

REPUBLIQUE DU SENEGAL
UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP



G M. 0026



Ecole Supérieure Polytechnique

Centre de THIES

NUM

DEPARTEMENT GENIE MECANIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

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

**TITRE: DEVELOPPEMENT D'UNE APPLICATION DE
GESTION DE LA MAINTENANCE X**

Dans le cadre du projet REGEFOR
du Ministère de l'Hydraulique.

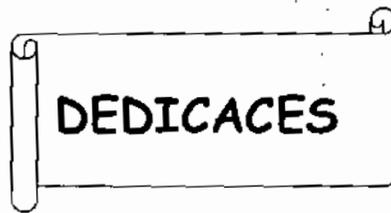
AUTEUR: **DJIBY BA** Elève - Ingénieur

DIRECTEUR INTERNE: Pr. PAUL DEMBA

CO-DIRECTEUR INTERNE: Pr. SENI TAMBA

DIRECTEUR EXTERNE: Mr. DAOUDA GNINGUE

Année : 2004/2005



DEDICACES

Je dédie ce travail à :

Mon père pour son soutien paternel et moral,
Ma mère pour ses énormes sacrifices consentis dans ma carrière,
Mon épouse pour sa compréhension,
Mes oncles MOUSSA KA et MAMADOU KA pour leur conseils,
Mon ami PAPE MAMADOU SOW,
Notre Professeur et frère feu MAME ABDOU DIAGNE et à toute sa famille,
A toute ma famille, à mes camarades de promotion, à mes amis et proches.



Développement d'une application de gestion de la maintenance

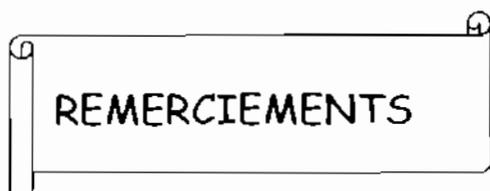
Le but de ce présent travail est de développer un module de gestion de la maintenance des forages ruraux motorisés du SENEGAL couplé à une base de données dans le cadre du projet REGEFOR du Ministère de l'Hydraulique. Les contraintes liées à l'exploitation des forages ruraux appellent une informatisation des procédures de gestion.

Au total ce module permettra de gérer plus de 102 forages du noyau pilote du projet REGEFOR avec la possibilité de l'étendre à toutes les brigades régionales du SENEGAL. Au chapitre premier de ce rapport la réforme REGEFOR sera présentée dans sa logique d'innovation en matière de gestion des forages ruraux motorisés. Ensuite au chapitre 2, il sera question de décliner les différentes procédures de maintenance annexées au cahier de charges.

Le chapitre 3 expose les concepts de base de la méthode MERISE qui a permis d'aboutir au modèle conceptuel de données . Au chapitre 4, les différentes étapes du développement sont exposées.

Avec la présente application, il est possible :

- **D'avoir une maîtrise des caractéristiques techniques et hydrogéologiques des forages.**
- **De faire un suivi rigoureux des échéances de maintenance.**
- **De disposer un planning de renouvellement des instances de direction des associations d'usager de forage.**



REMERCIEMENTS

J'aimerais exprimer ma reconnaissance à tous ce qui ont contribué à la réalisation de ce projet de fin d'études :

Plus particulièrement à :

- Messieurs PAUL DEMBA et OMAR NIANG, Professeurs à l'ESP Centre de Thiès pour les suggestions, les critiques et recommandations qui ont été très déterminantes pour la réalisation ce projet.
- Monsieur DAOUDA GNINGUE, Directeur du projet REGEFOR pour avoir mis à ma disposition toutes les informations nécessaires à la réussite de ce travail.
- Messieurs OMAR DEME, CHEIKH DETHIALAW SECK, SALIOU NGOM Agents de l'Hydraulique en formation complémentaire à l'ESP Centre de Thiès pour leur pertinentes remarques et suggestions.
- A l'ensemble du personnel du projet REGEFOR.
- A mon ami PAPE MAMADOU SOW pour son soutien sans faille pour la réalisation de ce travail.

Table des matières

Introduction.....	1
Chapitre 1 : Présentation de la réforme REGEFOR	
1 .Contexte.....	2
2. Historique de la gestion des forages.....	4
2.1 la division de l'exploitation et de la maintenance.....	4
2.2 Organisation de la DEM.....	5
2.3 les comités de gestion.....	5
2.3.1 organisation.....	5
2.3.2 insuffisances des comités.....	6
3. Justification de la réforme.....	6
3.1 exploitation.....	6
3.2 Surdimensionnement, vétusté, diversité des équipement.....	7
3.3 Absence de stratégie de maintenance efficace.....	7
4.Cadre général et objectifs.....	7
5.Principes de la réforme.....	8
5.1 principes politiques.....	8
5.2 principes opérationnels.....	8
6. les acteurs de la réforme.....	9
6.1 les Asufor.....	9
6.2 la DEM.....	9
6.3 Opérateur financier.....	9
6.4 Gérant.....	10
6.5 Opérateur de maintenance.....	10
6.6 Communauté rurale.....	10
Chapitre 2 : Etude de la maintenance des forages ruraux	
1. Généralités.....	12
2. Etendues des installation.....	13

3.Cahier de charge de maintenance.....	13
3.1 visites périodiques.....	14
3.2 contenu des visites.....	14
3.3 programme de maintenance préventive.....	15
3.3.1 maintenance moteur.....	16
3.3.2 maintenance des pompes.....	17
3.4 Approvisionnement de pièces d'usure.....	17
3.5 Stock minimum de pièce d'usure.....	18
3.6 Intervention de dépannage.....	19
3.7 Problématique de la gestion des forages.....	22
3.8 objectifs escomptés.....	22

Chapitre 3 : Analyse du cahier de charges

1.Présentations de la méthode MERISE.....	24
2.Modèle conceptuel de données.....	28
2.1 graphe des flux.....	28
2.2 dictionnaire de données.....	30
2.3 les règles de gestion et contraintes d'intégrités.....	32
2.4 Modèle conceptuel de données et schéma.....	33
3 Schéma du modèle conceptuel de données.....	33
3.1 Recherche et représentation des principaux objets.....	34
3.2 Modèle logique de données.....	36
3.3 Règles de passage.....	36

Chapitre 4 : Développement

1 Présentation de ACCESS.....	39
2 Les tables.....	39
3 Les formulaires.....	41
4 Les relations.....	42
5 Les requêtes.....	44
6 Les états.....	46
7 Interface de l'application.....	49

V Conclusion et recommandations.....	52
---	-----------

Références.....	53
-----------------	----

ANNEXES

Echéance de renouvellement.....	54
Fiche de contractualisation.....	55
Echéance de maintenance: pompe.....	56
Echéance de maintenance : moteur + groupe électrogène.....	57
Caractéristiques hydrogéologiques.....	58
Caractéristiques pompage.....	59
Forages ayant atteint les 2000 heures de fonctionnement.....	60

Liste des tableaux

Dictionnaire de données

31

Liste des figures

1.1	évolution des forages	2
1.2	schémas de contractualisation	11
2.1	modalité d'intervention en cas de Panne bloquante	20
2.2	modalité d'intervention en cas de Panne non bloquante	21
3.1	graphe des flux	29
3.2	Schéma brut du modèle conceptuel de données	35
3.3	MCD vérifié	38
4.1	les différentes tables obtenues après Transformation des MCD	39
4.2	Table brigade hydraulique régionale	40
4.3	table brigade hydraulique feuilles de données	41
4.4	formulaire ASUFOR	42
4.5	diagrammes de relation sous Access	43
4.6	requêtes caractéristiques hydrogéologiques en mode création	45
4.7	requêtes caractéristiques hydrogéologiques en mode feuille de données	46

INTRODUCTION

Présentement, vu le nombre de plus en plus important de forages que le Ministère de l'Hydraulique doit gérer, un certain nombre de contraintes liées à l'absence d'une base de données globale se pose.

En effet, l'introduction de l'informatique de gestion au niveau du Ministère de l'hydraulique accuse un certain retard. En conséquence beaucoup de caractéristiques du parc national de forages ruraux restent indisponibles.

De manière générale, le contrôle de l'opérateur de maintenance doit passer par une maîtrise des échéances de maintenance et des caractéristiques des équipements des forages.

Pour atteindre un tel objectif, le développement d'un module de gestion couplé à une base de données s'impose.

Le présent projet de fin d'études se propose d'atteindre un tel objectif pour permettre aux brigades de l'hydraulique de disposer d'une base de données et d'un planning des échéances de maintenance et de renouvellement des instances de direction des associations d'usagers de forages.

L'analyse du cahier de charges à l'aide de la méthode MERISE, la consultation des documents de gestion du projet REGEFOR et des renseignements recueillis au niveau des différents chefs de brigades constituent les principales bases de cette étude.

Dans un premier temps, après une présentation de la réforme REGEFOR, on va expliciter les procédures de maintenance déclinées dans le cahier de charges pour proposer un modèle conceptuel de données.

Pour terminer, on exposera les différentes phases de développement sous ACCESS.

CHAPITRE I :

PRESENTATION DU PROJET REGEFOR

1. Contexte

Entrepris dans les années 40 par la réalisation de 14 forages équipés dans le Ferlo l'équipement du Sénégal en termes de points d'eau motorisés est passé de 106 unités en 1980 à 496 en 1990. Face à cette augmentation du nombre de forages motorisés, les moyens mobilisés par l'Etat pour en assurer la maintenance n'ont cessé de décroître, ainsi que l'illustre les crédits alloués à la Direction de l'Exploitation et de la Maintenance qui sont passés de 949 millions FCFA en 1992 à 390 millions FCFA 1995.

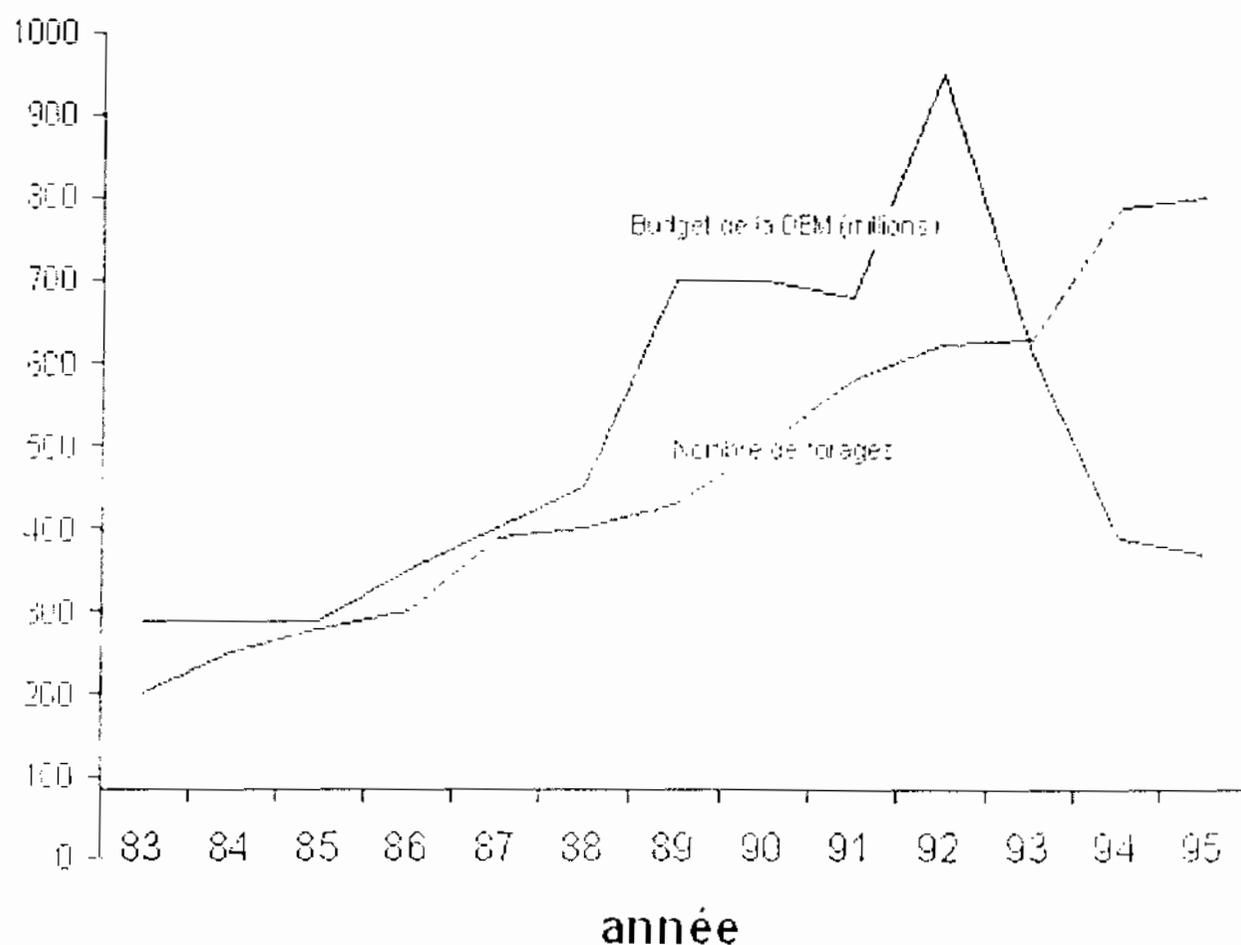


Fig. I.1 : évolution du nombre de forages et des budgets alloués
En fonction des années

- Les 772 forages motorisés dont disposait le Sénégal en 1996 desservaient une population de 1.300.000 habitants sur une population rurale estimée à 5.000.000 habitants.
- La valeur de ces équipements (forages, stations de pompes et réseau de distribution) s'élevait à 150 milliards.
- Les coûts de production de l'eau (carburants, lubrifiants, conducteur, petit entretien) sont intégralement pris en charges par les usagers
- D'autres charges nécessaires au bon fonctionnement des installations ne sont pas couvertes. Il s'agit notamment de la disponibilité des pièces de rechange et du renouvellement des équipements dont le montant s'élèverait à 1 milliard par an.

Cette situation est d'autant plus préoccupante que ces équipements sont d'une importance stratégique sur le plan économique et social :

- Le forage est devenu un élément fondamental dans la politique d'aménagement du territoire.
- Dans le bassin arachidier plus de 25% de la population rurale dépendent des forages pour plus de 70% de leur besoin en eau.

Le poids de la maintenance et du renouvellement des équipements dépasse les capacités financières de l'Etat et celles des usagers et le Gouvernement Sénégal ne peut compter sur l'aide internationale pour la prise en charge des coûts récurrents.

A cela s'ajoutent des problèmes de gestion des infrastructures de bases avec une faible implication des femmes et du secteur privé. Cette situation est aggravée par un manque de démocratie interne et de transparence.

C'est pour faire face à une telle situation, que le Ministère chargé de l'hydraulique, à travers la DEM a lancé un programme pilote de Réforme du système de Gestion des Forages Ruraux motorisés (REGEFOR) dans les régions de Fatick, Kaolack, Diourbel et Thiès.

Financé par l'Agence française de développement pour un montant de plus de 5 milliards de FCFA avec une contre partie de 120 millions, le projet est dirigé par deux structures :

- La maîtrise d'ouvrage assurée par une équipe spécialisée, détachée par la DEM et basée à Thiès représentant le Ministère de l'Hydraulique.
- La maîtrise d'œuvre est réalisée par le groupement de deux bureaux d'étude BURGEAP & SEMIS.

2. Historique de la gestion des forages

2.1 La division de l'exploitation et de la maintenance

La Direction de l'Exploitation et la Maintenance a été créée en 1983 au sein du Ministère du Développement rural et de l'Hydraulique. Elle reprenait les activités de la Subdivision d'Outillage Mécanique Hydraulique - SOMH basée à Louga et chargée depuis 1949 de l'exploitation et de la maintenance des stations de pompage sur les forages ruraux.

Pour faire face à l'augmentation du nombre d'ouvrages passé de moins de 200 en 1983 à plus de 700 en 1994, la DEM s'est fortement décentralisée : le nombre de brigades chargées de la maintenance est passé de 4 à 13 pendant cette période.

A partir de 1984, l'exploitation a été transférée à des comités de gestion villageois qui ont pris en charge peu à peu le coût de fonctionnement (carburant, lubrifiant, entretien courant, la rémunération des conducteurs de forages responsables du fonctionnement des stations et formés par la DEM).

Les fonctions de la DEM sont actuellement les suivantes :

- _ Garantir la bonne gestion du patrimoine national que sont ces stations.
- _ Participer au choix des équipements.
- _ Mettre en place des comités de gestion et les assister dans leur organisation et la prise en charge de l'exploitation.

2.2 Organisation de la DEM

Les attributions de la Direction de la Maintenance et de l'Exploitation ont été fixées en 1994 par un décret portant organisation du Ministère de l'Hydraulique qui définit, outre le cabinet et les services rattachés, deux directions au sein du Ministère de l'Hydraulique :

- La Direction de l'Hydraulique et l'Assainissement (DHA)
- La Direction de l'Exploitation et de la Maintenance (DEM)

Parallèlement un Service de Gestion et de Planification des Ressources en eau a en charge les études générales et notamment l'élaboration et le suivi d'un plan directeur des ressources en eau du Sénégal.

L'article 15, alinéa 2 du chapitre 2 du décret, attribue à la DHA, la charge de l'élaboration, des études d'exécution et de contrôle des ouvrages d'hydraulique rurale, notamment les forages, les puits forage, les adductions d'eau potable.

L'article 17, alinéa 4 du chapitre 3 attribue à la DEM la charge de la définition en liaison avec la DHA, de la conception des ouvrages et du choix des équipements d'hydraulique en milieu rural.

La DHA apparaît chargé des travaux neufs, la DEM de l'exploitation et de la maintenance des équipements.

Conformément à ses attributions, la DHA élabore, exécute et contrôle les programmes d'hydraulique rurale ; la DEM est associée par la DHA aux procédures :

De lancement d'appel d'offre : la DHA ne lance pas un appel d'offre sans avoir au préalable l'approbation écrite par la DEM.

L'adjudication des marchés : la DEM membre de toutes les commissions de dépouillement.

2.3 Les comités de gestion

2.3.1 Organisation

L'exploitation, la maintenance et le renouvellement de toutes les infrastructures et équipement avant 1984 des forages ruraux étaient du ressort de l'état. Les populations rurales étaient seulement bénéficiaires de l'eau produite pour leur propre consommation et l'abreuvement de leur cheptel.

Face aux problèmes de maintenance posés par les forages ruraux en 1984, un projet de loi reconnaissant et généralisant la participation des populations des bénéficiaires sous formes de structures dénommées comités de gestion a été voté par l'Assemblée Nationale. Il s'agissait d'accompagner la forme de participation informelle qui se dessinait un peu partout pour pallier aux insuffisances dans le système d'approvisionnement des forages en carburants, lubrifiants, pièces détachées d'usure courante.

La circulaire interministérielle du 01/01/1984 avait fixé leur :

- but et forme
- mode de contribution des usagers
- composition (représentativité des localités et groupes socioprofessionnelles)
- mode gestion des biens des comités (les supports documentaires de gestion)

Les comités de gestion prenaient en charge :

- le salaire des conducteurs de forages.

- le carburant, le lubrifiant nécessaire à la bonne marche des forages.
- les entretiens courants du moteur et du réseau de distribution.
- les frais de fonctionnement propres aux comités
- les frais de dépannage et même le renouvellement dans certains cas.

2.3.2 Insuffisances des comités

Malgré les résultats réalisés par ces comités leur représentativité et leur niveau d'administration n'étaient pas des meilleures.

En effet :

- le renouvellement n'était pas établi sur des règles précises.
- les villages polarisés n'étaient pas toujours représentés.
- la prise en compte du concept genre n'était pas effective.

Globalement les comités n'apparaissaient pas indépendants des pouvoirs locaux, ni réellement responsables devant les usagers.

L'absence de documents unifiés permettant d'évaluer la comptabilité était remarquable.

Au total, l'analyse de la situation des comités de gestion appelle les remarques suivantes :

Ces comités évoluaient dans **un cadre institutionnel très faible**, voir non défini.

Les relations de ces comités de gestion avec leurs différents partenaires sociaux n'étaient pas définies dans **un cadre contractuel**.

3. Justification de la réforme

Ces fortes contraintes pesant sur l'exploitation et la maintenance des forages ruraux motorisés ont été confirmées par des constats objectifs en 1996 au terme d'une étude commanditée par le gouvernement du Sénégal.

3.1 Exploitation

Les comités de gestion présentent beaucoup d'insuffisances en termes de représentativité et de rigueur d'administration.

Les comités de gestion ne sont pas en mesure d'effectuer avec la rigueur nécessaire les tâches élémentaires d'entretien préventif (vidange, changement de filtres), provoquant une usure prématurée des équipements et une augmentation des coûts de maintenance.

L'équilibre financier n'est pas atteint sur la plupart des stations principalement pour deux raisons :

- Le niveau des charges d'exploitation et de maintenance est trop élevé par manque d'optimisation technique et d'entretien.
- La qualité médiocre du service (fuites, pannes et insuffisances de la distribution) entraîne des difficultés de recouvrement des cotisations, elles mêmes aggravées par l'irrégularité des revenus des usagers.

3.2 Surdimensionnement, vétusté, diversité des équipements d'exhaure

En effet, plus de 50% des installations ont plus de 10 ans selon une étude menée en 1996 sur la zone pilote du projet REGFOR. Selon cette même étude il existe plus de 20 marques de moteurs et de pompes différentes et les impératifs de standardisation des équipements et d'optimisation du dimensionnement n'ont pas été ou pu être suffisamment pris en compte dans la conception et l'implémentation des ouvrages, avec pour conséquences un renchérissement des charges récurrentes.

Le choix technique des équipements d'exhaure et l'estimation des besoins en eau ne respectent pas en général les méthodes classiques d'estimation des besoins en eau.

3.3 Absence de stratégie de maintenance efficace

Dans son organisation, la DEM se heurte à des obstacles structurels insurmontables liés à l'insuffisance de son budget. Elle est dans l'incapacité de conduire une politique de maintenance efficace, elle ne peut à la limite qu'en permanence parer à l'urgence.

En plus de cette situation s'ajoutent des contraintes d'ordre techniques telles que absence de moyens logistiques adéquats, vétusté du matériel, inexistence de stock de pièces détachées.

4. Cadre général et objectifs

La réforme s'appuie sur les grandes orientations de la politique du Gouvernement :

- Désengagement de l'état.
- Implication des collectivités locales à travers la décentralisation.
- Promotion du secteur privé.

Elle a pour objectifs d'assurer des conditions viables d'approvisionnement en eau des populations rurales. Elle pourra être évaluée par ces effets induits :

- l'impacte sur l'emploi rural constituera une contrepartie visible et mesurable de l'effort financier demandé aux populations.
- à l'échelle nationale la mise en œuvre de la réforme permettra à des milliers de ruraux de trouver une source d'activités liées à l'exploitation des forages.

5. Les principes de la réforme

Le projet de réforme repose sur les principes politiques et opérationnels suivants :

5.1 Principes politiques

La mise en oeuvre de la réforme REGFOR repose sur quatre axes majeurs à savoir :

- confirmer le caractère du service public de la mise à disposition d'eau potable pour les populations rurales.
- contribuer au développement local et au processus de décentralisation.
- aboutir à terme à l'autonomie financière de la maintenance et du renouvellement des installations d'hydraulique rurale.
- définir un nouveau cadre institutionnel propice à la pérennisation du service de l'eau en milieu rural.

5.2 Principes opérationnels

Une refonte de l'organisation des usagers pour une gestion des forages dont la mise en application se traduit par :

- une évolution des comités de gestion vers des associations d'usagers de forages ASUFOR reconnues par l'état (délivrance de récépissé) et suffisamment responsabilisées à travers une licence d'exploitation de forage
- une séparation des fonctions de représentation des usagers et de gestion par la mise en place de gérants locaux chargés de la distribution, de la production et de la vente de l'eau.

La création de conditions d'exploitation viables au plan technico-économiques s'appuyant sur :

- Une systématisation de la vente de l'eau au volume.
- Adoption d'une démarche de standardisation technique des équipements d'exhaure.
- Optimisation des normes et méthodes pour le choix et le dimensionnement des équipements.

- Un partage des charges de fonctionnement entre les usagers et l'Etat pour atteindre un coût de l'eau accessible.

Promotion du secteur privé et un recentrage des activités de la DEM sur des missions de régulation à travers essentiellement :

- Un transfert des activités de dépannage et de maintenance vers des opérateurs privés exerçant dans le secteur de l'hydraulique.
- Un redéploiement des activités de la DEM sur des missions de régulations : suivi de la maintenance, des exploitations, agrément des opérateurs

6. Les acteurs de la réforme

6.1 Les ASUFOR (Association d'usagers de forages)

Elles représentent les usagers de forage et veillent à la qualité du service et sont reconnues par l'Etat (par la délivrance d'un récépissé) et titulaires de licence d'exploitation de forage l'ASUFOR, elles signent :

- une fiche d'adhésion à la réforme
- un contrat de maintenance hydraulique avec l'opérateur agréé par la DEM.
- un contrat de gérance avec un gérant agréé par la DEM.
- un contrat épargne projet avec l'opérateur financier.

6.2 DEM (division de l'exploitation et de la maintenance)

- elle attribue les licences d'exploitation.
- elle agréé et contrôle les opérateurs privés.
- assure le suivi du contrat de maintenance hydraulique.

6.3 Opérateur financier (en l'occurrence le crédit mutuel sénégalais) :

- reçoit et rémunère les avoirs de l'ASUFOR.

- propose des produits financiers spécifiques (plan épargne projet pour le renouvellement).

6.4 Gérant

Il est chargé de la production, de la distribution et de la vente de l'eau. Il est sous l'autorité de l'ASUFOR.

6.5 Opérateur de maintenance

Il est chargé de l'exécution de la maintenance préventive et curative conformément aux dispositions prévues dans le contrat de maintenance hydraulique.

6.6 Communauté rurale

Elle est membre de la commission de contrôle des comptes et assiste l'Asufor au plan administratif social intègre les projets de l'ASUFOR dans son plan local de développement.

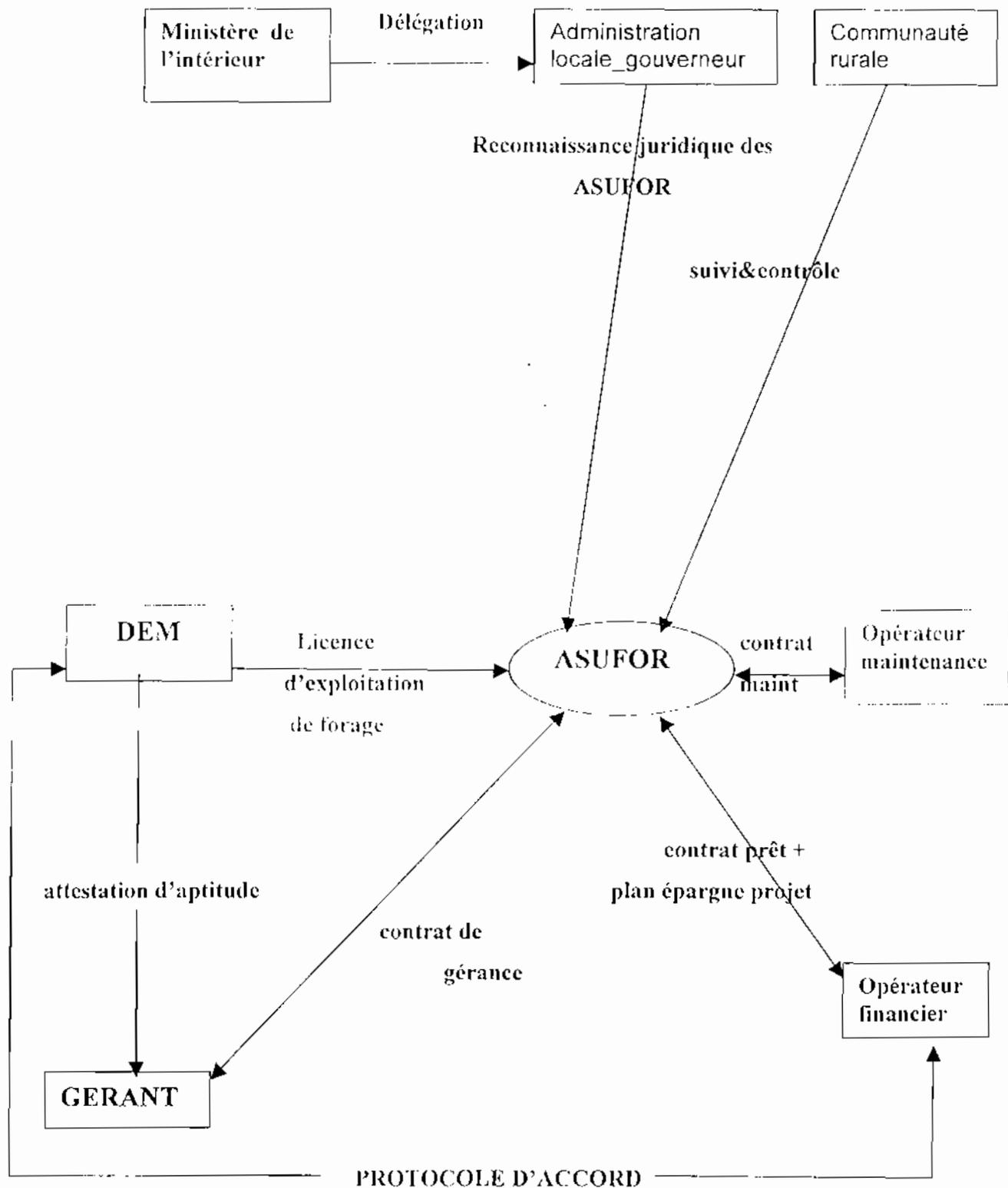


Fig.1.2 : schéma de contractualisation

CHAPITRE II :

ETUDE DE LA MAINTENANCE DES FORAGES RURAUX

I. Généralités

La maintenance des forages motorisés consiste en une série d'opérations menées à périodicité variable typiquement comprise entre 150 et 2000 heures.

Ces opérations d'entretien et de maintenance sont classées en deux catégories :

Les opérations pouvant être exécutées par le gérant du forage : contrôle de niveaux, remplacement de consommables usuels (pièces d'usure courante), nettoyage.

Les opérations devant être exécutées par l'opérateur privé : tout contrôle ou remplacement nécessitant un démontage partiel ou total de composants de la station de pompage.

Les prestations de l'opérateur privé doivent assurer la viabilité du fonctionnement des forages motorisés et comprendre au minimum les composantes suivantes :

- des visites de contrôle périodique, effectuées à des intervalles réguliers au cours desquels

l'opérateur privé :

- (i) Effectue ou fait effectuer un programme systématique de contrôle et de réglages.
- (ii) S'assure de la bonne exécution par le conducteur et le gérant des opérations relevant de leur niveau.
- (iii) Mène un programme de formation continue auprès du gérant ainsi que du conducteur de forage

- un programme de maintenance, effectué en fonction de l'exploitation réelle du forage, consistant en un programme systématique de mesure, de contrôle, de réglage, de remplacement de pièces d'usure. Ces opérations sont en principe effectuées à l'occasion d'une visite de contrôle périodique et ne devraient donc pas requérir des déplacements spécifiques.

- des interventions de dépannage, déclenchées par un appel du gérant ou du représentant dûment mandaté par l'ASUFOR. Ces interventions seront exécutées suivant des modalités prédéfinies ;

- l'approvisionnement en pièces d'usure, de rechange et de consommables à partir d'un stock régional constitué par l'opérateur privé afin de garantir la disponibilité des produits utilisés ;

- la tenue de fiche d'intervention à remettre à la DEM et permettant à ce dernier de disposer de données précises sur la maintenance des forages ruraux motorisés.

L'opérateur privé doit réaliser l'ensemble des prestations pour tous les types de moteurs et de pompes présents dans la zone du projet REGEFOR dont la maintenance lui a été transférée.

2. Etendues des installations

Il s'agit de l'ensemble des équipement de pompages en partant de la pompe des tuyauteries de refoulement, des renvois d'angle, des moteurs, groupes électrogènes, armoires électriques et coffret de pompe.

Système de pompage électrique avec groupe électrogène	Groupe électrogène
	Electropompe
	Accessoires
Système de pompage à moteur thermique et pompe à axe vertical	Pompe à axe vertical
	Renvoi d'angle
	Moteur thermique
	Accessoires
Système de pompage Electrique avec ligne SENELEC	Electropompe
	Armoire de commande
	Coffret de pompe
	accessoires

3. Cahier des charges de l'opérateur de maintenance

Les prestations de l'opérateur de maintenance doivent assurer la viabilité du fonctionnement des forages motorisés et tournent autour des quatre composantes suivantes :

Les visites de contrôle périodique sont effectuées à des intervalles indépendamment de l'exploitation du forage, au cours desquelles.

- l'opérateur effectue un programme systématique de contrôle et de réglage,
- s'assure de la bonne exécution par l'exploitant ou le gestionnaire délégués des opérations relevant de leur responsabilité

- mène un programme de formation continue auprès de ce dernier ainsi que du conducteur de forage lorsque ce dernier n'est pas lui-même l'exploitant ou le gestionnaire délégué.

3.1 Visites de contrôle périodiques

Le programme minimum de visites de contrôle périodique est le suivant :

- Stations de pompage à moteur thermique ou groupe électrogène : 3 visites par an et par site
- Stations de pompage raccordées au réseau SENELEC ; 1 visite par an et par site.

3.2 Contenu des visites périodiques

Les prestations effectuées au cours d'une visite de contrôle périodique comprennent au minimum :

Contrôle sur moteur thermique ou groupe électrogène .

- Tous les niveaux (huile moteur, eau distillée de batterie, carburant) ; vérification et mise à niveau si nécessaire
- Toutes les courroies : réglages tension ou remplacement si nécessaire.
- Filtres à huile : nettoyage ou remplacement si nécessaire.
- Filtre à gasoil : nettoyage ou remplacement si nécessaire.
- Culbuteurs : vérification et réglage si nécessaire .
- Régulateurs de vitesses ; vérification et réglage si nécessaire .
- Ailettes de refroidissement ; nettoyage approfondi .
- Fixation : vérification et réglage si nécessaire .
- Joints : vérification fuites et serrages ou remplacement si nécessaire .
- Points de graissage : vérification et graissage si nécessaire .
- Nettoyage général en fin de visites.

Contrôles sur pompes :

- Sécurité de manque d'eau : test de fonctionnement.
- Mesure niveau dynamique forage (si possible).

- Mesure pression de refoulement (si possible).
- Relevé de point de fonctionnement : débit, vitesse, HTM (la IITM étant estimée si le niveau dynamique ou la pression de refoulement n'est pas mesurable).
- Relevé du compteur principal sortie forage.
- Relevé du compteur électrique d'électropompe.
- Vérification des résistances d'enroulements (moteurs électriques).
- Réglage divers (jeu des arbres sur PAV, etc.).

Contrôles sur armoires et circuits électriques.

- Contacteurs, relais et auxiliaires : contrôle et remplacement si nécessaire.
- Voyants d'alarme : contrôle fonctionnement.
- Sécurités (manque d'eau, déséquilibre de phase, variations de tension foudre, protections thermiques, différentielles) contrôle fonctionnement.
- Câblage : inspection des gaines de câbles.
- Mise a la terre : vérification de la résistance de terre.
- Dépoussiérage général des armoires et circuits électriques.

Appui technique à l'exploitation

- Prise de connaissance des tableaux de bord d'exploitation, en particulier consommation et incidents.
- Vérification des connaissances et de l'application des procédures d'entretien quotidien et périodique, et perfectionnement si nécessaire.
- Vérification du stock de consommables et de la réserve de carburant.
- Réponses aux questions de l'exploitant délégué ou de l'ASUFOR.

3.3 Programme de maintenance préventive

Le programme de maintenance doit couvrir 6000 heures de fonctionnement et représente un élément constitutif du CMH. A l'issue de 6000 heures de fonctionnement, une révision générale du moteur doit être prévue.

Le programme de maintenance est effectué dans le cadre des visites de contrôle périodique et comprend au minimum les prestations complémentaires et spécifiques suivantes :

3.3.1 Maintenance moteur

Toutes les 500 heures :

- Contrôle des injecteurs et réglage si nécessaire.
- Contrôle et réglage de jeux de soupapes si nécessaire.
- Dépoussiérage et nettoyage approfondi des installations : organes de refroidissement moteur (ailettes, ventilation), armoires électrique.

Toutes les 1000 heures :

- Vidange et nettoyage du réservoir et carburant.
- Démontage et nettoyage du tamis de pompe d'alimentation.
- Décalaminage moteur.
- Remplacement des joints moteurs (culasse, etc.).

Toutes les 2000 heures :

- Toutes les opérations prévues à 1000 heures
- Remplacement des balais de démarreur électrique.
- Remplacement des nez d'injecteurs.
- Remplacement de toutes les courroies.
- Mesure de résistance d'enroulement de moteur d'électropompe et d'alternateur de groupe électrogène.
- Démontage et révision de pompe à huile.
- Démontage et révision de pompe à injection.
- Démontage, inspection et nettoyage du système d'échappement moteur
- Remplacement des joints moteurs (culasse, etc.).

Toutes les 6000 heures (révision générale)

- Toutes les opérations prévues à 2000 heures
- Remplacement des soupapes admission et échappement.
- Remplacement des coussinets de bielles.
- Remplacement des segments de piston.

3.3.2 Maintenance des pompes

Toutes les 2000 heures.

- Vidange de tête de pompe (pompes a axe vertical).

Tous les 3 ans.

- Relevage de la pompe pour inspection.

Remplacement préventif et systématique de pièces d'usure :

Toutes les 8000 heures.

- Joints
- Roulements
- Paliers
- Bagues

Mesures et analyses de contrôle de type prédictif telles que :

- Mesure du taux de compression.
- Analyse d'huile motrice.
- Analyse de gaz d'échappement
- Analyse d'eau (chlorures, nitrates, fer, sulfites dureté, alcalinité fluor, résidus, secs)

3.4 Approvisionnement de pièces d'usure, de rechange et de consommables

3.4.1 Consommables :

L'opérateur de maintenance doit au titre des prestations du CMH assurer l'approvisionnement sur sites des consommables suivants/

- Cartouche filtre à huile
- Cartouches ou éléments de filtre à air
- Cartouches filtre à gasoil
- Préfiltres à gasoil
- Cartouches d'alternateur de ventilateurs et d'autres organes

- Eau distillée pour batterie
- Huile moteur pour vidange et mise à niveau.
- Graisse pour roulement, paliers.

Hypochlorite de sodium ou produit équivalent pour désinfection périodique du réseau de distribution.

Les quantités annuelles de consommables nécessaires sont évaluées en fonction de l'exploitation réelle des forages et livrées en trois tranches, à l'occasion des visites de contrôle périodique.

3.5 Stock minimum de pièces d'usure

L'opérateur de maintenance constitue et maintient, à ses frais, un stock minimum de pièce de rechange courant pour les différents types de moteurs et de pompes dont il assure la responsabilité de la maintenance.

Le stock minimum est entreposé au niveau régional, afin d'être rapidement accessible aux exploitants de forages ou opérateurs régionaux de maintenance.

Rapports

Toute visite de contrôle périodique, intervention de maintenance ou de dépannage doit être attestée par des carnets à souche indiquant :

- la date et l'heure auxquelles l'opérateur est intervenu.
- le cas échéant, la durée et l'heure d'alerte (cas d'un dépannage).
- la nature de l'intervention et le détail des opérations effectuées.
- la liste des pièces remplacées durant l'opération.
- relevés des mesures et des résultats de contrôle.

A l'issue de chaque visite ou intervention, les prestations doivent être certifiées par l'exploitant ou le gestionnaire délégué et visées par un représentant de l'ASUFOR sur les souches. Une souche doit être remise à l'exploitant ou au gestionnaire délégué, une autre souche doit être transmise sans délai au maître d'ouvrage, une troisième est conservée par l'opérateur de maintenance.

Lorsqu'il est constaté une anomalie susceptible de nuire à la continuité de service de l'eau, l'opérateur doit informer sans délai et par écrit le maître d'ouvrage afin que ce dernier puisse prendre les mesures appropriées.

3.6 Intervention de dépannage

En cas de panne, l'exploitant ou le gestionnaire délégué alerte le technicien de zone directement sur son lieu de travail ou appel téléphonique. Le technicien de zone doit pouvoir être joint du lundi matin au samedi midi.

Le dépannage et la remise en service de la station de pompage doivent être effectués dans un délai de 2 jours ouvrables suivant l'alerte s'il s'agit d'une panne « bloquante » c'est-à-dire ayant provoqué l'arrêt de l'approvisionnement en eau ou susceptible d'entraîner des dommages matériels graves.

Ce délai peut être prolongé de deux jours ouvrables d'accord partie avec l'exploitant ou le gestionnaire délégué s'il s'agit d'une panne « non bloquante » c'est-à-dire n'ayant pas l'arrêt de l'approvisionnement en eau et n'étant pas susceptible d'entraîner des dommages matériels graves.

Dans le cas où la gravité d'une panne bloquante serait telle qu'elle nécessite un délai de remise en service supérieur à deux jours ouvrables après alerte, l'entrepreneur est tenu de proposer à l'exploitant ou au gestionnaire délégué l'installation provisoire d'un équipement de secours (groupe électrogène, moteur thermique, pompe), dont les modalités de mise à disposition (gratuite, en location, etc.) auront au préalable été définies dans le CMH.

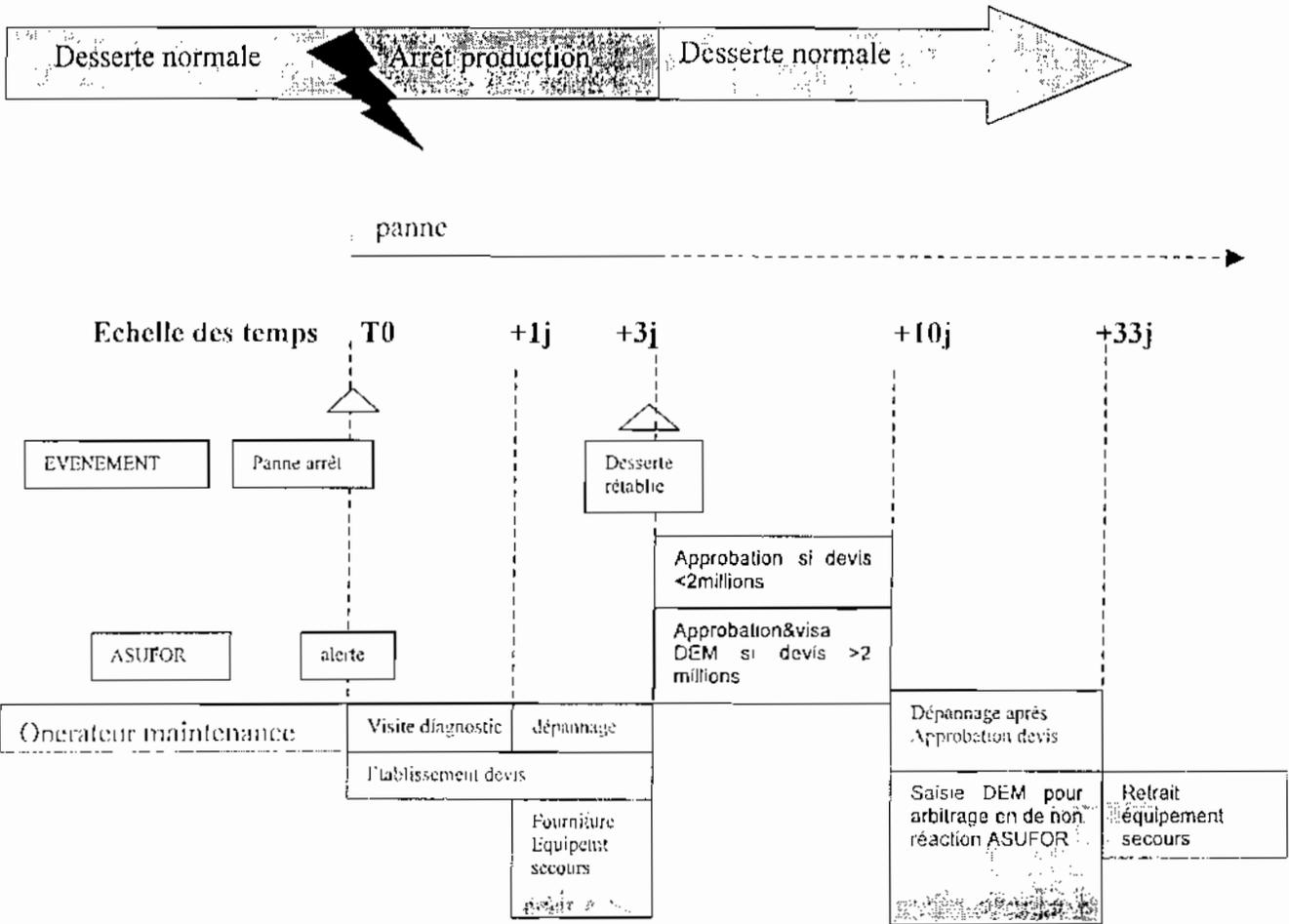
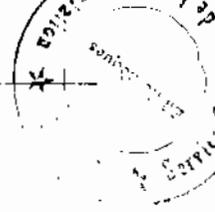


Fig.2 1: Modalité d'intervention en cas de panne bloquante

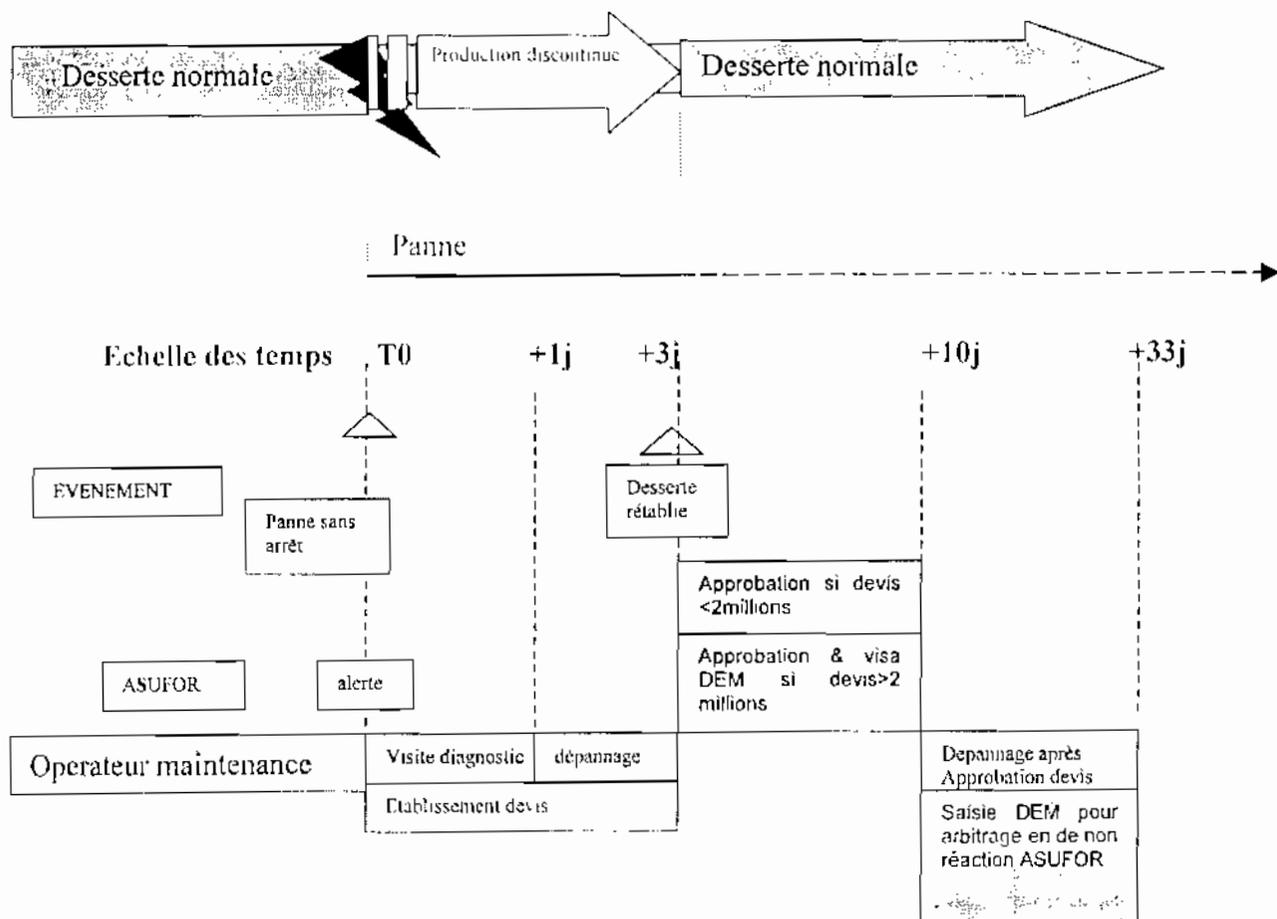


Fig.2.2 - Modalité d'intervention en cas de panne non bloquante

3.7 Problématique et proposition de solution

Le transfert effectif de la maintenance des stations de pompage au secteur privé représente l'objectif essentiel de la mise en œuvre de la réforme REGEFOR.

L'esprit de la réforme est une innovation majeure dans le domaine de la gestion des forages ruraux motorisés au Sénégal.

Néanmoins, l'application effective de la réforme doit passer par la maîtrise :

- des caractéristiques techniques des équipements des forages dans la zone de la réforme pour simplifier les procédures de maintenance afin d'optimiser les coûts et de faciliter les interventions.
- la périodicité des interventions de maintenance afin d'assurer un suivi efficace des opérateurs de maintenance basé sur des plannings d'intervention.
- des délais de renouvellement des instances de direction des ASUFOR (les comités directeurs et le bureau directeur)

Le suivi efficace du cahier de charges passe par la maîtrise du temps de fonctionnement des forages. En effet, la maîtrise du délai d'écoulement des 1000 h, 2000 h, 6000 h et 8000 h correspondant aux durées aux termes desquelles l'opérateur de maintenance doit effectuer des opérations de maintenance corrective reste un problème majeur vu le nombre important de forages à gérer.

Ceci reste un défi majeur pour le projet REGEFOR vu le nombre important de forages à gérer par la cellule.

Dans le cadre de ce travail de projet de fin d'études, on va essayer de développer une base de données dans le cadre de la Réforme de Gestion du parc national de forages ruraux motorisés.

3.8 Objectifs escomptés

La consultation de cette base permettra :

- Au Ministère de l'Hydraulique, à travers ses brigades d'assurer un suivi efficace du contrat de maintenance.

- d'assurer une optimisation des coûts de suivi de la maintenance.
- aux brigades des forages et puits d'avoir la possibilité de disposer d'un planning de renouvellement des instances de direction des ASUFOR notamment les bureaux et les comités directeurs.
- des caractéristiques techniques des équipements des forages dans la zone de la réforme pour simplifier les procédures de maintenance afin d'optimiser les coûts et de faciliter les interventions.
- Une maîtrise des échéances d'intervention de l'opérateur de maintenance consignées dans le cahier de charges.

CHAPITRE III :

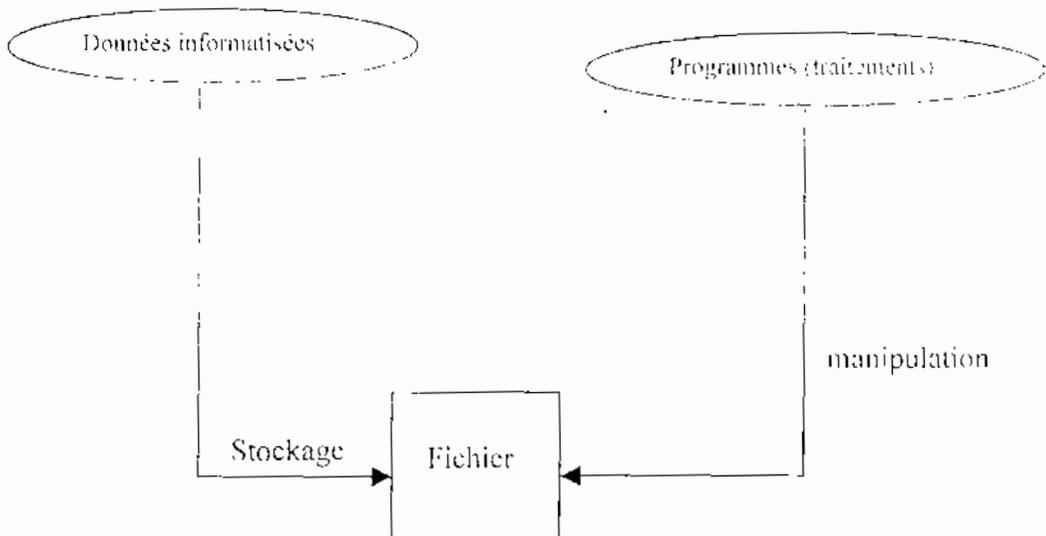
ANALYSE DU CAHIER DE CHARGES

1 Présentation de la méthode MERISE

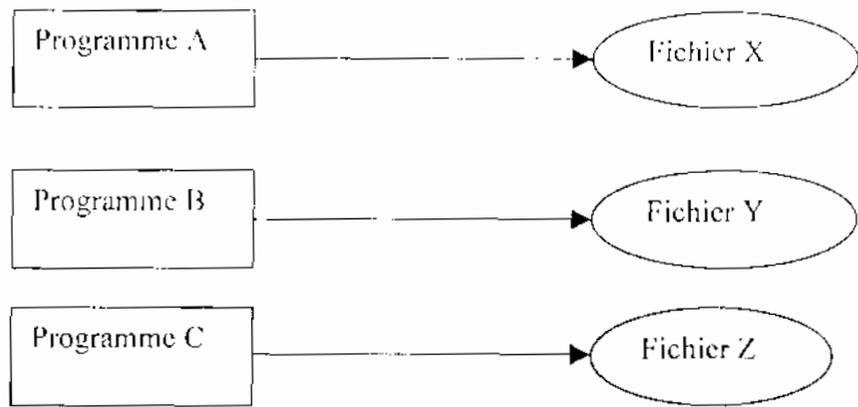
Les applications informatiques effectuent un **traitement de l'information**. Usuellement, l'information est composée d'ensembles de **données** sur lesquelles on applique des **programmes** (forme informatique des traitements) qui manipulent, transforment, créent les données.

Les données sont le plus souvent des valeurs de variables qui sont stockées dans des **fichiers** ; quand les fichiers sont **structurés**, c'est à dire quand il est possible d'identifier sans ambiguïté les valeurs des variables, le traitement est plus aisé. Si le fichier est **en vrac**, il devient plus difficile de trouver les valeurs que l'on peut être amené à utiliser et le traitement peut alors être considérablement ralenti.

On conçoit donc qu'une application informatique est constituée de traitements et de données, les premiers agissant sur les seconds.

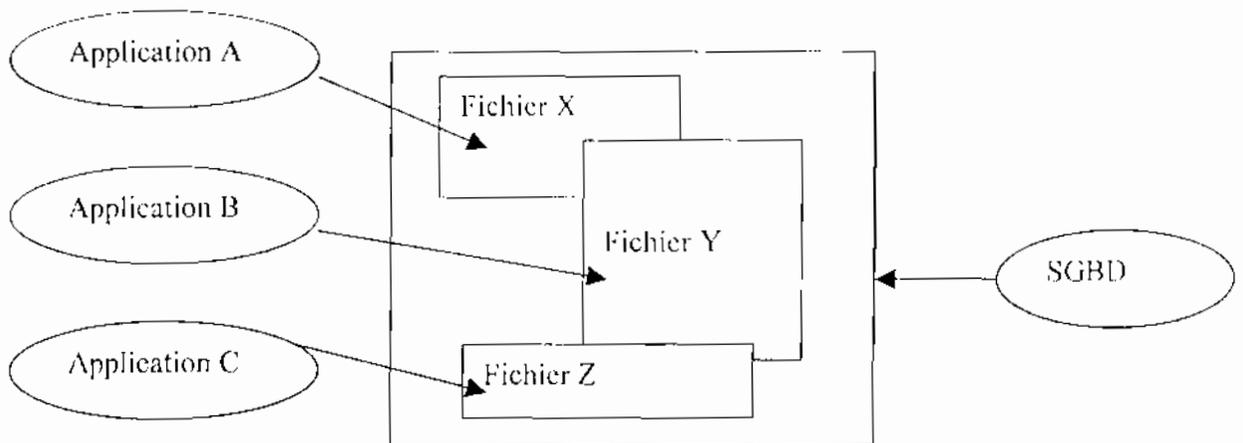


Dans les temps anciens de l'informatique de gestion, les données étaient indissociables des traitements. En effet, la structure des fichiers était définie dans le programme de manipulation de ces mêmes données, ce qui a conduit à une situation où dans un système d'information cohabitaient de nombreux couples traitements (programmes)-données (fichiers). Bien souvent ces couples traitements données étaient incompatibles entre eux et ne permettaient pas une certaine rationalité, en particulier l'élimination des redondances et des incohérences (certains fichiers peuvent se recouper et contenir les mêmes informations qui ne sont pas mises à jour de la même façon)



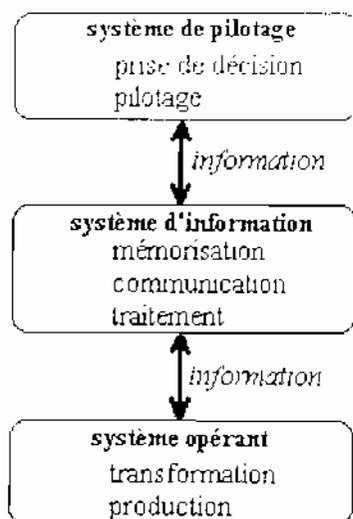
Pour remédier à cette situation, il a été proposé de séparer les données et les traitements ce qui a donné lieu à de grands progrès conduisant :

- à des méthodologies de conception et d'analyse (dont Merise est la plus connue) ;
- à la notion de base de données (et plus précisément au modèle relationnel).

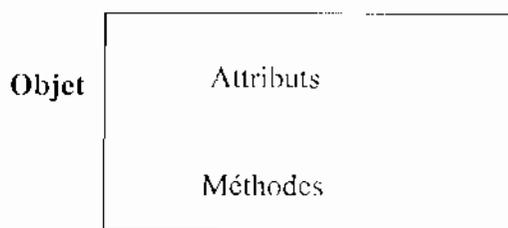


L'ensemble des données (base de données) est ici complètement autonome vis à vis des applications. La maintenance (création, ajout, suppression, mise à jour) est effectuée par un programme spécifique appelé **SGBD** (Systèmes de Gestion de Base de Données) qui ne peut être exécuté que par l'administrateur de la base de données qui, seul définit les droits d'accès aux données des utilisateurs (done des programmes d'application). On notera d'ailleurs qu'un utilisateur ne "voit" de la base que ce qui lui est permis de voir.

Pour ailleurs, la méthodologie de conception Merise, en particulier, que nous prendrons comme exemple, effectue de manière séparée la conception des structures de données et la conception des traitements.



Récemment d'autres approches ont commencé à s'imposer et parmi celles-ci, les approches orientées objet qui prennent le contre-pied radicalement des idées précédemment exposées. Dans les approches orientées objet, le concept fondamental est celui d'objet qui représente une modélisation d'entités et qui possède la grande particularité d'être "un tout" : un objet possède des caractéristiques ou attributs et, de ce fait, ressemble à un enregistrement de fichiers, mais il possède aussi des méthodes, c'est à dire des traitements le concernant. Un objet est donc l'encapsulation d'un ensemble données traitements.



Les objets appartiennent à des **classes**, qui elles-mêmes peuvent être des sous-classes de classes plus générales.

Bien que les approches orientées objet rencontrent un large succès, la plupart des systèmes d'information existants sont conçus sur la séparation des traitements et des données.

Nous choisissons la méthode **MERISE** comme méthode permettant la conception et le développement.

La méthode **MERISE** est une méthode de conception et d'analyse des systèmes d'information bien répandue d'une application informatique. Toute organisation peut être modélisée sous la forme de trois systèmes communicants : le **système de pilotage**, le **système d'information** et le **système opérant** :

En particulier, une entreprise peut être modélisée suivant ces trois systèmes ; le système de pilotage représente la direction de l'entreprise, c'est à dire l'équipe des personnes qui prennent des décisions ; le système opérant est constitué des personnes ou des dispositifs qui exécutent les tâches (production, ventes, gestion...) ; le système d'information est le dispositif de communication entre les deux systèmes précédents. Son but est quadruple :

- collecter les informations internes ou externes
- mémoriser les données manipulées par le système
- traiter les données
- transmettre des informations à l'intérieur et vers l'extérieur

Par conséquent, le système d'information gère et maintient les données de l'entreprise, offre aux utilisateurs une possibilité de recherche et d'interrogation. On peut donc résumer aux trois fonctions **traitement, communication, mémorisation** l'essence d'un système d'information

Le système d'information se compose de traitements et de données et, comme nous l'avons déjà signalé, Merise effectue la conception séparée de ces deux composants. En fait, Merise, dans sa forme standard, comporte trois grands niveaux d'abstraction : conceptuel, logique ou organisationnel, physique, ce qui, compte tenu de la séparation entre les données et les traitements, conduit à 6 modèles :

Données	Traitements	
Niveau conceptuel	MCD Modèle Conceptuel des Données	MCT Modèle Conceptuel des Traitements
Niveau organisationnel	MLD Modèle Logique des Données	MOT Modèle Organisationnel des Traitements
Niveau traitements	MPD Modèle Physique des Données	MOpT Modèle Opérationnel des traitements

Le niveau conceptuel correspond à la définition de ce que l'on veut obtenir et à la modélisation de la réalité (quoi ? que veut-on faire ?) ; le niveau organisationnel exprime en structures, en processus et en postes de travail, la manière dont le système d'information sera organisé (qui fait quoi ?, où ?, quand ?, comment ?) ; le niveau opérationnel est le niveau d'implémentation (avec quels moyens ?).

Nous examinerons en premier lieu le **Modèle Conceptuel des Données** (MCD), on étudiera ensuite plus précisément le **Modèle Logique des Données** (MLD) et le développement se fera sous le logiciel standard ACCES.

2 Modèle Conceptuel des Données

2.1 Graphe des flux

Le **graphe des flux** est très couramment la première étape de l'analyse d'un système. Il est une représentation graphique du transfert d'informations entre les différents **acteurs** concernés. Chaque acteur (au sens de correspondant d'un système d'information) est représenté par un ovale (pâle pour les acteurs internes, plus foncé pour les acteurs externes).

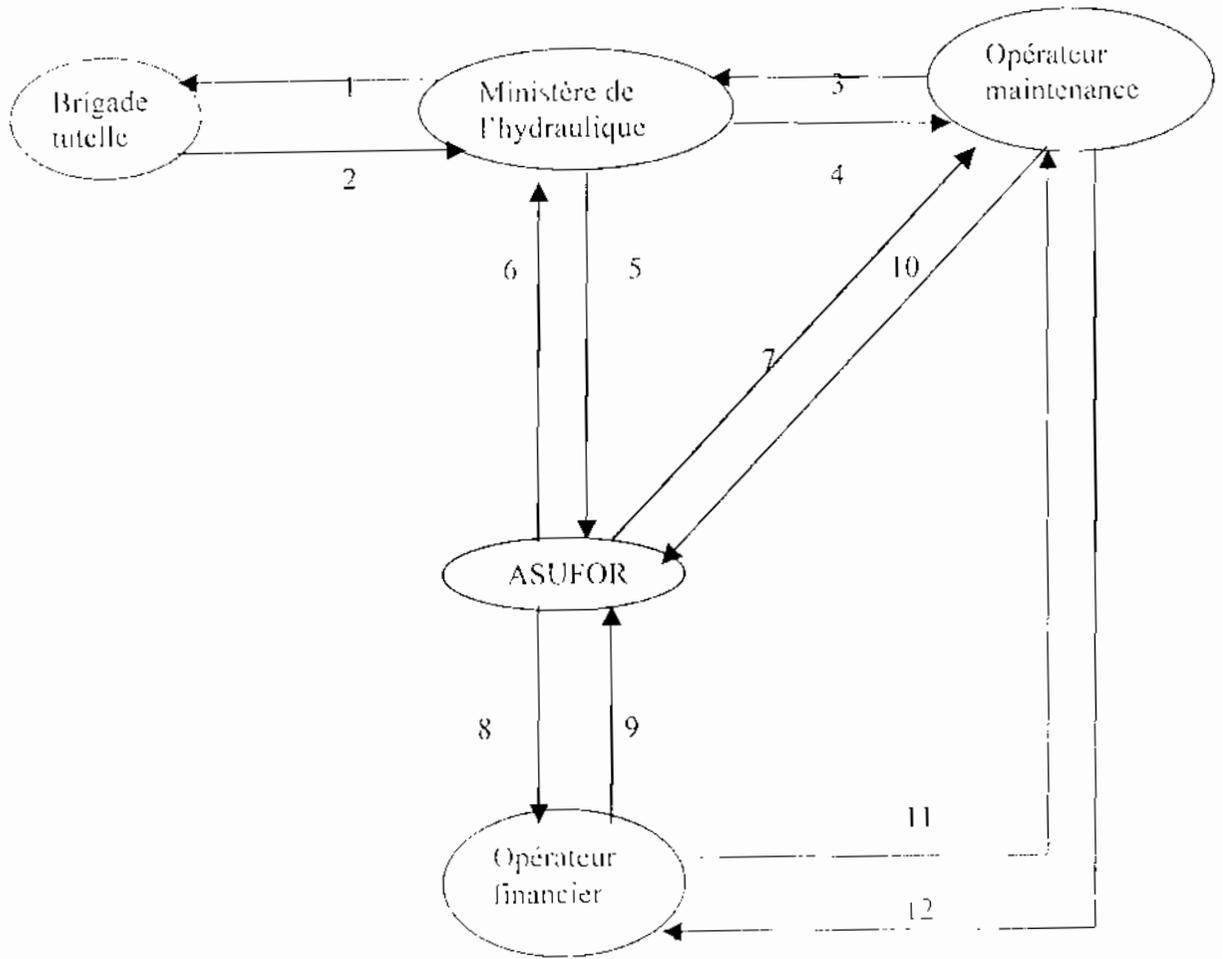


Fig.3.1:Graphe des flux

1 : ordres de service

7 : appel d'intervention

2 : rapports

8 : flux financiers

3 : rapports d'intervention

9 : relevés de compte

4 : ordres de service

10 : devis

5 : ordres de service

11 : relevés de rémunération

6 : rapport d'intervention

12 : factures

2.2 Dictionnaire de données

Les flux d'information sont composés d'informations élémentaires ou données ; chaque donnée est repérée, identifiée sans ambiguïté et placée dans un **dictionnaire des données**. Chaque donnée est affectée d'un nom unique et d'un libellé explicatif, puis une analyse plus poussée permet d'affecter à chaque donnée un type de donnée (numérique, texte, date, ...) une taille (nombre de caractères, nombre de décimales, ...) et des règles associées (format, mode de création, ...). L'établissement du dictionnaire des données fait appel à plusieurs sources : étude des documents actuellement utilisés, renseignements sur le terrain.

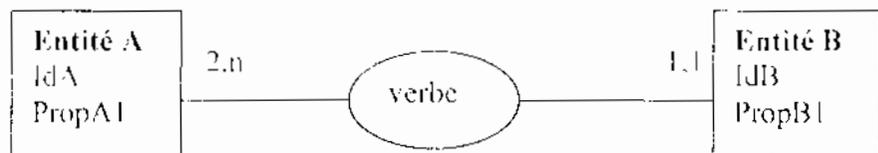
Développement d'une application de gestion de la maintenance

Nom Tables	Propriétés des entités	Type de données
ministere_hydraulique	ref_ministere	Texte
	contact_ministere	numerique
	contact_coodonnateur_projet	numerique
brigade	ref_brigade	Texte
	prenom_nom_chef_brigade	Texte
	contact_chef_brigade	numerique
forage	ref_forage	Texte
	niveau_statique	numerique
	niveau_dynamique	numerique
	profondeur_ouvrage	Texte
	nappe_captée	Texte
	village	Texte
	departement	Texte
systeme_exhaure	region	Texte
	num_exhaure	numerique
	type_exhaure	Texte
	marque	Texte
	type_pompe	Texte
	HMT	numerique
	RPM	numerique
asufor	Debit	numerique
	ref_asufor	Texte
	prenom_nom_president	Texte
	type_gestion	Texte
	date_installation	Texte
operateur_maintenance	num_licence	Texte
	date_signature_CMH	Texte
	nom_operateur_maintenance	Texte
motorisation	prenom_nom_coord_projet	Texte
	contact_coodonnateur_projet	numerique
	num_motorisation	numerique
	source_energie	Texte
	puissance	numerique
operateur_financier	modele	Texte
	marque	Texte
	nom_operateur_financier	Texte
operateur_financier	prenom_nom_coord_projet	Texte
	contact_coodonnateur_projet	Texte
		Texte

2.3 Les règles de gestion et contraintes d'intégrités

Le MCD est exprimé le plus souvent dans le formalisme entité association basé sur les concepts fondamentaux d'entité et d'association entre entités. Une entité est supposée modéliser un objet concret ou abstrait du monde réel ; l'entité est repérée sans ambiguïté par un identifiant unique (numéro, nom, matricule, ...). On peut considérer l'entité comme un type générique auquel se rattachent des instanciations ou occurrences. Un certain nombre de propriétés caractérise l'entité. On représente une entité par un rectangle dans lequel on place le nom de l'entité, son identifiant et ses propriétés.

Une association est une liaison entre entités : elle est usuellement désignée par un verbe, une cardinalité et possède, elle aussi, éventuellement, des propriétés. Les cardinalités sont pour chaque extrémité de l'association de la forme x, y où x et y désignent respectivement le nombre minimal et le nombre maximal d'occurrences de l'entité "lointaine" qui correspondent à l'occurrence "proche". Dans la figure ci-dessous qui représente une association entre deux entités A et B, la cardinalité 2,n indique qu'à une occurrence de A correspond au minimum 2 occurrences de B et au maximum n (indéfini) occurrences de B ; la cardinalité 1,1 signifie que à 1 occurrence de B correspond une et une seule occurrence de A.



L'exemple ci-dessus met en évidence une problématique importante. En effet, pour définir les associations et les cardinalités, il faut connaître les règles de gestion. La finalité de la base de donnée permet d'énoncer les règles de gestion suivantes :

- R1 : les ASUFOR, les brigades de tutelle, les opérateurs de maintenance et financier sont uniquement sous la tutelle du ministère de l'hydraulique.
- R2 : les opérateurs de maintenance et financier peuvent liés des contrats avec plusieurs ASUFOR
- R3 : Tous les opérateurs de maintenance et financier et les ASUFOR sont contrôlés par les brigades.

- R4 : Une ASUFOR peut coiffer plusieurs forages et ces forages peuvent comporter plusieurs types de systèmes d'exhaure et de motorisation.
- R5 : Un forage est uniquement exploité par une association d'usagers de forage

Dans une organisation, les règles de gestion ne sont pas toujours explicites et souvent même mal définies. Il convient donc, dans la construction du modèle, de les expliciter avec clarté.

En définitive, le MCD consiste en l'énumération de toutes les entités et de toutes les associations ; il se représente usuellement sous forme graphique.

2.4 Modèle de données et schémas

Au cours des différentes phases de vie de la base de données, plusieurs descriptions sont successivement élaborées, chacune répondant à un objectif déterminé et complémentaire.

Pour ce faire on fait appel à un langage formel basé sur un certain nombre de concepts bien établis.

On appelle **modèle de données** l'ensemble des concepts qui permettent la description d'une base et les règles d'utilisation de ces concepts. On appelle **schéma** d'une base de données l'expression de la description de la base de données obtenue en employant un modèle de données.

3 Schéma du modèle conceptuel de données proprement dit :

L'examen du graphe des flux, du dictionnaire des données, combiné avec les règles de gestion et la finalité de la base de données permet l'élaboration du modèle conceptuel qui décrit le fonctionnement de la base de données indépendamment des choix techniques d'implantation [1].

3.1 Recherche et représentation des principaux objets

A partir du dictionnaire de données et compte tenu de la finalité des orientations gestion, on peut identifier deux grandes catégories d'entité à savoir :

Entités relatives à la contractualisation :

- Ministère Hydraulique
- Opérateur maintenance
- ASUFOR : association d'usagers de forages
- Opérateur financier
- Brigades régionales de l'hydraulique

Entités relatives aux équipements :

- forage
- caractéristiques de motorisation
- caractéristiques d'exhaure

L'analyse du graphe des flux et des différentes relations entre les différentes entités composant la base donne le modèle conceptuel de données suivant :

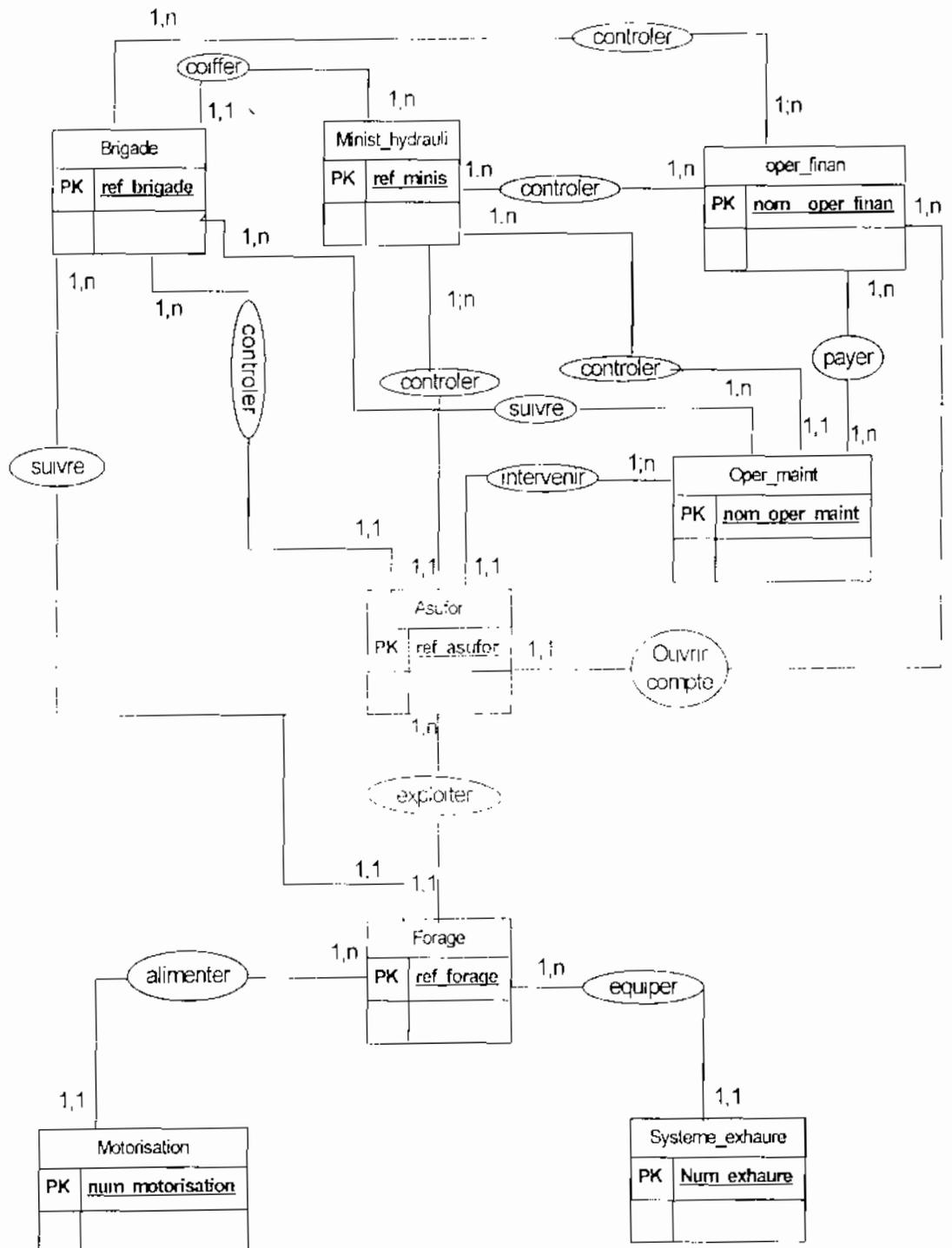


Fig.3.2 : Schéma brut du modèle conceptuel de données

3.2 Modèle logique de données

On appelle modèle logique ou modèle machinal le modèle sur lequel sera construit le système de gestion de la base de données. Le schéma obtenu en traduisant dans un modèle logique le modèle conceptuel de données est appelé schéma logique.

Le passage du modèle conceptuel de données au modèle logique de données obéit à des règles bien définies dans la méthode MERISE.

3.3 Règles de passage utilisées

Règle 1 : Table et clé primaire

Toute entité (objet de gestion) est transformée en tables. Les propriétés de l'entité deviennent les attributs de la table. L'identifiant de l'entité devient la clé primaire de la table.



Règle 2 : Relation binaire $(\dots, n) - (\dots, 1)$

La clé primaire de l'entité reliée par (\dots, n) devient clé étrangère de l'entité reliée par $(\dots, 1)$

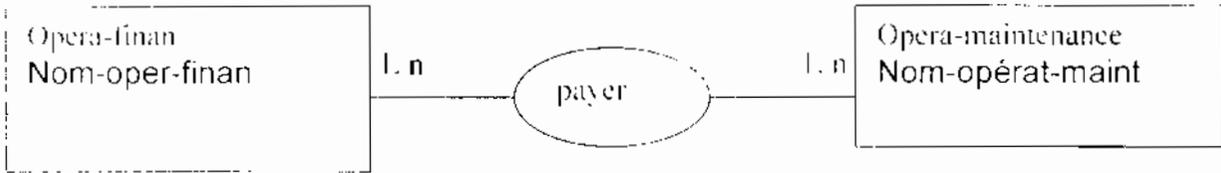


L'application de la règle 2 donne le résultat suivant :

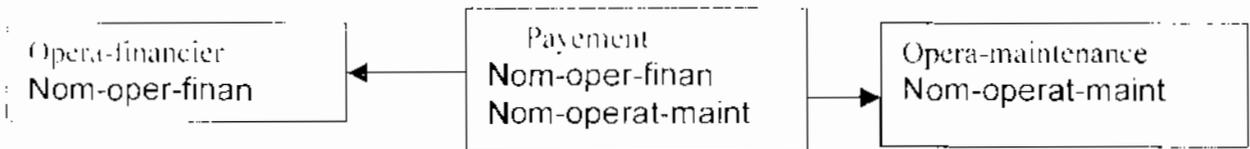


Règle 3 : relation binaire et ternaire $(... , n) \rightarrow \dots \rightarrow \dots \rightarrow (..., n)$

On crée une table supplémentaire ayant comme clé primaire une clé composée des clés primaires des deux entités. Lorsque la relation contient elle-même des propriétés, elles deviennent attributs de la table supplémentaire.



Par application de la règle 3, on a :



L'application de ces règles au MCD donne le MCD vérifié suivant qui nous permet de passer au développement sous ACCESS :

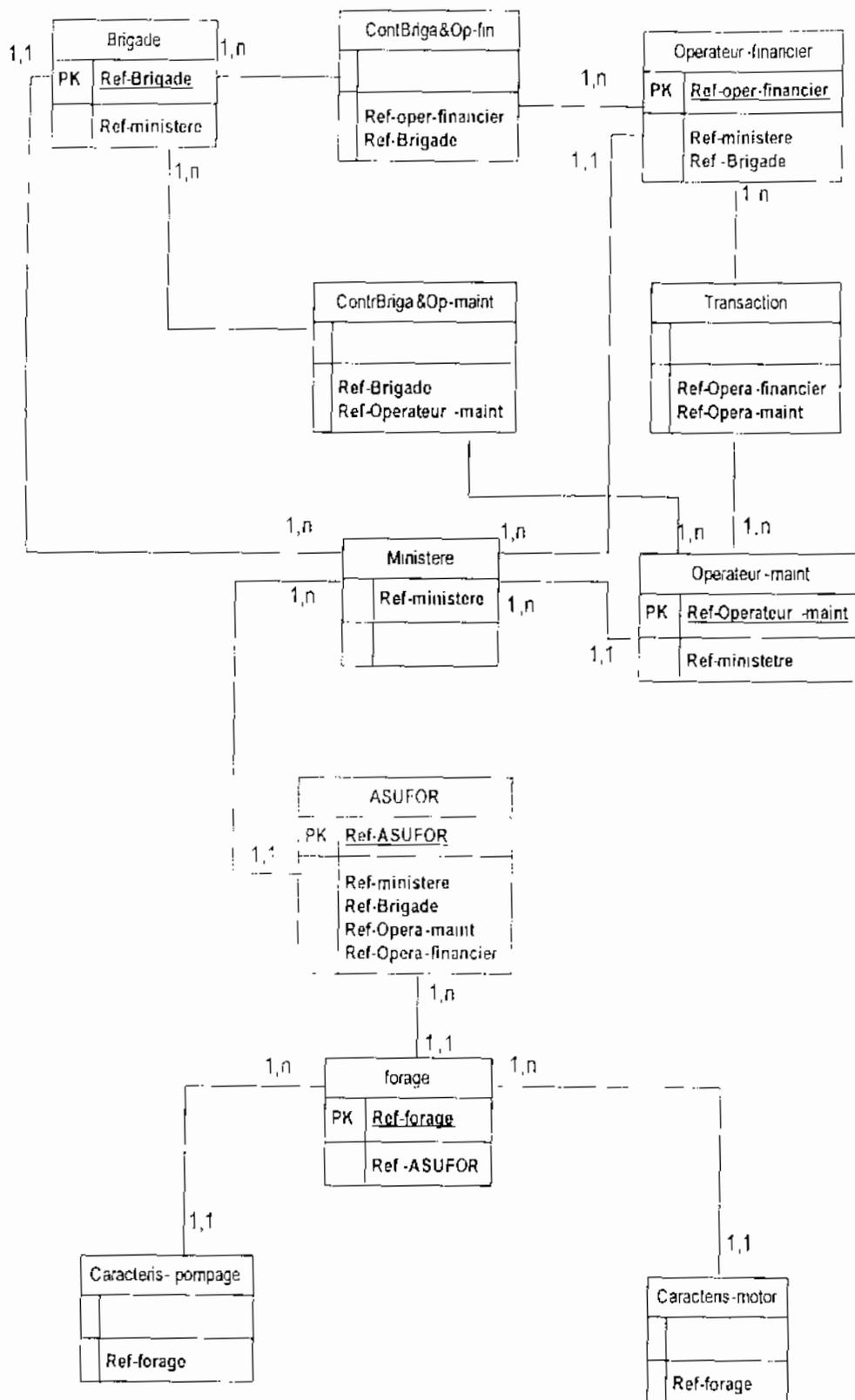


Fig.3.2 : MCD vérifié

CHAPITRE IV :

DEVELOPPEMENT DE L'APPLICATION

1. Présentation de ACCESS

Access est un système de gestion des bases de données relationnelles. Sa simplicité réside dans le fait qu'il intègre des macros facilitant les calculs.

2. Notion de table :

Une table est une collection de données relatives à une entité tel qu'un forage ou des brigades. L'utilisation d'une table distincte pour chaque entité permet de stocker les données d'une entité qu'une fois, et réduit les erreurs de saisie. Les tables organisent les données en colonnes (appelées champs) et lignes (appelées enregistrements).

Pour stocker les données, on crée une table pour chaque type d'information. Pour rassembler les données de plusieurs tables dans une requête, un formulaire ou un état ou une page d'accès aux données, on définit des relations entre les tables via un champ courant. Pour passer en modèle physique de données, il faut transformer en tables toutes les entités du modèle conceptuel vérifié et en champs toutes les propriétés des entités, d'où le résultat suivant :

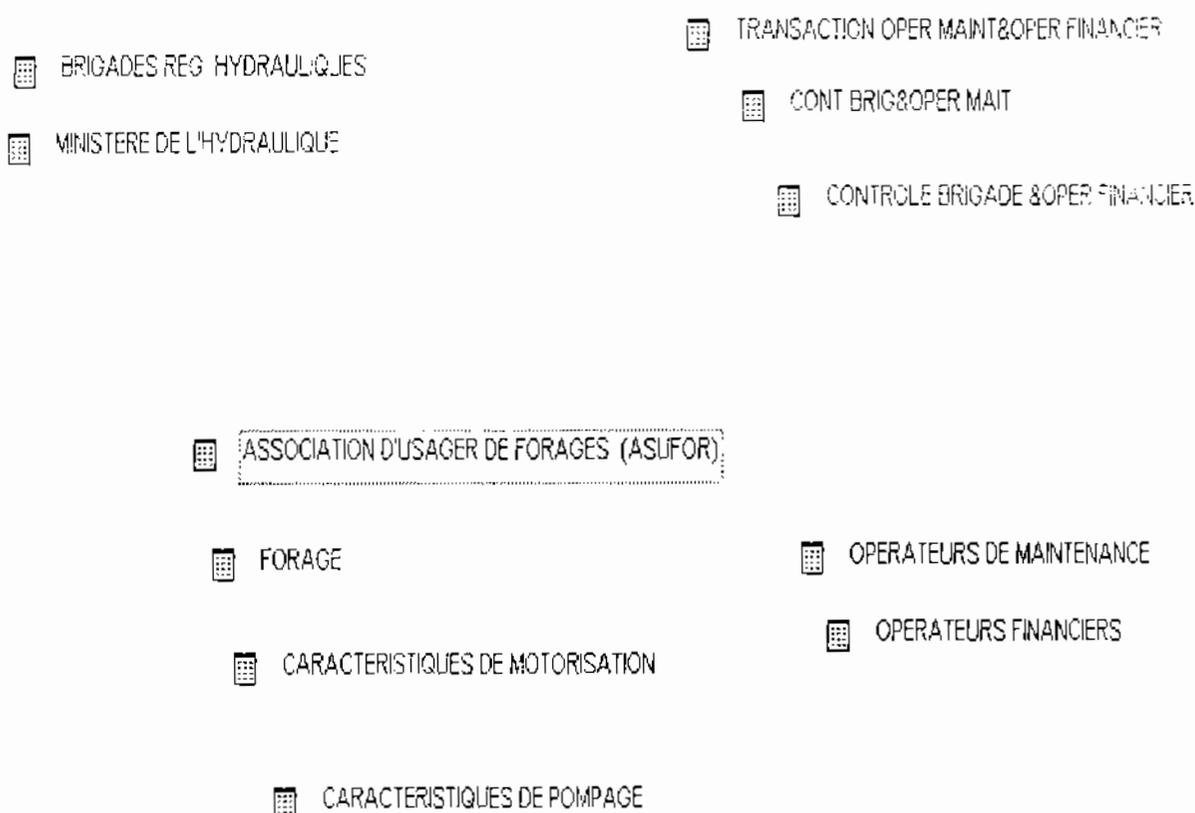


Fig. 4.1 : Les différents tables obtenues par transformation du MCD vérifié

En guise d'exemple l'entité brigade régionale hydraulique se transforme en la table suivante en mode création :

	Nom du champ	Type de données
🔑	ref_brigade	Texte
	ref_ministere	Texte
	prenom_nom_chef_brigade	Texte
	contact_chef_brigade	Numérique

Fig. 4.2 : table brigades hydrauliques régionales

Une fois la table est créée en mode création, on peut laisser le soin Microsoft ACCESS pour définir une clé primaire qui est le N° d'enregistrement ou personnaliser la ou les clés primaires souhaitées en sélectionnant, à l'aide du sélecteur de ligne, les champs voulu, puis on clique sur la clé primaire de la barre d'outils.

La clé primaire est un champ (colonne) dont la valeur identifie de manière unique chaque enregistrement d'une table. Une clé primaire n'accepte pas de **valeur Nulle** et doit toujours avoir un **index unique**. Elle permet d'associer une table à des clés externes d'autres tables. Une fois la clé primaire définie, Microsoft Accès demande de donner un nom à la table nouvellement créée, puis de par le bouton « ouvrir » on affiche la table pour saisie.

En mode feuille de données on a le résultat suivant pour la table brigade régionale hydraulique.



	ref_brigade	ref_ministere	prenom_nom_chef_brigade	contact_chef_brigade
▶	+ DIOURBEL	100	LAMINE KANE	5124585
	+ KAFFRINE	100	SOUMAYA DIOP	5811212
	+ KAOLACK	100	BOUNA SARR	4521021
	+ THIES	100	DIELANI DIOP	5485212
*				0

Fig. 4.3 : table brigade hydraulique mode feuille de données

3. Notion de formulaire :

Le formulaire permet d'afficher et de modifier le contenu d'une table de façon bien plus conviviale que le mode « feuille de données » qui ne permet qu'un affichage en lignes et colonnes.

De plus, le mode « feuille de données » ne permet l'affichage et la modification d'informations ne provenant que d'une seule table : le formulaire va nous permettre de manipuler au même endroit des informations provenant de plusieurs tables simultanément :

Les informations saisies ou modifiées dans le formulaire seront modifiées dans les tables à partir desquelles le formulaire a été créé.

Pour modifier ou enregistrer des informations des données sur la table ASUFOR il est plus convivial de passer par son formulaire correspondant suivant :

CETTE INTERFACE PERMET D'ENREGISTRER DES ASUFORS

Village	THIOFFIOR		
Communauté rurale:	INDIAFFATE		
Département	LAOLACK		
Région	Laolack	Type de gestion	gestion à risque
Références asufer	ASU005	Date d'installation	21/01/1999
Président Asufer	MASSATA FALL	Date de signature du CMH	01/08/2000
Contact président Asufer	654/25/53	Num licence d'exploitation	4520
Opérateur financier	CMS	Temps fonctionnement:	2h
Brigade tutelle:	LAOLACK		
Opérateur maintenance	EQUIP&PLUS		

FERMER

Ecr. 14 | 5 | sur 5

Fig. 4.4: formulaire ASUFOR

4. Les relations :

L'affectation des relations est essentielle pour un fonctionnement optimal de la base :

En effet, les relations sont la traduction des contraintes d'intégrités du modèle conceptuel de données vérifié sous Access. L'établissement des relations entre les différentes tables permet d'analyser et d'exploiter des données contenues dans différentes tables.

Dans la plupart des cas, on doit migrer le champ clé primaire (qui est affiché en gras) d'une table avec un champ correspondant d'une autre table (souvent du même nom) appelée clé étrangère. Les champs liés ne doivent pas obligatoirement avoir le même nom, mais ils doivent posséder le même type de données et contenir le même type d'informations. En outre, lorsque les champs correspondants sont des champs de type numérique, ils doivent avoir le même paramétrage de la propriété Taille Champ (Field Size).

Après migration des clés, le schéma des relations dans Access est le suivant :

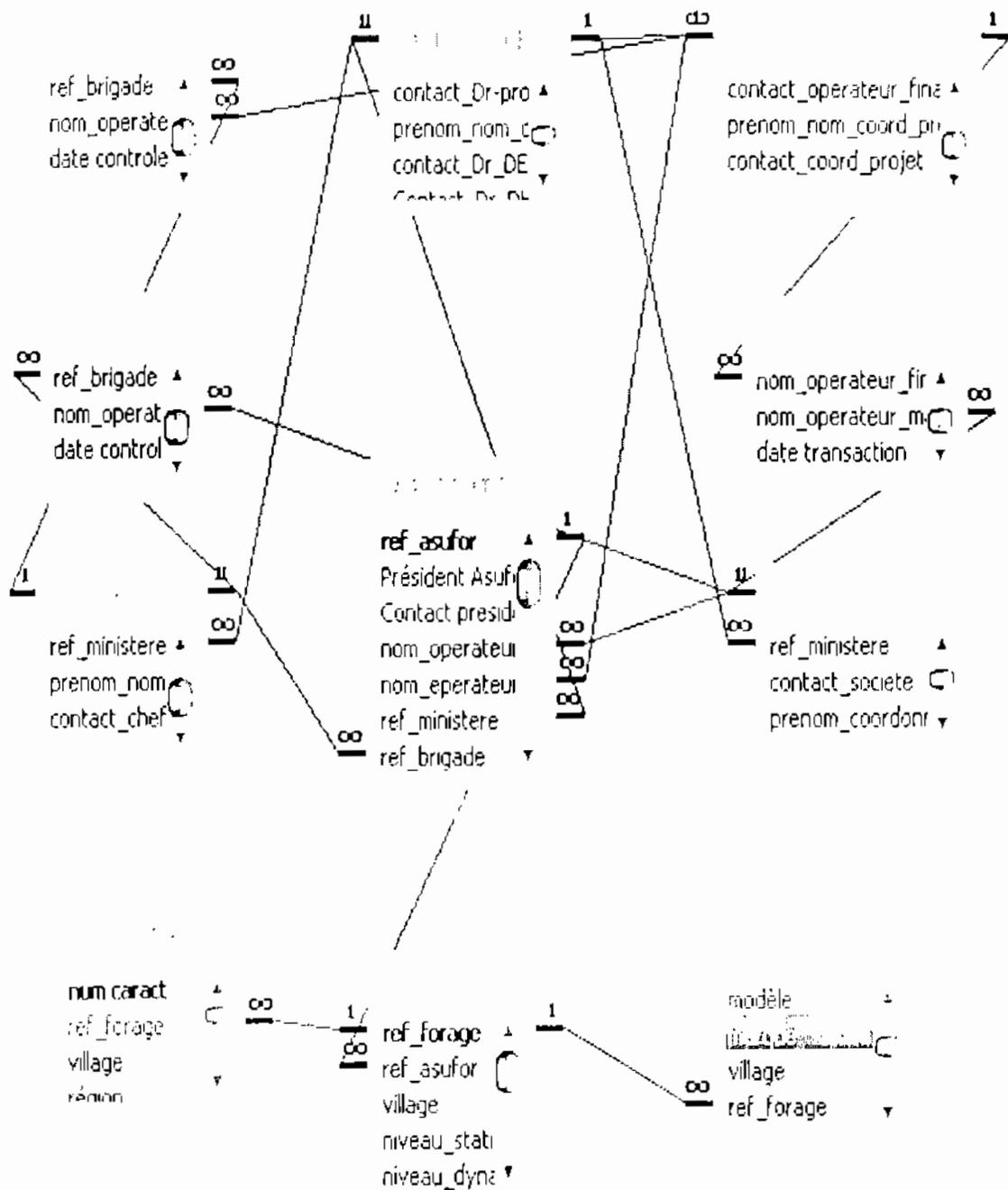


Fig. 4.5 : diagramme des relations sous Access

5. Les requêtes :

Les requêtes vont servir à afficher uniquement certaines données contenues dans les tables selon certains critères. Elles peuvent aussi faire des calculs sur des données, ainsi que créer des sources de données pour les formulaires, les états ou même d'autres requêtes (on peut faire une requête sur le résultat d'une autre requête). Elles servent encore à modifier des tables existantes ou à en créer des nouvelles.

Il existe différents types de requêtes que nous allons détailler après :

La requête sélection : C'est celle qu'on utilisera le plus souvent. Elle permet de sélectionner des enregistrements, de faire des calculs et des regroupements. Elles ressemblent beaucoup aux filtres, mais permettent, en plus, de travailler sur plusieurs tables simultanément.

La requête d'Analyse croisée : Cette requête présente ses résultats sous forme de tableau (de type Excel). On l'utilisera pour comparer des valeurs, dégager des tendances.

La requête de Création de table : Cette requête crée une table à partir des données qu'elle a extraites dans une ou plusieurs autres tables.

La requête Mise à Jour : Cette requête modifie le contenu d'un ou plusieurs champs d'une ou plusieurs tables. C'est le moyen le plus efficace pour mettre à jour un grand nombre d'enregistrements en une seule opération.

La requête Ajout : Cette requête ajoute les données qu'elle a extraites à la fin d'une table déjà existante.

La requête Suppression : Cette requête supprime un ou plusieurs enregistrements dans une ou plusieurs tables.

Pour prendre en compte les différents besoins exprimés dans le cahier de charges notamment les échéances de maintenance, il a fallu mettre en place une combinaison de plusieurs requêtes.

En guise d'illustration, la requête caractéristique hydrogéologique permet de déterminer les caractéristiques hydrogéologiques (niveau statique, niveau dynamique, profondeur ouvrage et les références géographiques) par site.

En mode création, la requête caractéristique hydrogéologique est la suivante :

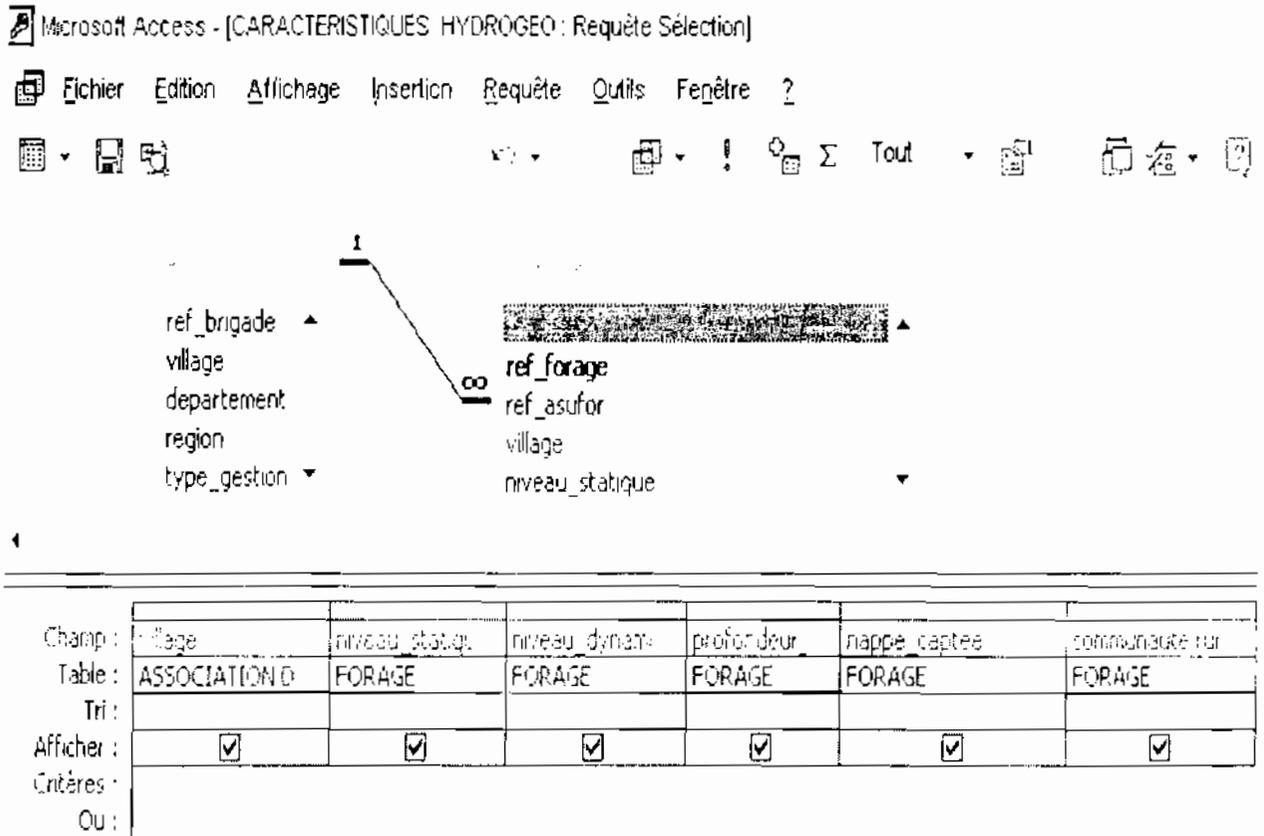


fig.4.6 : requête caractéristiques hydrogéologiques en mode création

En mode feuille de données la requête donne le résultat suivant :

Microsoft Access - (CARACTERISTIQUES HYDROGEO : Requête Sélection)

Fichier Edition Affichage Insertion Format Enregistrements Outils Fenêtre ?

	village	niveau_statique	niveau_dynamique	profondeur_ouvrage	nappe_captée	communauté_r	département	region
▶	FISSEL	8	14		50 MAESTRICHIE	FISSEL	MBOUR	THIES
	NGHAYE	10	15		25 PALEOSCIEN	NGHAYE	BAMBEY	DIORBEL
	BICOLE	12	19		50 MAESTRICHIE	DIARRERE	FATICK	FATICK
	BAKOBOF	11	17		45 PALEOSCIEN	TATTAGUINI	FATICK	FATICK
	THIOFFIOR	14	18		35 MAESTRICHIE	NDIAFFATE	KAOLACK	Kaolack

fig.4.7 : requête caractéristiques hydrogéologiques en mode feuille de données

6. Etats

Pour analyser des données ou les présenter d'une certaine manière pour obtenir des états de synthèses recoupant plusieurs informations provenant de différentes tables, il faut créer des états. Un état est une entité qui regroupe des données sous une présentation plus conviviale.

La présente application comporte neuf états de sorties :

 ECHEANCE MAINTENANCE: MODULE MOTEUR+GROUPE ELECTROGENE

 CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES

 CARACTERISTIQUES DE POMPAGE

 FICHE DE CONTRACTUALISATION

 ECHEANCE DE MAINTENANCE:MODULE POMPES

 ECHEANCE DE RENOUVELLEMENT:COMITE DIRECTEUR+A GENERALE

 Forages MT AYANT ATTEINT 1000h

 FORAGES AYANT ATTEINT 2000h

 FORAGES AYANT ATTEINT 6000h

Pour illustration, l'état fiche de contractualisation regroupe une somme d'informations relative à l'ASUFOR.

FICHE DE CONTRACTUALISATION

Village:

Communauté rurale:

Département:

Région:

Président Asufor:

Contact président Asufor:

Réf de brigade:

Chef de brigade:

Contact chef de brigade:

Opérateur maintenance:

Contact Opérateur de maintenance:

Opérateur financier:

contact Operateur financier:

Date d'installation:

Date de signature du CMH:

Num licence d'exploitation:

Temps fonctionnement:

b

Type gestion:

7. Interface de l'application :

Pour une présentation conviviale des différentes composantes de l'application, les formulaires et les états de sorties sont regroupés dans une interface sous forme de modules. La présente application comporte six modules qui sont les suivants :

└ MODULE:ADMINISTRATION

└ MODULE:PLANNING DE MAINTENANCE DES MOTEURS +GROUPE ELCTROGENES

└ MODULE:ETATS DE SYNTHESSES

└ MODULE:OPERATEURS

└ MODULE:TRANSACTIONS ENTRE OPERATEURS

└ MODULE:GESTION DES FORAGES

MODULE:ADMINISTRATION

MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE

BRIGADES REGIONALES DE L'HYDRAULIQUE

MODULE:PLANNING DE MAINTENANCE DES MOTEURS +GROUPE ELCTROGENES

FORAGES AYANT ATTEINT LES 2000 h

FORAGES AYANT ATTEINT LES 1000 h

FORAGES AYANT ATTEINT LES 6000 h

MODULE:ETATS DE SYNTHESSES

ECHEANCE DE RENOUVELLEMENT:COMITE DIRECTEUR+A G

FICHE DE CONTRACTUALISATION

ECHEANCE DE MAINTENANCE:MODULE POMPES

ECHEANCE DE MAINTENANCE:MODULE MOTEUR+GROUPE ELECTROGENE

CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES

CARACTERISTIQUES DE POMPAGE

MODULE:OPERATEURS

OPERATEURS FINANCIERS

OPERATEURS DE MAINTENANCE

MODULE:TRANSACTIONS ENTRE OPERATEURS

CONTROLE BRIGADES OPER MAINTENANCE

CONTROLE BRIGADESOPER FINANCIER

TRANSACTIONS OPER MAINTENANCESOPER FINANCIERS

MODULE:GESTION DES FORAGES

FORAGES

ASSOCIATION D'USAGERS DE FORAGES

CARACTERISTIQUES DE MOTORISATION

CARACTERISTIQUES SYSTEME DE POMPAGE

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Au total, avec la présente base de données il est possible :

- de maîtriser les caractéristiques techniques et hydrogéologiques des forages.
- de faire le suivi de la périodicité des échéances de maintenance conformément au cahier de charges.
- de disposer d'un planning de renouvellement des instances de direction des ASUFOR.

Néanmoins l'efficacité de la base de données repose essentiellement sur le paramètre temps de fonctionnement journalier des forages. En effet la précision des résultats des macros de calcul des échéances de maintenance dépend du temps de fonctionnement journalier des forages

.En ce sens nous recommandons à la DEM doit prendre toutes les dispositions pour que le relevé de ce paramètre soit aussi fidèle que possible mais également qu'il soit respecté par les conducteurs de forages .

De manière générale un renforcement des compétences informatiques du personnel de la DEM est à envisager.

Après installation de ce module au niveau des brigades nous suggérons une formation complémentaire des chefs de brigades pour une exploitation optimale de la base.

Le transfert effectif de la maintenance des stations de pompage au secteur privé représente l'objectif essentiel de la mise en œuvre de la réforme REGEFOR.

L'esprit de la réforme est une innovation majeure dans le domaine de la gestion des forages ruraux motorisés au SENEGAL.

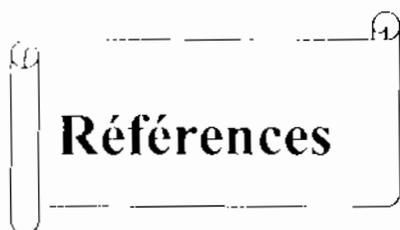
Le caractère expérimental du projet REGEFOR appelle les constats suivants :

En termes de logistique, par rapport aux objectifs ciblés, la cellule pilote est sous équipée notamment en véhicules tout terrain pour accéder aux différents sites de même que le personnel du projet est très limité.

Il convient également de souligner que la DEM doit, à travers ses brigades assurer avec rigueur le suivi des prestations effectuées par l'opérateur privé de maintenance d'autant plus que les ASUFOR n'ont pas les moyens techniques de vérification.

Dans la perspective de généralisation de la réforme de gestion des forages ruraux motorisés, la Division de l'Exploitation et de la Maintenance doit nécessairement recadrer ses activités et se doter d'une organisation adaptée à ses nouvelles missions.

Enfin l'expérience du projet REGEFOR et l'expertise des acteurs de la phase pilote sont à capitaliser lors de la phase de la généralisation.



Références

Documents écrits

[1] J.GABAY, MERISE études de cas, Edition MASSON.

[2] Notes de cours de système d'informations, Pr OMAR NIANG ESP
Thiès ,2005.

Ressources informatiques

[3] Cours ACCESS, GOMULTIMEDIA

ECHEANCE DE MAINTENANCE

Village: NGHAYE

Communauté rurale: NGHAYE

Département: BAMBEY

Région: DIOURBEL

Date renouvellement comité
du directeur de l'ASUFOR : 01/09/200

Date de réunion de
L'assemblée générale: 01/09/2002

FICHE DE CONTACTUALISATION

Village: FISSEL
Communauté rurale: FISSEL
Département MBOUR
Région: THIES

Président Asufor: Birame sow

Contact president Asufor: 5210012

Réf de brigade: THIES
Chef de brigade: DIELANI DIOP
Contact chef de 5485212

Opérateur maintenance: MATFORCE

Contact Opérateur de maintenance: 5214552

Opérateur financier: SGBS

Contact Opérateur financier: 9512512

Date d'installation: 01/04/2000

Date de signature du CMH: 02/05/2001

Num licence d'exploitation: 120

Temps fonctionnement: 3 h

Type gestion: gestion à risque

ECHEANCE DE MAINTENANCE:MODULE POMPES

Village: BAKOBOF

Département: FATICK

Région: FATICK

Communauté rurale: TATTAGUINE

**Date de signature du
CMH:** 02/03/2000

Date d'installation: 04/01/1999

Temps fonctionnement: 6 h

Fin échéance 2000h: 29/01/2001

Fin échéance 8000h: 26/10/2003

Fin échéance 3ans: 02/03/2003

ECHEANCE MAINTENANCE:MOTEUR+GROUPE ELECTRO

Village: BICOLE

Département FATICK

Région: FATICK

Communauté rurale: DIARRERE

Source énergie: MOTEUR THER

Temps fonctionnement: 4 h

Fin échéance 1000h: 08/12/1999

Fin échéance 2000h: 14/08/2000

Fin échéance 6000h: 11/05/2003

CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES

Village: THIOFFIOR

Communauté rurale: NDIAFFATE

Département: KAOLACK

Région: Kaolack

Niveau statique: 14 m

Niveau dynamique: 18 m

Profondeur ouvrage: 35 m

Nappe captée: MAESTRICHIEN

CARACTERISTIQUES DE POMPE

Village: BAKOBOF

Ref_forage: 114*0082

Communauté rurale: NGHAYE

Département: BAMBEY

Région : DIOURBEL

Source énergie : MOTEUR THER

Type pompe: EPAV

Marque: CAPRARI

Modèle: P6M/3/20/xx

Débit: 40 m³/h

HMT: 45 m

RPM: 1500 tr/mn

Production

Journalière : 200 m³

TOUS LES FORAGES AYANT ATTEINT 2000h

Village: BAKOBOF

Communauté rurale: TATTAGUINE

Departement: FATICK

Region: FATICK

Fin échéance 2000 h:29/01/2001

Fin échéance 1000h:	15/08/2000
Fin échéance 6000h:	27/11/2002
Fin échéance 8000h:	26/10/2003
Echéance 3ans:	02/03/2003