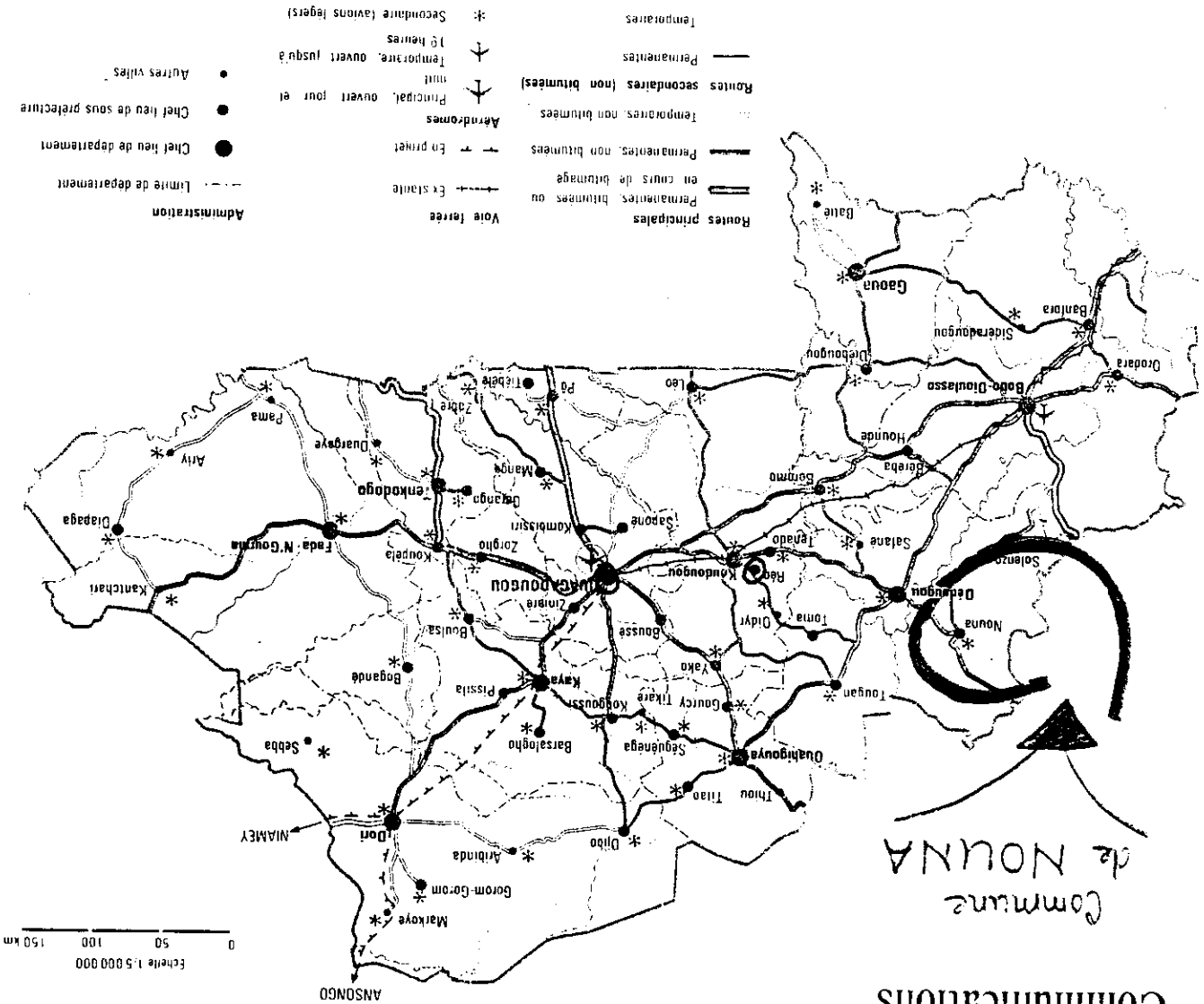
classés en:

- CP Centres Principal
- CS Centres Secondaires
- CT Centres Tertiaires
- CR Centres Regroupement

## **ANNEXE 3**

# Communications

## Commune de NOUNNA



## **ANNEXE 4**

**ECOLE INTER-ETATS D'INGENIEURS DE L'EQUIPEMENT RURAL  
(EIER)**

**DEPARTEMENT DE GENIE SANITAIRE  
03 BP 7023 OUAGADOUGOU 03 Tël 30-71-16/17**

**RESULTATS D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE**

Analyse N° 001/95

Date de prélèvement : 7/9/94

lieu : FORAGE F17 PISSY II

Date de reception : 8/09/94

Identité du préleveur :

Identité du demandeur :

**ETUDE DE L'AGRESSIVITE (ESSAI AU CARBONATE DE CALCIUM)**

	AVANT	APRES
PH	6,4	6,9
Conductivité électrique en $\mu\text{s/cm}$	203	271
Titre alcalimétrique complet en °F	9,2	16,8
Dureté totale en °F	7,2	14,2

Conclusion : *eau agressive.*

PARAMETRES	UNITES	VALEURS	VALEURS RECOMMANDEES PAR LA CEE <
PH à 25°C		6.4	6.5 - 8.5
Conductivité électrique à 20°C	$\mu\text{s/cm}$	203	400
Turbidité	NTU	0.3	5
Titre alcalimétrique	°F	0	
Titre alcalimétrique complet	°F	9.2 <i>ou 1,84 meq/l.</i>	
Dureté totale	°F	7.2 <i>ou 1,44 meq/l.</i>	
Calcium	mg/l	14.4	100
Magnésium	mg/l	8.7	50
Sodium	mg/l	1.0	100
Potassium	mg/l	0.4	12
fer total	mg/l	0.1	0.3
Ammonium	mg/l	0.03	0.5
Carbonates	mg/l	0	
Bicarbonates	mg/l	112.2	
Chlorures	mg/l	17.5	200
Sulfates	mg/l	0.2	250
Nitrates	mg/l	10.1	50
Nitrites	mg/l	0	0.1
Orthophosphates	mg/l	0.58	5
Phosphore	mg/l	0.19	2

Ecole Inter-Etats d'Ingenieurs de l'EquipeMENT Rural  
 B.P. 7023 OUAGADOUGOU 03 Tël 30-71-16/17 30-20-53  
 POULIQUEN BURKINA FASO  
 LABORATOIRE DE GENIE SANITAIRE  
*J. B. B. Jey Deu*

RESULTATS D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

Analyse N° 003/95

Date de prélèvement : 7/9/94

Date de réception : 8/9/94

Identité du préleveur :

Identité du demandeur :

lieu : Forage F7 pissy II

ETUDE DE L'AGRESSIVITE (ESSAI AU CARBONATE DE CALCIUM)

	AVANT	APRES
PH	6,2	6,8
Conductivité électrique en $\mu\text{s}/\text{cm}$	116	136
Titre alcalimétrique complet en °F	6,9	15,6
Dureté totale en °F	4,1	12,3

Conclusion : *eau agressive.*

PARAMETRES	UNITES	VALEURS	VALEURS RECOMMANDEES PAR LA CEE <
PH à 25°C		6.2	6.5 - 8.5
Conductivité électrique à 20°C	$\mu\text{s}/\text{cm}$	116	400
Turbidité	NTU	0.5	5
Titre alcalimétrique	°F	0	
Titre alcalimétrique complet	°F	6.9	
Dureté totale	°F	4.1	
Calcium	mg/l	9.6	
Magnésium	mg/l	4.1	
Sodium	mg/l	0.8	
Potassium	mg/l	0.3	
fer total	mg/l	0.07	
Ammonium	mg/l	0.12	
Carbonates	mg/l	0	
Bicarbonates	mg/l	84.2	
Chlorures	mg/l	16.5	
Sulfates	mg/l	0	
Nitrates	mg/l	0	
Nitrites	mg/l	0	
Orthophosphates	mg/l	0.92	
Phosphore	mg/l	0.30	

CABINET INTER-ETATS D'INGENIEURS DE L'EQUIPEMENT KOUADI  
B. F. Ouagadougou 03 T&L 30-20-53  
OUAGADOUGOU BURKINA FASO  
LABORATOIRE DE GENIE SANITAIRE

## **ANNEXE 5**

## **ANNEXE 6**



ONEA

Office National de l'Eau  
et de l'Assainissement

RH&H Consult

FICHE DE FORAGE

FORAGES BURKINABE

INVENTAIRE  
DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

N° provisoire : RC9402  
Province : Sanguié  
Village : Réo  
Lieu dit :  
Photo aérienne n°:

Longitude: x = 02°27"  
Latitude : y = 12°19'25"  
Cote sol : z = 304  
Carte 1/200.000  
Mission:

Financement : DANIDA  
Propriétaire : ONEA  
Maître d'œuvre : ONEA  
Entreprise : FORAGES BURKINABE  
Type de machine: SM-70  
Conducteur : M.Nombre

Date du début des travaux: 29/04/94  
Date de la fin des travaux: 05/05/94  
Massif filtrant: { nature: quartz; alluvionnaire  
granulométrie: 3/8  
Equipement: PVC 147x160

Profondeur (m)	Coupe technique	Coupe géologique	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	V.E. (m)	Observations
- 5			Cuirasse latéritique		
- 10			Argile blanchâtre	<u>6.93</u>	
- 15			Argile sec violacé	+	
- 20					
- 25	6"		Argile rouge épaisse peu quartzifère		
- 30					
- 35					
- 40					
- 45			Argile rouge plein de quartz		
- 50			Granite altéré Filon aplitique	+	
- 55					
- 60	81/2"			++	
- 65			Granite fissuré		
- 70					
- 75					

9 m<sup>3</sup>/h à la fin des travaux

ONEA

Office National de l'Eau  
et de l'Assainissement

RH&H Consult

FORAGES BURKINABE

INVENTAIRE  
DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

FICHE DE FORAGE

N° provisoire : R09402  
Province : Sanguié  
Village : Réo  
Lieu dit :  
Photo aérienne n°:

Longitude: x = 02°27"  
Latitude : y = 12°19'25"  
Cote sol : z = 304  
Carte 1/200.000  
Mission:

Financement : DANIDA  
Propriétaire : ONEA  
Maître d'œuvre : ONEA  
Entreprise : FORAGES BURKINABE  
Type de machine: SM-70  
Sondeur : M.Nombre

Date du début des travaux: 29/04/94  
Date de la fin des travaux: 05/05/94

Massif filtrant: { nature: quartz: alluvionnaire  
granulométrie: 3/8

Equipement: PVC 147x160

Profondeur (m)	Coupe technique	Coupe géologique	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	V.E. (m)	Observations
0					
5			Cuirasse latéritique		
10			Argile blanchâtre	<u>6.93</u>	
15			Argile sec violacé	+	
25	6"		Argile rouge épaisse peu quartzifère		
35					
45			Argile rouge plein de quartz		
50				+	
55			Granite altéré Filon cuprifère		
60				++	
65	8 1/2"				
70			Granite fissuré		9 m <sup>3</sup> /h à la fin des travaux
75					

ONEA

Office National de l'Eau  
et de l'Assainissement

RH&H Consult

FORAGES BURKINABE

INVENTAIRE  
DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

FICHE DE FORAGE

N° provisoire : R09404  
Province : Sanguie  
Village : Réo  
Lieu dit :  
Photo aérienne n°:

Longitude: x = 02°27'51"  
Latitude : y = 12°19'17"  
Cote sol : z = 302  
Carte 1/200.000  
Mission:

Financement : DANIDA  
Propriétaire : ONEA  
Maitre d'œuvre : ONEA  
Entreprise : FORAGES BURKINABE  
Type de machine: SM-70  
Sondeur : M.Nombre

Date du début des travaux: 06/05/94  
Date de la fin des travaux: 08/05/94

Massif filtrant: { nature: quartz: alluvionaire  
granulométrie: 3/8

Equipement: PVC 147x160

Profondeur (m)	Coupe technique 14"	Coupe géologique	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	V.E. (m)	Observations
0			Cuirasse latéritique		
5			Argile blanchâtre	<u>6.52</u>	
10			Argile brun/rouge		
15					
20					
25			Arènes blanches argileuses		
30					
35			Arènes sablonneuses		
40			Arènes gravillonneuses		
45			Filon pegmatoide		
50			Granite altéré rose		
55					
60			Granite fissuré		
65					Q= 7.7 m <sup>3</sup> /h à la fin
70					
75					

Financement DANIDA

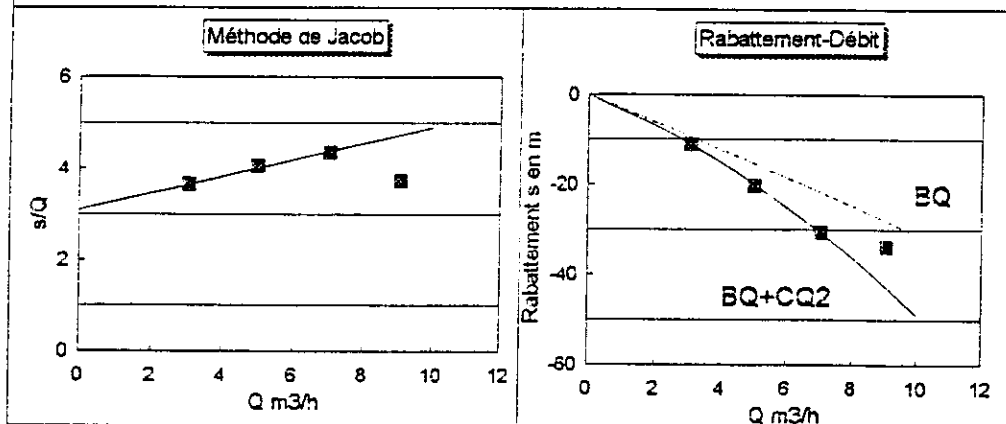
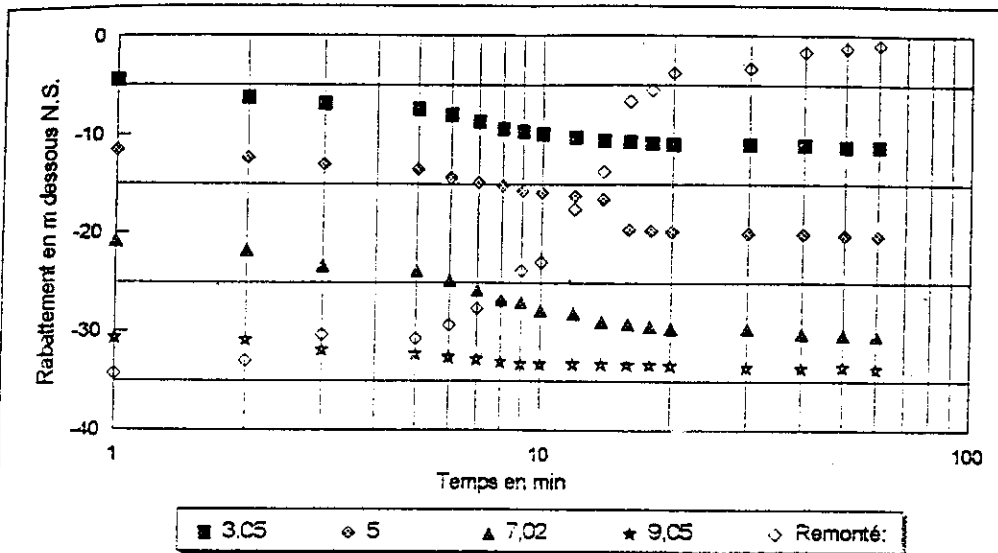
Ingénieur Conseil: RH&HConsult

FICHE DE POMPAGE D'ESSAI

Ville: Réo, Sanguie  
Forage: RO9404  
Atelier: Chal  
Pompe: KSB

Paliers: 4  
Remonté: x  
Niveau Stat: 6,52

Date début: 22.05.94  
4 Heure: 11h  
Date fin: 22.05.94  
Heure: 0  
Repere: 0,5 m.



Constants de Jacob:

$B = 3,1$

$C = 0,18$

Calcul de Jacob:

Palier	Débit m³/h	s(mes) m	s(calc) m	Diff. en m
1	3,05	-11,15	-11,13	-0,02
2	5,00	-20,30	-20,00	-0,30
3	7,02	-30,47	-30,63	0,16
4	9,05	-33,78	-42,80	9,02

Débit critique: 5,0 m³/h

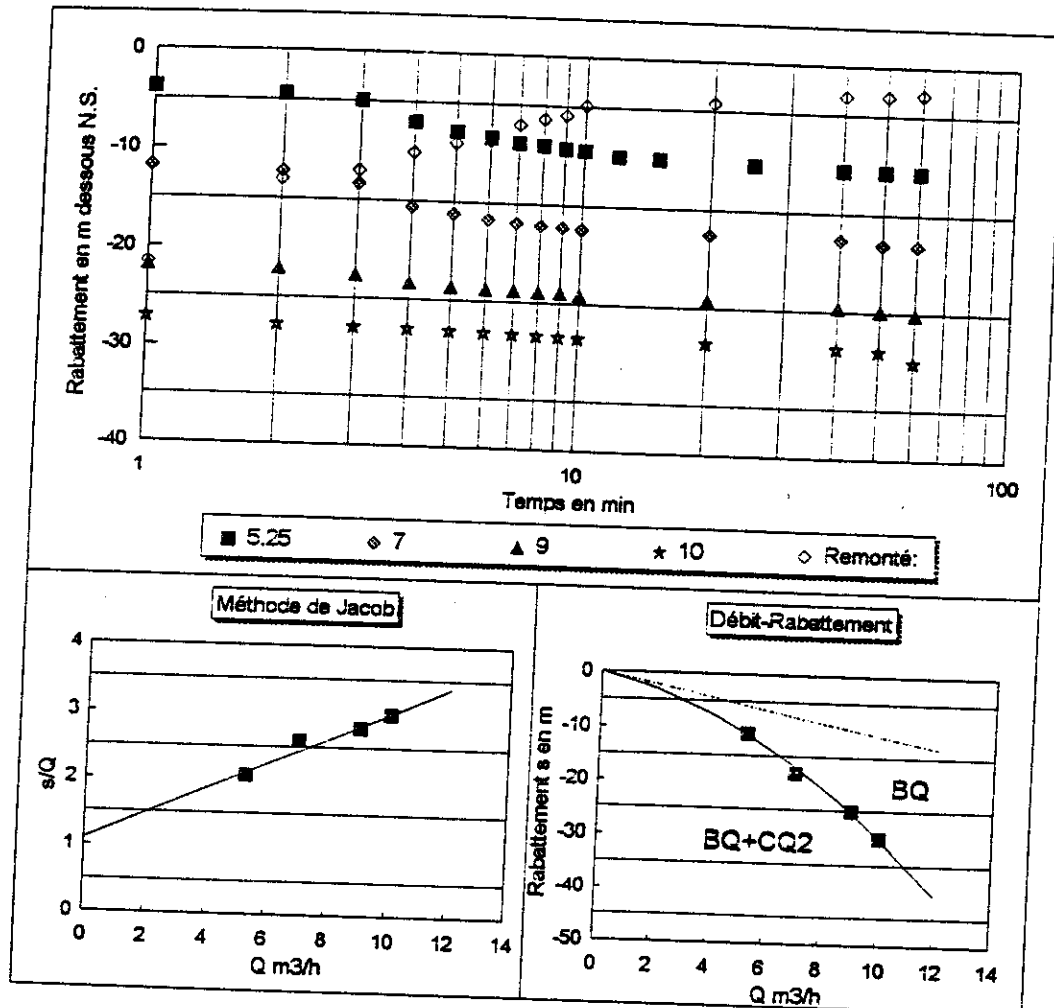
Rab. max: -35,18 m pour le sommet du crépine

FICHE DE POMPAGE D'ESSAI

Ville: Réo, Sanguie  
Forage: RO9402  
Atelier: Nombre Momini  
Pompe: KSB

Paliers: x  
Remonté: x  
Niveau Stat

Date début: 13.05.94  
4 Heure: 10h10  
Date fin: 13.05.94  
6,93 Heure: 0  
Repere: 0,5 m.



Constants de Jacob:  
Calcul de Jacob:

B = 0,25

C = 0,011

Palier	Débit m3/h	s(mes) m	s(calc) m	Diff. en m
1	6,09	-1,9	-1,93	0,03
2	8,06	-2,81	-2,73	-0,08
3	10,06	-3,64	-3,63	-0,01
4	12	-4,57	-4,58	0,01

Débit critique: 7,0 m3/h  
Rab. max: -45,07 m pour le sommet du crépine

## **ANNEXE 7**

## Fiche N° 3 ménage

	Oui	Non	Observations
Cohabitation hommes/animaux			
Existence d'enclos			
Latrines VIP - TCM - réhabilitée - fosse septique			
Latrines traditionnelles			
Défécation dans la nature			
Douchières			
Puisards (intérieur - extérieur à la parcelle)			
Présence matières fécales des enfants dans la cour et/ou autour de la concession			
Présence de savon (ou substitut) ailleurs qu'à la douche			
Lavage des mains dans le même récipient au moment des repas*			

\* Demander pourquoi TCM = Toilette à chasse manuelle

## Connaissance des maladies d'origine hydrique

## Fiche N° 4 ménage

Est-ce que l'eau peut donner des maladies?	Oui		Non			
	1	2	3	4	5	6
Si oui, quelle catégorie d'eau?						
Si oui, quelles maladies?						
Comment peut-on l'éviter?						
Comment la traitez-vous?						

53. Etes-vous satisfaits du type de gestion des BF?

Oui Pourquoi?

Non Pourquoi?

54. Au cas où une borne fontaine sera installée plus près de chez vous, irez-vous chercher l'eau vous-mêmes ou bien achèterez-vous l'eau au revendeur?

### Situation sanitaire

#### Fiche N°2 ménage

	Bon	Mauvais	Observations
Propreté générale et ordre			
Propreté dans la cuisine (C.I. et C.E.)			
Stockage de l'eau de boisson			
Propreté des latrines			
Fermeture du trou de la latrine			
Emplacement des latrines par rapport à la cuisine (distance 10 m)			
Emplacement des latrines par rapport à un puits (distance 15 - 20 m)			
Mode d'évacuation des eaux usées (1)			
Drainage des eaux de pluie (2)			
Mode d'élimination des ordures (3)			

(C.I. = Cuisine intérieure, C.E. = Cuisine extérieure) (1) = Présence d'un puisard fermé hermétiquement à l'intérieur de la parcelle

(2) = A l'intérieur et l'extérieur de la parcelle (3) = Présence d'un récipient à ordures et compostage



39. Est-ce que vous pouvez obtenir facilement l'argent de cette personne? Oui Non

40. Si non, comment faites-vous pour trouver l'argent pour acheter l'eau?

41. Existe-t-il une possibilité d'emprunt pour acheter l'eau? Oui Non  
Si oui, expliquez :

42. Combien pouvez-vous payer au maximum pour un branchement privé?

Dans le cas d'un ménage avec un BP

43. Combien avez-vous payé votre branchement?

44. Y-a-t-il des personnes extérieures au ménage qui viennent s'approvisionner à votre BP? Oui Non

45. Combien de personnes?

46. Combien de litres?

47. Avec quelle fréquence?

48. A combien vendez-vous le litre d'eau?

49. Qui reçoit l'argent?

50. Quelle est la relation entre vous et ces personnes?

Parents Amis Voisins Charité

Localisation et gestion des BF

51. Etes-vous satisfaits de l'emplacement des bornes fontaines?

Oui Pourquoi?

Non Pourquoi?

52. Etes-vous satisfaits du type de construction des BF?

Oui Pourquoi?

Non Pourquoi?

25. Comment faites-vous dans ce cas?
26. Pouvez-vous vous approvisionner en eau à n'importe quel point d'eau de la ville?  
Oui Non
27. Si non pourquoi?
28. Comment s'organise l'approvisionnement en eau à la BF?
29. Comment s'organise l'approvisionnement en eau aux puits?
30. Y-a-t-il des éleveurs qui viennent s'approvisionner en eau dans votre quartier?  
Oui Non
31. Si oui, quelles sont les relations éleveurs/non-éleveurs au moment du tirage de l'eau?
32. Achetez-vous de l'eau? Oui Non
33. Si oui, à qui achetez-vous l'eau?
34. Avec quelle régularité allez-vous chercher l'eau ?
35. Avec quelle fréquence payez-vous l'eau?
36. Combien dépensez-vous pour l'eau par semaine et pour combien de litres?
37. Quel serait le prix raisonnable pour un récipient d'eau acheté à la BF?  
(indiquez le nombre de litres du récipient)
38. Qui donne l'argent dans le ménage pour l'achat de l'eau?

21. Si non, quelle est la source d'approvisionnement ?

Sources d'approvisionnement	Oui	Non	Temps mis pour s'approvisionner		
			0 à 15 mn	16 à 30 mn	Supérieur à 30 mn
B.F.					
Pompe					
Puits traditionnel					
Puits moderne					
Eau de surface					
Revendeur					

### Approvisionnement en eau

#### Fiche N° 1 ménage

Source d'eau pour	Saison sèche	Saison des pluies	Quelle quantité/-quelle source
Boisson			
Cuisine			
Toilette			
Lessive			
Vaisselle			
Bétail			

B.F. = Borne fontaine

F. = Forage

P.M. = Puits moderne

E.P. = Eau de pluie

B.P. = Branchement privé

P.T. = Puits traditionnel

E.S. = Eau de surface

R. = Revendeur

22. Pourquoi ces préférences?

23. Avez-vous assez d'eau pendant la saison sèche?

Oui

Non

24. Pour quel usage ne suffit-elle pas?

Possibilités économiques du ménage

13. Combien y-a-t-il de personnes à la charge du chef de ménage?

14. Source de revenus de chaque membre du ménage

	Activité principale	Lien de parenté avec le chef de ménage
Hommes		
Femmes		
Enfants		

15. Variation saisonnière des revenus

	Oui	Non	Observations
Hommes			
Femmes			
Enfants			

16. Quelles solutions avez-vous lorsque vous avez des problèmes d'argent ?

17. Quelles sont les dépenses les plus élevées dans votre foyer pendant la saison sèche ?

18. Quel est le matériau principal de l'habitat?

Ciment/briques

Banco amélioré

Banco simple

Paille

Autre (préciser)

19. Etes-vous locataire?

Propriétaire?

Autre?

Structures hydrauliques

20. Avez-vous un branchement privé ? Oui

Non

