

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

GC. 0626

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR DE CONCEPTION

TITRE

ELABORATION D'UN PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE ET CONCEPTION D'UNE BASE DE DONNEES DES FORAGES EQUIPES EN MILIEU RURAL SENEGALAIS

DATE : MAI 1987

AUTEUR : AMADOU NDIAYE  
DIRECTEUR : ABDOULAYE SENE  
CO-DIRECTEUR : JEAN CLAUDE LANGEVIN  
Génie : civil

## REMERCIEMENTS

Bien des gens m'ont indirectement apporté leur aide dans la réalisation de ce projet. Mais je serais bien ingrat si, en les remerciant de leur concours, je ne dégageais pas du même coup leur responsabilité pour toute erreur de fait ou d'interprétation qui aurait pu se glisser dans les emprunts que je leur ai faits.

Je remercierai d'abord M<sup>r</sup> Abdoulaye SENE Directeur de l'Entretien et de la Maintenance, vacataire à l'École Polytechnique de Thiès et M<sup>r</sup> Jean Claude LANGEVIN professeur à l'École Polytechnique de Thiès, respectivement Directeur et CO-Directeur du projet, qui m'ont ménagé aucun effort pour le bon déroulement de ce projet.

Je citerai ensuite M<sup>r</sup> DIONE de la Direction de l'Entretien et de la Maintenance pour sa contribution

Je voudrais enfin adresser mes remerciements à mes chers collègues de l'École Polytechnique, de leur soutien moral dans une période difficile.

## SOMMAIRE

Le but de ce travail est d'élaborer un plan de maintenance préventive et de concevoir une base de données des forages équipés en milieu rural sénégalais. Il s'inscrit dans le cadre de la recherche de solution aux problèmes posés par la gestion des équipements en général et des équipements hydrauliques en particulier.

Le travail comporte deux grandes parties

- Une première partie consacrée à l'élaboration du plan de maintenance préventive des forages équipés. Cette partie se compose de deux chapitres, un premier chapitre qui traite de l'analyse des composants des systèmes de forages équipés, de leurs dégradations et des causes des dégradations et un deuxième chapitre où sont dégagées les mesures de surveillance et d'entretien à observer pour faire face aux dégradations du système de forages et à leurs causes.

- Une deuxième partie consacrée à la conception de la base de données des forages équipés qui est divisée elle aussi en deux chapitres. Dans le premier chapitre on traite de la modélisation conceptuelle des structures des différentes composantes du système des forages équipés. Dans le deuxième chapitre on expose la méthode d'implantation de la base de données à l'aide de DBASE III.

## TABLE DES MATIERES

	Pages
Page-titre	I
Remerciements	II
Sommaire	III
Introduction	1
 Premier parti	
 ELABORATION D'UN PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE	
 DES FORAGES EQUIPES	 2
 Introduction	 3
 chapitre 1: Analyse des composantes des unités hydro-	
liques : dégradations et causes	5
I L'ouvrage de captage	5
I-1 dégradations de l'ouvrage de captage	6
I-2 causes des dégradations de l'ouvrage de	
captage	6
II Le réseau de distribution	
II-1 Les réservoirs	7
II-1-1 Dégradations des réservoirs	7
II-1-2 Causes de la détérioration de l'étanchéité	
des réservoirs	8

TABLE DES MATIERES ( suite )

	Pages	
II-1.2-1	Pour les reservoirs metalliques	8
II-1.2.2	Pour les reservoirs en beton arme	8
II-2	Les tuyauteries	10
II-2-1	les defauts de fonctionnement	10
II-2.2	causes des defauts de fonctionnement	10
II-3	Les accessoires	10
II-3-1	Les vannes	10
II-3-2	Les compteurs	11
III	L'equipement d'exhaure	12
III-1	Les moteurs	12
III-2	Les pompes a colonne montants	12
III-3	les groupes electropompes	13
III-4	les groupes electrogenes	13
 Chapitre 2 : mesures de surveillance et d'entretien des forages equipes		 14
I	Pour le captage	14
II	Pour le reseau de distribution	16
II-1	les reservoirs	16
II-1.1	les reservoirs metalliques	16
II-1.2	les reservoirs en maçonnerie ou en beton	16

## TABLE DES MATIERES (suite)

	Pages
II-2 les tuyauteries	18
II-3 Les vannes	18
II-4 Les compteurs	19
III l'équipement d'exhaure	21
III-1 Le moteur Diesel	21
III-2 le moteur électrique	29
III-3 les pompes à colonne montante	31
CONCLUSION A LA PREMIERE PARTIE	32

### Deuxieme Partie

#### CONCEPTION DE LA BASE DE DONNEES DES

#### FORAGES EQUIPES 34

Introduction	35
chapitre 1: Généralités	37
I Aperçu d'une base de données	37
II Aperçu du modèle de données relationnel	38
chapitre 2 : modelisation conceptuelle	40
I Analyse des probleme informationnel	40
I-1 Inventaire des composantes du système	40

## TABLE DES MATIERES (suite)

	Pages
I-2 Description détaillée des composants du système informationnel	41
II Conceptualisation	51
II-1 Ecriture des composants sous forme de relations	51
II-2 Dépendances fonctionnelles entre les constituants	53
II-3 Ecriture des relations en forme normalisée	54
 Chapitre 3 : Implantation et manipulation de la base de données	 55
I Aperçu de DBASE III	55
I-1 Généralités	55
I-1-1 Données techniques	55
I-1-2 Les fichiers de DBASE III	57
I-1-3 Possibilités de DBASE III	58
I-2 Mise en œuvre de DBASE III	58
II Implantation de la base de données	59
III Les fonctions du SGBD mises à la disposition de l'utilisateur	60
IV Illustration de quelques fonctions	64
CONCLUSION A LA DEUXIEME PARTIE	65
CONCLUSION GENERALE	66
BIBLIOGRAPHIE	67

## INTRODUCTION

Les forages depuis leur avènement assurent l'alimentation en eau régulière des populations. Ils favorisent l'essor des activités économiques existantes. Ils constituent de nos jours un véritable facteur de développement économique et social.

Cela le Sénégal, dont une grande partie de ses ressources provient de l'agriculture et de l'élevage, l'a très tôt compris et a opté pour la création puis l'extension d'un parc hydraulique capable de satisfaire les besoins en eau de l'ensemble du pays en général et du milieu rural en particulier.

Avec un potentiel évalué à 300 forages en 1986 et un taux d'exécution d'environ 100 forages par an, il est aisé de constater l'ampleur des tâches de gestion et d'entretien auxquelles a et aura à faire face la Direction de l'Entretien et de la Maintenance du Ministère de l'Hydraulique pour la conservation du capital forages.

Le projet s'inscrit dans le cadre de la gestion et l'entretien des forages équipés. Il vise à mettre en place un programme d'entretien et un système informationnel adéquats, car de la qualité de ceux-ci dépendent la bonne gestion et le bon entretien des forages équipés.



Premiere partie

ELABORATION DU PLAN DE MAINTENANCE  
PREVENTIVE DES FORAGES EQUIPES

## INTRODUCTION

Devant la détérioration sans cesse croissante des ressources en eau superficielles, les eaux souterraines n'avaient été la seule source capable d'assurer de manière efficace la satisfaction des besoins en eau du Sénégal.

L'exploitation se faisant par la création de forages d'eau, on assiste à une multiplication de ces derniers pour faire face à la demande en eau croissante de la population.

Les forages représentent des investissements considérables qui ne se justifient en terme de productivité accrue et des coûts de production réduits que si on utilise pleinement leur potentiel. La plupart du temps ces forages sont soumis à des troubles de fonctionnement qui, s'ils ne sont pas rectifiés à temps, peuvent entraîner leur mise hors service.

Pour assurer leur viabilité et leur pérennité et pour qu'ils continuent à remplir leur rôle avec efficacité, ils doivent faire l'objet d'une maintenance continue. La solution existante est la mise en place d'un plan de maintenance permettant d'assurer le plus possible le fonctionnement continu des forages.

Cette partie du projet porte sur l'élaboration du plan de maintenance préventive des forages équipés.

La résolution du problème se fera en deux phases distinctes :

- une première phase où on procédera à une analyse des différentes composantes des unités hydrauliques, de leurs dégradations et des causes de celles-ci ;

- une deuxième phase où seront dégagées les mesures de surveillance et d'entretien à utiliser pour faire face aux dégradations et à leurs causes.

## chapitre 1

# ANALYSE DES COMPOSANTES DES UNITES HYDRAULIQUES : DEGRADATIONS ET CAUSES

Une analyse systemique montre que les principales composantes des unités hydrauliques sont :

- l'ouvrage de captage ;
- l'équipement d'exhaure ;
- le réseau de distribution.

Chacune de ces composantes est constituée d'un ensemble d'éléments

### 1) L'ouvrage de captage

L'ouvrage de captage constitue l'ouvrage d'exploitation proprement dit. Son emplacement fait de lui la partie la plus délicate d'une unité hydraulique.

L'ouvrage de captage comprend les tubes, la crepine et le gravier.

## I.1. dégradations de l'ouvrage de captage

Le fonctionnement de l'ouvrage de captage n'est pas toujours sans problèmes. L'ouvrage de captage est souvent soumis à un déperissement progressif qui peut le rendre à la longue inutilisable. Le déperissement se manifeste de deux façons :

- par la réduction de la capacité spécifique qui représente le débit horaire pompé par mètre de rabattement du niveau de la nappe dans le captage;
- par la venue de sable dans l'eau pompée

## I.2 Causes des dégradations de l'ouvrage de captage

La réduction de la capacité spécifique a pour cause la diminution de débit due au colmatage des voies d'eau de la crépine et de la formation aquifère. Le colmatage résulte des incrustations causées par les substances dissoutes ou en suspension dans l'eau qui se déposent, s'accrochent et s'accumulent sur les pores du terrain et de la paroi filtrante de la crépine.

La venue de sable quant à elle, est causée par une destruction en un ou plusieurs points du matériau de la crépine ou des tubages du captage.

## II. Le réseau de distribution

Le réseau de distribution comprend les réservoirs, les tuyauteries et les accessoires (vannes, compteurs, bornes fontaines, abreuvoirs

### II-1. Les réservoirs

Les réservoirs constituent un élément essentiel du fonctionnement des systèmes de distribution. Les raisons de leur utilisation sont :

- 1- la nécessité de faire face aux variations horaires de la consommation ;
- 2- l'opportunité de maintenir une pression suffisante dans le réseau ;
- 3- l'opportunité de pouvoir réparer les tuyauteries d'amonées sans interrompre la distribution ;
- 4- la nécessité de prévoir des dispositions pour lutter contre l'incendie

Les réservoirs sont, soit implantés au niveau du sol soit surélevés ; en béton armé ou métalliques

#### II-1.1 Dégradation des réservoirs

La principale dégradation des réservoirs est la détérioration de l'étanchéité. Une perte d'étanchéité d'un réservoir est lourde de conséquences pour la population : surconsommation d'énergie, diminution de la durée de vie des investissements, gêne des usagers, prélevement accru des ressources en eau, détérioration de l'environnement.

## II.1-2: Causes de la détérioration de l'étanchéité des réservoirs

### II.1-2-1 Pour les réservoirs métalliques

Le danger qui menace les réservoirs métalliques et qui peut compromettre leur étanchéité est la corrosion. Cette dernière dépend de la nature du métal et de la composition de l'eau

### II.1-2-2 Pour les réservoirs en béton armé

Les principaux défauts d'étanchéité des réservoirs en béton armé ou en maçonnerie sont :

- la fissuration ;
- la porosité de la structure ;
- la désagrégation de la structure ;
- le décollement d'enduit ou revêtement divers ;
- l'ouverture des joints de construction ;
- l'écaillage et l'éclatement du béton.

Chacun de ces défauts peut être la manifestation de plusieurs causes, qu'il est bon de connaître afin d'établir le meilleur diagnostic et de déterminer le meilleur remède. Le tableau suivant résume les défauts d'étanchéité des réservoirs, les symptômes directs et les principales causes.

Généralement, une cause unique a rarement des conséquences graves pour l'étanchéité du réservoir et seule une combinaison de

défauts d'étanchéité des réservoirs - symptômes  
directs - causes principales

CAUSES PRINCIPALES		Principaux symptômes directs					
		Fissuration	Épaufrure	Désagrégation	Décollement d'enduit	Porosité	Ouverture de joints
Opérations de construction		X			X	X	X
Retrait au séchage		X				X	
Contraintes	température extérieure	X			X		X
Thermiques	température intérieure	X	X				
Absorption d'eau		X		X	X		
Corrosion des barres	Chimique	X	X				
	Electrolytique	X	X				
Réaction chimique		X	X	X		X	
Altération atmosphérique			X	X	X		
Choc		X	X		X		
Mouvements de fondation		X	X		X		X
Détails mal conçus		X	X		X		X
Erreurs d'étude		X	X				X



plusieurs causes entraîne une dégradation notable.

## II-2 Les tuyauteries

### II-2-1 Les défauts de fonctionnement

Les tuyauteries sont utilisées pour véhiculer l'eau dans les différentes parties du réseau. Les problèmes auxquels elles sont souvent confrontées sont :

- les fuites d'eau
- les incrustations
- la corrosion (pour les tuyaux métalliques)

Ces défauts se manifestent dans le réseau par une diminution de débit dans les parties aval des points où ils se produisent.

### II-2-2 Causes des défauts de fonctionnement

Les fuites d'eau sont dues à des défaillances au niveau des joints de raccordement ou à une perforation des tuyaux. Quant aux incrustations et à la corrosion, elles sont surtout liées à la composition de l'eau.

## II-3 Les accessoires

### II-3-1 Les vannes

Il existe plusieurs types de vannes, chacun d'eux utilisé à des fins bien définies :

- les vannes de garde sont utilisées pour régler le débit d'eau

- les vannes (ou soupape) de retenue permettent à l'eau de couler dans un seul sens;
- les vannes d'évent assurent la réduction de la pression dans les conduites à une valeur déterminée;
- les vannes de purge permettent de chasser les dépôts solides; elles sont placées en bout de conduite.

Ces vannes sont confrontées pendant leur fonctionnement à un certain nombre de problèmes. Parmi ces problèmes on peut noter:

- les fuites d'eau
- les incrustations
- les dépôts de matériau solide
- la corrosion et l'usure de certains éléments.

Les fuites proviennent d'un mauvais bourrage ou de la destruction de certaines parties de la vanne. Les autres défauts quant à eux restent intimement liés à la composition de l'eau.

### II-3.2 Les compteurs

Les compteurs sont utilisés dans les réseaux pour mesurer le volume d'eau s'écoulant à travers une conduite ou à contrôler le débit d'une partie donnée du réseau. Ce sont les pièces mécaniques les plus délicates dans les réseaux. Ils sont très sensibles à la nature de l'écoulement de l'eau dans les conduites mais aussi à la composition de

l'eau. Les principaux problèmes rencontrés avec les compteurs sont =

- la corrosion de la partie immergée du mécanisme de mesure ;
- l'encrassement de cette même partie ;
- les dépôts de particules solides

Ils sont tous liés à la composition physico-chimique de l'eau.

### III L'équipement d'exhaure

L'équipement d'exhaure comprend les moteurs (Diesel et électriques), les groupes électrogènes, les pompes à colonne montante, les groupes électropompes et les pompes à balancier.

#### III-1 Les moteurs

Les moteurs constituent les moyens d'entraînement des pompes. Ils sont composés des moteurs Diesel et électriques.

Les difficultés rencontrées avec les moteurs, aussi bien Diesel qu'électriques, sont des problèmes de mécanique, d'alimentation, de lubrification et de réglage.

#### III-2 Les pompes à colonne montante

Elles sont commandées, au moyen d'un long arbre de transmission, par un moteur (Diesel ou électrique) installé à la surface

Si elles sont bien installées, les pompes à colonne montante ne rencontrent pratiquement pas de problèmes. Mais elles peuvent connaître des pertes de rendement qui sont souvent dues aux troubles des moteurs ou au colmatage des crepines.

### III-3 Les groupes electropompes

Les electropompes sont constituées d'une pompe directement accouplé à un moteur électrique triphasé, de construction compacte, adapté au travail de l'eau. Le problème auquel ils sont quelquefois confronté est, comme pour les pompes à colonne montante, la perte de rendement; les causes sont identiques aussi.

### III-4 Les groupes electrogènes

Un groupe 'electrogène se compose d'un alternateur entraîné par un moteur Diesel. Seul le moteur Diesel connaît souvent des troubles importants; le problème majeur de l'alternateur étant l'usure des balais.

## MESURES DE SURVEILLANCE ET D'ENTRETIEN DES FORAGES EQUIPES

Après avoir élucidé les défauts de fonctionnement des systèmes de forage, il s'agit maintenant de dégager les opérations de maintenance préventive à mener pour faire face à ces défauts et assurer un fonctionnement continu et durable des systèmes.

Ces opérations de maintenance préventive reposent sur des mesures de surveillance et d'entretien périodiques suivies et régulières appliquées à chacune des composantes des systèmes.

### I. Pour le captage

Des examens périodiques et systématiques des normes de pompage - capacité spécifique, consommation d'énergie - et des analyses périodiques physiques et chimiques de l'eau doivent être régulièrement effectuées pour permettre de s'informer de l'état de santé du matériel souterrain et de la nature et l'étendue du mal qui le guette. Ils seront réalisés conformément à la cédule suivante:

### Cedule des inspections du captage

Operations	Frequence des inspections
. Analyse physique de l'eau	3 mois
. Analyse chimique de l'eau	3 mois
. Examen des normes de pompage	3 mois

Après chaque inspection on procédera aux opérations suivantes :

- 1°) Evaluer l'importance des perturbations
- 2°) Décider de la nécessité d'une intervention (réparation ou remplacement des éléments)
- 3°) choisir un procédé de réparation ou remplacer

#### Prélevement, transport et conservation des échantillons destinés aux examens physiques et chimiques

Les échantillons destinés à l'analyse physique ou chimique doivent être préparés avec le maximum de soin. Ils seront recueillis dans des flacons chimiquement propre. Ils devront être analysés aussitôt que possible après le prélèvement ; en aucun cas, le délai ne devra dépasser 72 heures.

Les éléments à analyser sont :

- pour l'examen physique: la température, la résistivité électrique, le pH, (la couleur, l'odeur et la saveur sont facultatives)
- pour l'examen chimique: oxygène cédé par  $KMnO_4$ , dureté totale, titre alcalimétrique complet, silice,  $CO_2$  libre, Hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ), oxygène dissous, chlore libre ( $Cl_2$ ), résidu sec, essai au marbre (agressivité)

## II - Pour le réseau de distribution

### II.1 Les réservoirs

#### II.1.1 Les réservoirs métalliques

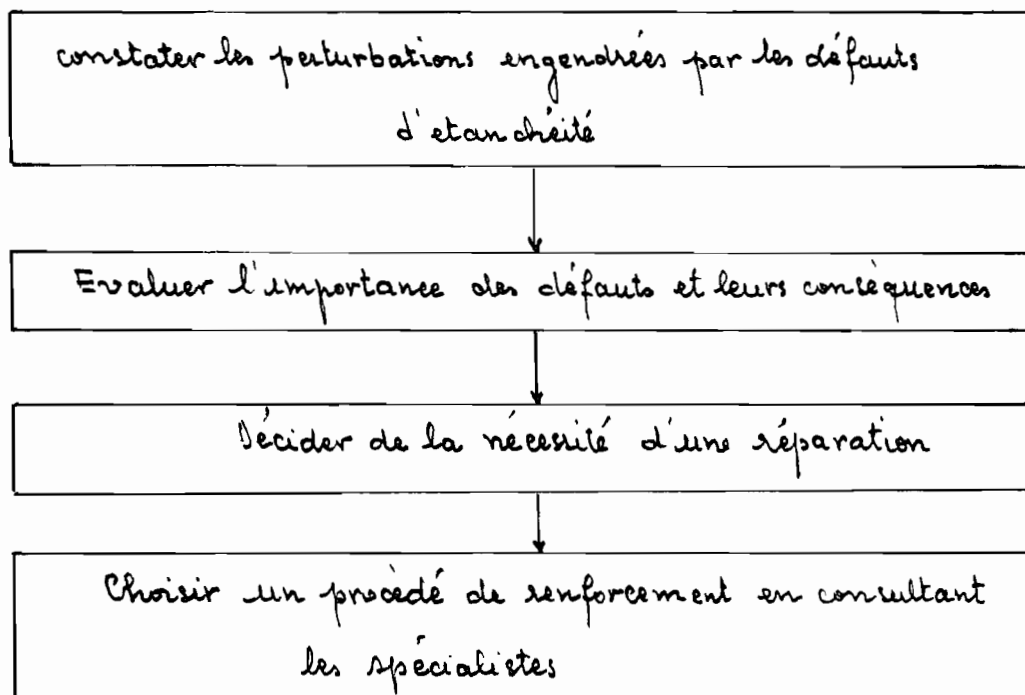
Les réservoirs métalliques doivent être repeints fréquemment pour éviter les ravages de la corrosion. Les instructions des fabricants concernant les types de peintures et les méthodes d'application seront strictement observées.

#### II.1.2 Les réservoirs en maçonnerie ou en béton

Les réservoirs en maçonnerie ou en béton demandent peu de soins néanmoins une attention particulière leur doit être accordée afin qu'ils puissent remplir leur rôle avec efficacité. Des opérations de surveillance visant à détecter les effets dus au manque d'étanchéité doivent être effectuées de manière suivie et régulière. Ces effets sont principalement :

- . des taches d'humidité et venues d'eau sur les parois extérieures du réservoir
- . des mouvements de terrains (affaissement, ramollissement) au voisinage des réservoirs posés sur le sol ou enterrés

Le renforcement de l'étanchéité d'un réservoir sera envisagé lorsque les dommages causés à l'environnement ou les perturbations au niveau du fonctionnement du réseau de distribution ne seront plus acceptables. Les différentes phases de prise en compte du problème posé par le renforcement de l'étanchéité d'un réservoir sont schématisées comme suit =





Hormis ces opérations de renforcement, les réservoirs en maçonnerie ou en béton, tout comme les réservoirs métalliques doivent faire l'objet d'un nettoyage périodique. Le nettoyage se fera annuellement.

## II-2 Les tuyauteries

L'entretien des tuyauteries consiste à lutter contre les fuites d'eau, la corrosion et les incrustations. Comme nous l'avons vu dans l'analyse des dégradations, ces dangers se manifestent sous la forme de réduction de débit dans les parties avales aux points où ils se produisent. Des visites et des contrôles de débit seront effectués périodiquement pour l'ensemble des lignes du réseau. On procédera aussi à des ouvertures périodiques des lignes du réseau, ouvertures au cours desquelles l'intérieur des conduites sera observé.

## II-3 Les vannes

Les vannes seront inspectées tous les deux mois. Cette tâche incombera principalement aux opérateurs, qui s'en acquitteront selon un protocole d'inspection régulier, en s'aidant d'une liste pour s'assurer qu'aucune vanne n'a été oubliée. Au cours de l'inspection, la vérification des bourrages et la réparation des fuites seront effectuées.

Pour les fins d'inspection des vannes, on pourra suivre

la fiche d'inspection suivante :

Fiche d'inspection d'une vanne

Repérage de la vanne

Type de vanne .....

constructeur .....

Pression .....

N° d'identification .....

Matériau de construction...

Etat de la vanne en inspection

Propre .....

Sale .....

Présence de fuite .....

Pas de fuite

Réglage nécessaire .....

Réparation nécessaire .....

Remplacement .....

## II-4 Les compteurs

Les compteurs demandent beaucoup de soins dans leur utilisation. Un programme d'entretien doit être organisé sous peine de compromettre la valeur de l'opération de comptage tout entière.

Ainsi dans le cadre de la maintenance et l'entretien des compteurs on procédera à des inspections hebdomadaire conformément à la fiche d'inspection suivante :

### Fiche d'inspection d'un compteur

#### Repérage du compteur -

Constructeur -----

N° d'identification -----

Matériau de construction - ...

#### Etat du compteur en inspection

Propre -----

Présence de fuite -----

Sale -----

Bas de fuite -----

Réglage nécessaire -----

Réparation nécessaire -----

Remplacement -----

### III L'équipement d'exhaure

#### III-1 Le moteur Diesel

Une condition importante pour le fonctionnement d'un moteur Diesel est la combustion convenable du carburant (gasoil). L'injection du combustible et la combustion sont deux choses qui sont mises facilement en mauvais état; une attention constante leur doit être accordée. Il faut pour cela, procéder constamment à la mesure de la température à l'échappement. Mais la température de l'échappement à elle seule ne donne pas une information complète, car plusieurs troubles des moteurs peuvent affecter la température de la même manière.

Outre le contrôle de la combustion, un entretien préventif devra être effectué et ceci conformément à la cédule qui suit:

#### Cedule d'inspection d'un moteur Diesel

Operations	Frequence des operations
verifier le niveau huile carter moteur	tous les jours
verifier le niveau eau radiateur	tous les jours
nettoyer le filtre à air	tous les jours

(à suivre)

cedule d'inspections d'un moteur Diesel (suite)

Operations	Frequence des operations
. vidange huile moteur	toutes les 50 heures
. vérifier niveau liquide batterie	" " " "
. Graissage roulements pompe a eau	" " " "
. vérifier tensions courroies, etanchéité conduites eau et gasoil	" " " "
. resserrer la culasse	" " " "
. nettoyer filtre gasoil ; remplacer la cartouche	toutes les 200 heures
. purger eau et résidus réservoir a gasoil	" " " "
. nettoyer filtre huile , remplacer la cartouche , vérifier la pression	" " " "
. vérifier état des commandes et équipement électrique	" " " "
. régler les soupapes	toutes les 400 heures
. vérifier les injecteurs	" " " "

NB: Il s'agit ici d'heure de fonctionnement

ce que l'on constate est que même avec cet entretien préventif, certains troubles interviennent lors du fonctionnement du moteur Diesel.

de tableau qui suit présente les principaux troubles de fonctionnement des moteurs Diesel: les symptômes, les causes possibles et les remèdes

### Troubles de fonctionnement

symptôme	Causes possibles	Remèdes
	<p>Aéresoir vide</p> <p>Fuites sur canalisations et entrées d'air</p>	<p>Taquer. Remplir si nécessaire et purger toutes les canalisations</p> <p>Resserrer tous les raccords et vérifier les joints</p>
	<p>Fuites sur canalisations et entrées d'air</p> <p>Remps d'alimentation déficiente</p>	<p>Vérifier l'état des tuyaux flexibles et des tubes</p> <p>Si nécessaire, remplacer les tuyaux défectueux. Purger</p> <p>Vérifier la pompe, etanchéité, clapets, ou la remplacer</p> <p>Purger les canalisations</p>
LE MOTEUR PART DIFFICILEMENT (à suivre)	<p>Injecteurs défectueux</p> <p>Tuyaux d'injecteurs desamorcés</p>	<p>Contrôler la pulsivité sur l'appareil d'essai</p> <p>Vérifier les raccords sur pompe et tuyau injecteur</p>

Troubles de fonctionnement (suite)

Symptômes	Causes possibles	Remèdes
LE MOTEUR PART DIFFICILEMENT (suite)	<p>Tuyau d'injecteur rompu</p> <p>Avance déréglée</p> <p>Usure de la pompe d'injection</p>	<p>Remplacer le tuyau et purger</p> <p>Refaire le calage de la pompe</p> <p>Vérifier l'état des clapets de retenue sur pompe d'injection</p> <p>Envoyer en révision si nécessaire</p>
LE MOTEUR FUME (2 <sup>e</sup> suite)	<p>Injecteurs défectueux</p> <p>Avance insuffisante</p> <p>Débit exagéré de la pompe d'injection</p> <p>Fuite à air admise</p> <p>Excès d'avance</p>	<p>Rechercher le ou les injecteurs défectueux, les déboucher et nettoyer; procéder à leur remplacement si nécessaire</p> <p>Vérifier le calage de la pompe</p> <p>Dès que possible faire régler le débit de la pompe</p> <p>Nettoyer la cartouche ou remplacer suivant les instructions portées sur le filtre</p> <p>Vérifier le calage de la pompe</p>

(à suivre)

Troubles de fonctionnement (suite)

symptômes	Causes possibles	Remèdes
LE MOTEUR FUME (suite)	L'eau pénètre dans la chambre de combustion	Vérifier le serrage de la culasse; si l'incident persiste, vérifier l'état du joint de culasse
LE MOTEUR MANQUE DE PUISSANCE (à suivre)	<p>Piston de pompe coincé, ou ressort de rappel cassé</p> <p>Usure des pistons ou des clapets de la pompe d'injection</p> <p>Défect d'alimentation =</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. filtre à combustible colmaté</li> <li>. clapet de décharge sur filtre bloqué par une impureté</li> </ul>	<p>Révision de la pompe</p> <p>Révision de la pompe</p> <p>Remplacer la cartouche filtrante</p> <p>Démonter le clapet et nettoyer</p>



## Troubles de fonctionnement (suite)

Symptômes	Causes possibles	Remèdes
LE MOTEUR MANQUE DE PUISSANCE (suite)	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Ressort du clapet de décharge cassé</li> <li>. Fuites sur canalisations et entrées d'air</li> <li>. Pompe d'alimentation défectueuse</li> <li>. Fuites aux raccords des tubes d'injecteurs</li> <li>. Tube d'injecteur cassé (fuite de gaz ou d'huile)</li> </ul>	<p>Remplacer le ressort</p> <p>Voir: le moteur ne part pas</p> <p>Voir: le moteur ne part pas</p> <p>Vérifier l'état des parties coniques et des rondelles de serrage. Resserer les raccords</p> <p>Remplacer le tube; avant montage du tube neuf, nettoyer au gazoil et souffler à l'air comprimé</p>
LE MOTEUR CALE	<p>Injecteurs mal réglés</p> <p>Pistons ou clapets de pompe d'injection usés</p> <p>Pompe dérèglée</p>	<p>Vérifier leur tarage sur l'appareil d'essai</p> <p>Révision de la pompe d'injection</p> <p>Révision de la pompe d'injection</p>

Troubles de fonctionnement (suite)

Symptômes	Causes possibles	Remèdes
LE MOTEUR COGNE	Injecteur coincé ou déréglé	Desserer successivement les raccords côté injecteur pendant la marche du moteur afin d'isoler l'injecteur défectueux pour examen et réglage sur appareil d'essai
	Excès d'avance	Vérifier le calage de la pompe
LE MOTEUR CONSOMME TROP DE GASOIL (à l'arrêt)	Fuites sur canalisations	Vérifier le serrage des raccords de canalisation, en particulier ceux intéressant les canalisations de retour au réservoir; ces fuites n'ayant pas d'incidence sur le fonctionnement du moteur peuvent passer inaperçues.  Vérifier les flexibles de raccordement
	Fuites sur filtre à gasoil	Vérifier le joint entre cuve et chapeau de filtre.  Le remplacer si détérioré  Rebloquer l'écrou de serrage du chapeau

(à suivre)

Troubles de fonctionnement (suite)

symptômes	Causes possibles	Remèdes
LE MOTEUR CONSOMME TROP DE GAZOIL	Fuites aux tubulures de sortie sur pompe	Rabloquer les tubulures aux couples de serrage données

## III-2 Le moteur électrique (tête électrique)

### Programme d'entretien préventif du moteur électrique

- 1- vérifier au moins une fois par an, l'état de l'isolant
- 2- vérifier dans les mêmes conditions qu'en ① la résistance d'isolement
- 3- vérifier au moins une fois par an la rigidité diélectrique
- 4- moteur au ralenti, mensuellement ou journalièrement:
  - . vérifier les vibrations qui peuvent apparaître à faible vitesse et qui sont sensibles soit sur la carcasse, soit aux roulements et paliers, soit sur les balais;
  - . noter s'il se produit des battements aux joints élastiques de l'accouplement
  - . au moyen d'un repère tracé sur l'arbre de la machine, vérifier que le rotor s'arrête toujours en position indifférente.
- 5- vérifier le serrage des connexions, s'assurer que les fils ne sont pas dénudés
- 6- vérifier que les balais coulissent dans leur porte-balai: soulever légèrement le balai (3 à 4 mm) et laisser retomber, on doit entendre un bruit sec:
  - . vérifier que les balais ne sont pas usés, les nettoyer avec un chiffon propre imbibé d'essence ou d'alcool
  - . utiliser les balais jusqu'à  $\frac{2}{3}$  de leur hauteur initiale seulement

## programme d'entretien préventif du moteur électrique (suite)

- 7 - vérifier l'état du collecteur, la surface doit être polie, une teinte brun-noir unie est normale. Elle indique une bonne commutation :
  - . s'il y a des traces d'amorçage ou d'arrachement du métal, utiliser une brosse de soie la verre pour la remise en état
  - . contrôler le fond-rond du collecteur avec un comparateur dont la touche s'appuie sur la tête d'un balai placé successivement dans les ports-balais d'une même ligne.
  
- 8 - Souffler efficacement à l'air comprimé le rotor et le stator côté ventilateur et côté collecteur (s'il y en a)
  
- 9 - Contrôler les niveaux d'huile des paliers :
  - . observer la périodicité de graissage des roulements selon les instructions des constructeurs
  
- 10 - Protections et commandes :
  - . maintenir le centre de contrôle propre et sec
  - . maintenir les contacts des contacteurs secs et propres et leur surface bien polie :
    - remplacer les contacts usés au  $\frac{2}{3}$  au maximum
    - bien serrer les contacts et les connexions

### II-3 Les pompes à colonne montante

Les mesures de surveillance et d'entretien des pompes à colonne montante seront centrées autour de l'analyse et du contrôle des pertes de rendement : identification des causes possibles et remèdes. Pour les causes provenant des moteurs voir les parties consacrées aux moteurs. Il faut toujours vérifier le fonctionnement correct des éléments de contrôle. Outre ces mesures de surveillance sur les moteurs et les éléments de contrôle on procédera à l'analyse de la perte de rendement de la pompe conformément au tableau suivant :

Cause possible	Comment vérifier la cause	Remèdes
• crépine colmaté	Vérifier la vitesse de la pompe	Retirer la pompe et nettoyer ou remplacer la crépine
• l'arbre de la pompe est courbé	Vérifier la vitesse de la pompe au ralenti. Écouter les bruits anormaux avec un instrument de mesure de bruit	Sortir la pompe et corriger le défaut

(à suivre)

## CONCLUSION A LA PREMIERE PARTIE

L'ensemble des présentes notes ne constitue nullement un manuel complet d'entretien. En fait, elles ne font qu'effleurer certains aspects de la question qui mériterait qu'on lui consacre plus de temps. Toutefois, à condition que le personnel chargé de l'exécution des tâches d'entretien soit avide de bien faire, qu'il soit soumis à une surveillance efficace, et qu'il ait conscience de la nécessité de veiller au bon fonctionnement des installations, l'expérience comblera rapidement de nombreuses lacunes.

Pour assurer le contrôle de l'exécution des opérations d'entretien et pour faciliter le travail au personnel qui s'en acquitte il est nécessaire :

- d'établir des cartes et des plans de tous les réseaux. La carte sera dressée à une grande échelle ; elle indiquera toutes les rues par leur nom, les conduites avec leurs dimensions et leur emplacement, les vannes, les réservoirs et les châteaux d'eau, ainsi que tous les autres détails utiles
- de constituer, dans chacune des stations de pompage, une réserve de pièces de rechange. Ceci permettra non seulement de répartir les frais d'achats sur les quelques premières années, où peu

de réparations seront nécessaires, mais aussi la réparation sans delai des avaries. De cette façon, l'inspecteur qui fait sa visite d'entretien régulier peut effectuer les petites réparations avec les pièces de rechange qu'il trouve sur place. La réserve sera constituée :

- 1- pour les moteurs diesel : jeux d'injecteurs, joints, produit spécial d'étanchéité, bagues, cartouches filtrantes, tube d'alimentation, chaîne de distribution
- 2- pour les têtes électriques : jeux de fusibles, balais, charronton
- 3- pour les pompes : rondelles, cuirs ou caoutchoucs de soupapes, embouts graisseurs.



Deuxieme partie

CONCEPTION DE LA BASE DE DONNEES DES  
FORAGES EQUIPES

## INTRODUCTION

La Direction de l'Entretien et de la Maintenance du Ministère de l'Hydraulique doit, dans la réalisation de sa mission, conserver la trace d'un volume élevé d'informations. Avec les méthodes qu'elle utilise, différentes parties de ces informations sont conservées par différentes sections ou différents individus, chacun ayant la charge des données qu'il utilise le plus souvent.

Pour obtenir une information, il faut d'abord déterminer où elle est stockée, puis s'adresser à la section ou à la personne concernée. La recherche d'une information peut ainsi faire intervenir un nombre important de sections ou de personnes.

D'autre part, les informations utilisées par plusieurs sections peuvent être conservées en plusieurs endroits, ce qui entraîne une redondance de stockage et un gaspillage au niveau des fichiers et des coûts supplémentaires souvent élevés.

En outre, s'il y a redondance des données, toute modification doit être faite plusieurs fois, afin de maintenir la cohérence entre les différents fichiers.

Accéder à l'information est simple s'il suffit pour cela d'ouvrir un tiroir de bureau ; cependant, les données stockées dans

une application informatique sont disponibles chaque fois que cette application est utilisée.

Pour ces raisons, une tendance s'est développée pour combiner toutes les informations importantes de la D. E. M. dans une base de données intégrée où, le stockage des données sera entièrement centralisé, il n'existera qu'un seul exemplaire pour chaque élément de données et où la mise à jour ne sera exécutée qu'une seule fois.

Cette deuxième partie du projet est consacrée à la conception de la base de données des forages équipés en milieu rural sénégalais gérés par la D. E. M. du Ministère de l'Hydraulique.

La méthode de conception utilisée repose sur le découpage du travail de conception en deux étapes successives :

- une étape conceptuelle : qui consiste à obtenir une représentation claire, explicite, cohérente et non redondante du système des forages ;
- une étape d'implantation physique des données sur les supports de mémorisation.

Le travail de conception est centré autour du modèle relationnel qui envisage la base de données comme un ensemble de tableaux de dimensions deux.

## GENERALITES

### I Aperçu d'une base de données

Une base de données peut être définie comme la solution technique permettant de mémoriser des ensembles de collections de données intégrées, définies, utiles, fiables et cohérentes, organisées sur le support de mémorisation indépendamment de leurs utilisations

Elle est gérée par un système de gestion de base de données (SGBD) constitué par un ensemble de logiciels fournissant l'environnement pour décrire, mémoriser, manipuler et traiter des ensembles de données tout en assurant pour celles-ci la sécurité, la confidentialité et l'intégrité. Le système de gestion de base de données doit remplir les fonctions suivantes:

- l'intégration des données afin d'éviter l'incohérence d'éventuelles données dupliquées;
- des facilités pour le stockage, la modification, la réorganisation, l'analyse et la consultation des données avec moins de restrictions à l'utilisateur;
- des contrôles de sécurité afin d'empêcher l'accès illégal à certaines données;

- la séparation entre les moyens de stockage physique des données et la logique des applications
- des contrôles d'intégrité afin de prévenir une modification indue des données

## II Aperçu du modèle de données relationnel

Le modèle relationnel est un modèle de données dans lequel la structure de données correspond à des systèmes de relations. Les relations constituent des tableaux à deux dimensions à  $n$  colonnes et formés de  $m$  lignes appelées tuples; chaque ligne formant un tuple. Chaque colonne d'une relation est formée d'un ensemble de valeurs d'un attribut et est désignée sous le nom de domaine.

Les relations ont les caractéristiques suivantes:

- 1 - chaque rubrique de la relation est un attribut : il n'y a pas de groupes répétitifs. Toutes les relations sont normalisées
- 2 - chaque colonne ou domaine reçoit un nom distinct et se compose des différentes valeurs d'un seul attribut
- 3 - tous les tuples sont différents : aucune duplication n'est autorisée.
- 4 - les colonnes et les lignes peuvent être rangées dans n'importe quel ordre à n'importe quel moment sans affecter l'information contenue

Toutes ces caractéristiques sont réalisées par la no-

malisation des structures de données.

Les tuples sont identifiés à l'aide d'une clé qui peut être un domaine ou une combinaison de domaines.

### La normalisation des relations

C'est un processus qui consiste à remplacer une relation complexe, non normalisée, par une série de relations de plus en plus simples et de structure de plus en plus proche. Le choix des relations est lié au fait que les valeurs de certains attributs peuvent déterminer complètement les valeurs de certains autres. Cette dépendance entre attributs est formalisée par la propriété mathématique de dépendance fonctionnelle.

## Chapitre 2

# MODELISATION CONCEPTUELLE

Le système des forages équipés est constitué d'un très grand nombre d'unités hydrauliques ayant des compositions variées et présentant des caractéristiques différentes. La saisie de tous les renseignements relatifs au système nécessite un travail préliminaire de modélisation. Ce travail de modélisation consiste à se faire une représentation claire, explicite, cohérente et non condensée du système de forages. Il s'articule autour de deux phases:

- 1- l'analyse : perception, identification et énumération des faits à prendre en compte dans le système informationnel des forages équipés;
- 2- la conceptualisation : où on cherche à obtenir une représentation normative du système, ayant les propriétés de cohérence, de complétude et de non redondance.

### I Analyse du problème informationnel

#### I-1 Inventaire des composants du système

C'est une analyse macroscopique du système des forages effectuée pour l'identification de toutes les composantes du système

informationnel. Les principales composantes sont les suivantes:

- 1- la localité qui abrite le forage
- 2- l'ouvrage de captage
- 3- les équipements d'exhaure composés des éléments moteurs et des pompes. Les éléments moteurs sont constitués des câbles électriques, des moteurs diesel et des groupes électrogènes. Les pompes quant à elles, se présentent en trois types: - les pompes à colonne montante; les pompes à balancier; et les groupes électropompes.
- 4- les ouvrages de stockage et de distribution constitués des châteaux d'eau, des réservoirs au sol et des bassins.
- 5- les éléments de distribution composés des bornes fontaine, des abreuvoirs et des potences.
- 6- les canalisations
- 7- les accessoires des réseaux de distribution constitués des vannes et des compteurs
- 8- les cabines de pompage
- 9- les propriétés physico-chimiques de l'eau.

## I-2 Description détaillée des composantes du système informationnel

Elle consiste à donner, pour chaque composante, la liste des principaux constituants. Pour chacun des constituants, on fournira sa description symbolique et sa définition.



## 1. localité:

- NIRH: numéro d'inventaire des ressources hydrauliques  
NCODE: numéro de code du village qui abrite le forage  
NOMLOC: nom de la localité  
REG = région à laquelle appartient le village  
DEPT = département auquel appartient le village  
ARRDT = arrondissement auquel appartient le village  
CR : communauté rurale à laquelle appartient le village.

## 2. captage

- NIRH: id  
TYPECAPT = type de captage: forage ou forage-puits  
ANREALCAPT: année de réalisation du forage  
REFPROJET = référence du projet  
ENTRCAPT = entreprise réalisatrice du captage  
DTSERVICE = date de mise en service  
AQUIFERE = nappe aquifère captée  
PROFTOT = profondeur totale du captage  
NIVSTAT = niveau statique de la nappe  
LONGCHPPE = longueur de la chambre de pompage  
DIAMCHPPE = diamètre de la chambre de pompage  
TYPECREP = type de crépine  
NATCREP = nature de la crépine  
DIAMCREP = diamètre de la crépine

## 2. captage (suite)

ZSUPCREP: profondeur du bout supérieur de la crépine

ZINFCREP: profondeur du bout inférieur de la crépine

QCAPT = débit capté

RABATT = rabattement initial de la nappe.

## 3. tête électrique

NIRH: id

DTINSTE: date d'installation de la tête électrique

MARQE: marque de la tête électrique

TYPEE: type de la tête électrique

NSERIEE: numéro de série de la tête électrique

PNOME: puissance nominale de la tête électrique

VITNOME: vitesse nominale de la tête électrique

PEFFE: puissance effective de la tête électrique

VITEFFE: vitesse effective de la tête électrique

RENDE: rendement de la tête électrique

TENSIONE: tension de la tête électrique

BRANCH: type de branchement

## 4. moteur Diesel

NIRH: id

DTINSTD: date d'installation du moteur Diesel

MAROD: marque du moteur Diesel

#### 4. moteur Diesel (suite)

TYPE D = type de moteur Diesel

NSERIE D = numéro de série du moteur Diesel

PNOM D = puissance nominale du moteur Diesel

VITNOM D = vitesse nominale du moteur Diesel

PEFF D = puissance effective du moteur Diesel

VITEFF D = vitesse effective du moteur Diesel

REND D = rendement du moteur Diesel

CARTER D = capacité Carter du moteur Diesel

PERVIDAN D = périodicité de vidange du carter

POIDS D = poids du moteur Diesel

LONG D = longueur du gabarit du moteur Diesel

LARG D = largeur du gabarit du moteur Diesel

HAUT D = hauteur du gabarit du moteur Diesel

#### 5. alternateur

NIRH : id

DTINSTA = date d'installation de l'alternateur

MARQA = marque de l'alternateur

TYPEA = type de l'alternateur

NSERIEA = numéro de série de l'alternateur

PAPPA = puissance apparente de l'alternateur

FACTPA = facteur de puissance de l'alternateur

TENSIONA = tension de l'alternateur

## 5. alternateur (uit)

INTENSITE: intensité du courant fourni par l'alternateur

## 6. pompe à colonne montante

NIRH: id

DTINSTCM: date d'installation de la pompe à colonne montante

MARQCM: marque de la pompe à colonne montante

NSERIECM: numéro de série de la pompe à colonne montante

PCM: puissance de la pompe à colonne montante

VITCM: vitesse de la pompe à colonne montante

RENDCM: rendement de la pompe à colonne montante

NBRETAGECM: nombre d'étages de la pompe à colonne montante

QCM: débit de la pompe à colonne montante

HMTCM: hauteur manométrique totale de la pompe

DIAMCM: diamètre de la pompe à colonne montante

TYPELUB: type de lubrification: à eau ou à huile

DIAMARBRE: diamètre de l'arbre de transmission

DIAMCARTER: diamètre du tube carter

LONGCP: longueur corps de pompe

DIAMREFLCM: diamètre de la colonne de refoulement

LONGREFLCM: longueur unitaire de la colonne de refoulement

PROFCALCM: profondeur de calage de la pompe

DIAMASP: diamètre du tube d'aspiration

LONGASP: longueur du tube d'aspiration

## 7. pompe à balancier

NIRH: id

DTINSTB = date d'installation de la pompe à balancier

MARQB = marque de la pompe

NSERIEB = numéro de série de la pompe

PB = puissance de la pompe

VITB = vitesse de la pompe

REND B = rendement de la pompe

QB = débit de la pompe

DIAMPISTON = diamètre du piston

LONGCOU = longueur de course

DIAMARBRE = diamètre de l'arbre

## 8. electropompe

NIRH: id

DTINSTEP = date d'installation de l'electropompe

MARQEP = marque de l'electropompe

TYPEEP = type de l'electropompe

NSERIEEP = numéro de série de l'electropompe

PNOME P = puissance nominale du moteur

VITNOME P = vitesse nominale du moteur

PEFFEP = puissance effective du moteur

VITEFFEP = vitesse effective du moteur

LONGEP = longueur de l'electropompe

## 8. electropompe (suite)

RENDEP = rendement de l'electropompe

NBRETAGEEP = nombre d'etages de l'electropompe

QEP = debit de l'electropompe

HMTEP = hauteur manometrique totale de l'electropompe

DIAMEXTEP = diametre exterieur de l'electropompe

## 9. chateau d'eau

NIRH: id

CAPACHAT: capacite du chateau d'eau

HAUTCHAT = hauteur du chateau d'eau

TYPECHAT = type de chateau d'eau : en beton ou metallique

ANREALCHAT: annee de realisation du chateau d'eau

ENTRCHAT = entreprise realisatrice du chateau d'eau

## 10 - Reservoir au sol

NIRH: id

CAPARES = capacite du reservoir au sol

NBRRES = nombre de reservoirs au sol

TYPERES = type de reservoirs au sol

ENTRRES = entreprise realisatrice des reservoirs

ANREALRES: annees de realisation des reservoirs.

#### 11. basin

NIRH: id

CAPABAS: capacité du bassin

TYPEBAS: type de bassin

NBRBAS: nombre de bassins

ENTRABAS: entreprise réalisatrice des bassins

#### 12. Bornes fontaines

NIRH: id

NBRBF1R = nombre de bornes fontaine à 1 R

NBRBF2R = nombre de bornes fontaine à 2 R

NBRBF3R = nombre de bornes fontaine à 3 R

NBRBF4R = nombre de bornes fontaine à 4 R

#### 13. potences

NIRH: id

NBRPOTBAS = nombre de potences basses

NBRPOTHAUT = nombre de potences hautes

#### 14. Abreuvoirs

NIRH: id

NBRABREUV: nombre d'abreuvoirs

## 15- Canalisations

NIRH: id

DIAMC1 = diamètre de la plus petite canalisation

LONGC1 = longueur de la plus petite canalisation

DIAMC2 = diamètre de la deuxième plus petite canalisation ( $D_{C2} > D_{C1}$ )

LONGC2 = longueur de la deuxième plus petite canalisation

DIAMC3 = diamètre de la troisième plus petite canalisation

LONGC3 = longueur de la troisième plus petite canalisation

DIAMC4 = diamètre de la quatrième plus petite canalisation

LONGC4 = longueur de la quatrième plus petite canalisation

DIAMC5 = diamètre de la cinquième plus petite canalisation

LONGC5 = longueur de la cinquième plus petite canalisation

## 16- vannes

NIRH: id

NBRVENTOUS = nombre de ventouses

NBRDECHARG = nombre de décharges

NBRPURGEUR = nombre de purgeurs

NBRSECT = nombre de vannes de sectionnement

NBRCLAPET = nombre de clapets anti-retour

## 17- cabine

NIRH: id

TYPECAB: type de cabine



17- cabine (suite)

TOITAMOY = toit amovible

LONGCAB = longueur cabine

LARGCAB = largeur cabine

HAUTCAB = hauteur cabine

18 - compteur

NIRH: id

NBRCOMPT = nombre de compteurs

19- propriétés physiques de l'eau

NIRH: id

TURBIDITE: turbidité de l'eau

RESISTELEC: résistivité électrique

PH = potentiel d'hydrogène

COULEUR = couleur de l'eau

ODEUR = odeur de l'eau

SAVEUR = saveur de l'eau

TEMPER = température de l'eau

DTEXAMEN = date de l'examen

20- propriétés chimiques de l'eau

NIRH: id

DURTOTALE = dureté totale de l'eau

## 20- propriétés chimiques de l'eau (suite)

TAC = taux alcalimétrique complet

SILICE = quantité de silice dans l'eau

ANHYCARBO = anhydride carbonique

HYDROSULFU = hydrogène sulfuré

O<sub>2</sub>DISSOUS = oxygène dissous

CHLORLIBRE = chlore libre

RESIDUSEC = résidu sec

O<sub>2</sub>KMnO = oxygène libéré par KMnO

AGRESSIVIT = agressivité de l'eau

DTEXAMEN = date de l'examen

## II. Conceptualisation

### II-1 Écriture des composantes sous forme de relations

La représentation du problème informationnel par des relations découle de l'inventaire des composantes tel qu'il a pu être fait dans la première phase. Dans l'écriture des relations le choix des constituants identifiants n'est pas encore fait. Ainsi on obtient :

1. localité (NIRH, NCODE, NOMLOC, REG, DEPT, ARRD, CR)

2. captage (NIRH, TYPECAPT, ANREALCAPT, REFPROJET, ENTRCAPT, DTSERVICE,

AQUIFERE, PROFOT, NIVSTAT, LONGCHPPE, DIAMCHPPE,

TYPECREP, NATCREP, DIAMCREP, ZSUPCREP, ZINFCREP, QCAPT, RABATT)

- 3- tête électrique ( NIRH, DTINSTE, MARQE, TYPEE, NSERIE, PNUME, VITNOME, PEFFE, VITEFFE, RENDE, TENSIONE, BRANCH )
- 4- moteur Diesel ( NIRH, DTINSTD, MARQD, TYPED, NSERIED, PNUMD, VITNOMD, PEFFD, VITEFFD, RENDD, CARTERD, PERVIDAND, POIBSD, LONGD, LARGD, HAUTD )
- 5- alternateur ( NIRH, DTINSTA, MARQA, TYPEA, NSERIEA, PAPP, FACTPA, TENSIONA, INTENSITE )
- 6- pompe à colonne montante ( NIRH, DTINSTCM, MARQCM, TYPECM, NSERIECM, PCM, VITCM, RENDCM, NBRETAGECM, QCM, HMTCM, DIAMCM, TYPELUB, DIAMARBRE, DIAMCARTER, LONGCP, DIAMREFLCM, LONGREFLCM, PROFALCM, DIAMASP, LONGASP )
- 7- pompe à balancier ( NIRH, DTINSTE, MARQB, NSERIEB, PB, VITB, RENDB, QB, DIAMPISTON, LONGCOU, DIAMARBRE )
- 8- électropompe ( NIRH, DTINSTEP, MARQEP, TYPEEP, NSERIEEP, PNUMEP, VITNOME, PEFFEP, VITEFFEP, LONGEP, RENDEP, NBRETAGEEP, QEP, HMTEP, DIAMEXEP )
- 9- château d'eau ( NIRH, CAPCHAT, HAUTCHAT, TYPECHAT, ANREALCHAT, ENTRCHAT )
- 10- réservoir au sol ( NIRH, CAPARES, NBRRES, TYPERES, ENTRRES, ANREALRES )
- 11- bassin ( NIRH, CAPABAS, TYPEBAS, NBRBAS, ENTRBAS )
- 12- bornes fontaine ( NIRH, NBRBF1R, NBRBF2R, NBRBF3R, NBRBF4R )
- 13- potences ( NIRH, NBRPOTBAS, NBRPOTHAUT )
- 14- abreuvoirs ( NIRH, NBRABREUV )

15. canalisations ( NIRH, DIAMC1, LONGC1, DIAMC2, LONGC2, DIAMC3, LONGC3, DIAMCA, LONGCA, DIAMCS, LONGCS )
16. Vannes ( NIRH, NBRVENTOUS, NBRDECHARG, NBRPURGEUR, NBRSECT, NBRCLAPET )
17. cabine ( NIRH, TYPECAB, TOITAMOV, LONGCAB, LARGCAB, HAUTCAB )
18. compteur ( NIRH, NBRCOMPT )
19. propriétés physiques de l'eau ( NIRH, TURBIDITE, RESISTELEC, PH, COULEUR, ODEUR, SAVEUR, TEMPER, DTEXAMEN )
20. propriétés chimiques de l'eau ( NIRH, DURTOTALE, TAC, SILICE, ANHYCARBO, HYDROSULFU, O2DISSOUS, CHLORLIBRE, RESIDUSEC, O2KMnO, AGRESSIVIT, DTEXAMEN )

## II-2 Dépendances fonctionnelles entre les constituants

Les constituants des relations représentent les éléments caractéristiques des composantes. L'étude des dépendances fonctionnelles entre les constituants consiste à voir comment le changement d'un quelconque d'entre eux influe sur les autres. Pour le cas présent, dans toutes les relations, la connaissance du NIRH permet de connaître les valeurs des autres constituants. Donc tous les constituants sont fonctionnellement dépendants du NIRH. Ainsi le NIRH constituera l'identifiant clé dans toutes les relations.

### II-3 Ecriture des relations en forme normalisée

Elle est identique à celle du paragraphe (II-1); la seule dif. ference étant que dans cette écriture le choix de l'identifiant de est effectué

## chapitre 3

# IMPLANTATION ET MANIPULATION DE LA BASE DE DONNEES

L'implantation et la manipulation de la base de données sont assurées par le SGBD DBASE III.

## I Aperçu de DBASE III

### I-1 Généralités

DBASE III est un système de gestion de base de données relationnelles. Il présente les caractéristiques suivantes:

#### I-1-1 Données techniques

- Pour chaque fichier de base :

- . nombre d'enregistrements: 1 milliard au maximum
- . nombre de caractères : 2 milliards au maximum
- . longueur d'un enregistrement: 128 champs (ou domaines) répartis sur 4000 caractères

- Types et dimensions des champs (ou domaines) :

DBASE III reconnaît cinq types de champs que l'on aura à définir lors de l'implantation de la base de données pour chacune des relations. Les types sont :

- . caractères divers : C : 254 caractères au maximum
- . date : D : 8 caractères au maximum
- . champ logique : L : 1 caractère au maximum
- . champ mémo : M : 5000 caractères au maximum
- . champ numérique : N : 15 caractères au maximum

- Fichiers en opérations :

- . 15 fichiers de divers types peuvent être ouverts simultanément
- . 10 fichiers dbase peuvent être ouverts simultanément

- DBASE III . demande 256K minimum de mémoire centrale ;

- . tourne sur IBM PC ou compatible
- . demande 2 unités à disquettes, ou un plus un disque dur
- . se présente en deux disquettes appelées :
  - \* disque système 1 = c'est la disquette principale, contenant le programme d'appel DBASE
  - \* disque système 2 = cette disquette contient les séquences utiles à DBASE

## I. 1. 2 Les fichiers de DBASE III

DBASE III utilise neuf types de fichiers :

- les fichiers de données (.dbf) qui stockent les données en lignes et colonnes.
- les fichiers mémo utilisés pour stocker les contenus des champs mémo
- les fichiers index qui permettent d'utiliser une base de données dans un ordre logique
- les fichiers de commandes qui contiennent les collections des instructions de DBASE III qui y sont stockées comme des programmes.
- les fichiers formats qui créent des formes d'entrée et d'impression des données.
- les fichiers d'étiquettes qui contiennent l'information nécessaire de la commande LABEL pour imprimer des étiquettes
- les fichiers de mémoire utilisés pour sauvegarder le contenu de variables mémoire pour une utilisation future.
- les fichiers de rapports qui contiennent l'information nécessaire de la commande REPORT pour préparer des rapports.
- les fichiers de sortie de texte



### I. 1.3 Possibilités de DBASE III

DBASE III permet de :

- créer des fiches avec les champs souhaités ;
- remplir ensuite les fiches ;
- en ajouter, les modifier, les corriger ;
- les afficher une par une ou par paire, en encore en totalité ;
- établir des états récapitulatifs à volonté
- imprimer tout cela

DBASE III s'acquies de ces tâches grâce à l'ensemble des fonctions qu'il met à la disposition de l'utilisateur.

### I. 2 Mise en œuvre de DBASE III

Dans la version actuelle de DBASE III, la base de données sur laquelle on veut travailler ainsi que le SGBD doivent être chargés dans l'espace de travail de l'utilisateur. Celui-ci contient alors des données physiques de la base et leur description logique, ainsi que toutes les fonctions du SGBD et tous les programmes d'application.

Le déroulement d'une session DBASE III peut être décrit en trois phases :

- Phase 1: Chargement avec des disques de la base de données si elle existe et du SGBD (DBASE III) dans l'espace de travail actif de l'utilisateur ;
- Phase 2 : consultation et/ou mise à jour de la base de données. En particulier si celle-ci n'existe pas, création des relations la composant et alimentation de la base : implantation de la base de données ;
- Phase 3: sauvegarde sur disque de la base de données en fin de session.

### II.1) Implantation de la base de données

Planter la base de données revient à planter l'ensemble des relations qui la composent.

Une relation est entièrement déterminée par son nom, le nom et le nombre de ses domaines, le nombre de caractères (ou longueur) et la nature (caractère, date, mémor, logique, ou numérique) de chaque domaine. Ces éléments constituent le descripteur de la relation. L'implantation des descripteurs sera suivie par l'implantation des données physiques pour compléter l'implantation de la base.

Ainsi une relation est représentée par deux matrices, l'une contenant son descripteur, l'autre les différentes données de cette relation.

### III Les fonctions du SGBD mises à la disposition de l'utilisateur

Sans les pages qui suivent, on présente par ordre alphabétique quelques fonctions mises à la disposition de l'utilisateur pour la manipulation des données de la base.

ALIAS :	pour attribuer un pseudonyme
ALTERNATE :	pour mettre en place un programme témoin
AND :	pour le Et logique
APPEND :	pour appeler des fiches vierges et les remplir
APPEND FROM :	pour chaîner deux fichiers
ASSIST :	programme général d'assistance
AVERAGE :	pour calculer une moyenne
BROWSE FIELDS :	pour lister selectivement les champs
BROWSE :	pour afficher un écran de fiches
CHANGE :	pour présenter des fiches à modifier
CLEAR ALL :	pour refermer les fichiers
CLEAR :	pour effacer l'écran
CLOSE ALTERNATE =	pour fermer un programme témoin
COPY FILE :	pour copier selectivement des fichiers
COPY TO ... FIELDS :	pour copier des champs sélectionnés
COPY TO :	pour dupliquer des fichiers ouverts
COPY sous DOS :	pour copier des fichiers
COPY :	pour copier un fichier

COUNT : pour compter un nombre de fiches  
 CREATE LABEL : pour définir un format d'étiquettes  
 CREATE REPORT : pour définir un état  
 CREATE : pour créer un fichier  
 DBASE : pour appeler le programme DBASE  
 DELETE RECORD : pour désigner une fiche à supprimer  
 DELETE : pour marquer une fiche pour suppression  
 DET : marque d'une fiche à supprimer  
 DIR : pour afficher le contenu d'un disque sous DBASE  
 DISKCOPY sous DOS : pour dupliquer une disquette  
 DISPLAY ALL noms des rubriques : pour n'afficher que ces seuls champs  
 DISPLAY ALL : pour lister les fiches écran par écran  
 DISPLAY MEMORY : pour afficher les variables  
 DISPLAY NEXT n : pour afficher les n fiches suivantes  
 DISPLAY OFF : pour afficher en supprimant les numéros des fiches  
 DISPLAY STRUCTURE : pour voir l'organisation d'un fichier  
 DISPLAY noms des rubriques : pour afficher ces seuls champs  
 DISPLAY : pour afficher une ou plusieurs fiches  
 DO : pour exécuter un programme  
 DTOC : pour convertir une date en caractères  
 EDIT : pour exposer une fiche afin de la modifier  
 ERASE : pour supprimer un fichier  
 FIND : pour retrouver une fiche  
 FORMAT : pour formater des disquettes (DOS)

GET : pour demander une entrée dans un document personnalisé  
 GOTOP : pour aller au début d'un fichier  
 GOTO : pour aller à un numéro de fiche  
 GO : pour aller à une fiche  
 HELP : pour obtenir de l'aide  
 INDEX ON... TO : pour indexer un fichier  
 LABEL FORM : pour imprimer des étiquettes  
 LIST OFF : pour lister en supprimant les numéros des fiches  
 LIST noms des rubriques : pour ne lister que ces seuls champs  
 LIST : pour lister un fichier  
 MODIFY COMMANDE : pour entrer dans le traitement de texte et lire  
 un fichier  
 MODIFY COMMANDE : pour créer un code d'ordre de format  
 MODIFY LABEL : pour modifier les formats d'étiquettes  
 MODIFY REPORT : pour modifier la structure d'un état  
 NOT : pour l'inversion logique  
 OR : pour le OU logique  
 PACK : pour détruire les fiches supprimées  
 QUIT : pour quitter DBASE  
 RECALL ALL : pour annuler toutes les suppressions de fiches  
 RECALL RECORD : pour annuler la suppression d'une fiche  
 RECALL : pour annuler une suppression de fiche  
 RELEASE ALL : pour effacer les variables  
 RENAME : pour changer le nom des fichiers

REPLACE ALL WITH UPPER : pour tout convertir en majuscules  
 REPLACE : pour remplacer ou modifier par séries  
 REPORT FORM : format d'un rapport  
 RESTORE FROM : pour récupérer les variables  
 SAMPLE : pour tester les formats d'étiquettes  
 SAVE TO : pour sauvegarder des variables  
 SAY : pour écrire un texte dans un document personnalisé  
 SED : pour créer des documents personnalisés  
 SEEK : pour des recherches rapides sur des fichiers indexés  
 SELECT : pour sélectionner une zone de travail  
 SET ALTERNATE OFF : pour désactiver un programme témoin  
 SET ALTERNATE ON : pour activer un programme témoin  
 SET DEFAULT TO : pour sélectionner une unité à disque  
 SET DELETED OFF : pour faire réapparaître les fiches supprimées  
 SET DELETED ON : pour ôter de la vue les fiches supprimées  
 SET FORMAT TO : pour sélectionner un format  
 SET INDEX TO : pour sélectionner un fichier indexé  
 SET MARGIN TO : pour ajuster la marge gauche sur le papier  
 SET PRINT OFF : pour désactiver l'imprimante  
 SET PRINT ON : pour activer en permanence l'imprimante  
 SET RELATION : pour établir une relation entre deux fichiers  
 SKIP : pour passer à la fiche suivante  
 SORT : pour trier physiquement un fichier

STORE TO : pour afficher des variables

TO PRINT : accompagnant un ordre dirigé vers l'imprimante

UPDATE : pour mettre à jour

USE : pour ouvrir un fichier

USE seulement : pour reformer les fichiers ouverts

#### IV Illustration de quelques fonctions

Pour l'illustration des fonctions de DBASE III voir ordina-

teur.

## CONCLUSION A LA DEUXIEME PARTIE

Dans cette partie où il s'agissait de concevoir la base de données des forages équipés, les résultats suivants ont été obtenus

- Après les analyses systémique et élémentaire des composantes du système informatique, une structure organisationnelle a été élaborée. Cette structure est centrée autour du modèle relationnel de données; directement exploitable par DBASE III qui servira de système de gestion de base de données.

- Dans la phase implantation de la base de données, l'implantation des descripteurs des relations est entièrement réalisée; celle des données physique elle, n'a pu être terminée faute de disponibilité de certains données. Il en est de même pour l'élaboration des programmes d'exploitation qui pourra constituer un autre axe de travail pour la réalisation complète de la base de données des forages équipés. L'élaboration des programmes d'exploitation intégrera tous les besoins de renseignements des utilisateurs de la base de données



## CONCLUSION GENERALE

La gestion et l'entretien des forages équipés sont d'une importance qu'il n'est plus nécessaire à démontrer. Mais pour qu'ils soient effectives et efficaces, ils doivent reposer sur des dispositifs adéquats permettant leur bon déroulement. C'est ce qui explique l'importance des deux grands points développés dans ce projet à savoir l'élaboration d'un plan de maintenance préventive et la conception d'une base de données des forages équipés en milieu rural sénégalais. Si le premier est nécessaire voire indispensable pour l'entretien des forages équipés, le second n'en est pas moins pour leur gestion.

Munie de ces deux instruments, la D.E.N pourra s'acquitter efficacement de ses tâches d'entretien et de gestion des forages équipés.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] : E.G. WAGNER, J.N. LANOIX : "approvisionnement en eau des zones rurales et des petites agglomérations." OMS Geneve 1961
- [2] : MALEEV : "Diesel engine operation and maintenance." Mc Graw-Hill
- [3] : "Documentation technique F.N.D.A.E N°3" Mars 1986
- [4] : ALBERT MABILLOT : "Le Forage d'Eau." collection CREPINES  
JOHNSON
- [5] : H. LILEN : "Pratique de DBASE II." Editions RADIO