

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

Gm. 0222

PROJET DE FIN D'ETUDES

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

TITRE : GESTION DE LA MAINTENANCE DES
FORAGES MOTORISES AU SENEGAL

DATE : Juin 1990

AUTEUR : CHEIKH OUMAR TALLA
DIRECTEUR : PAUL DEMBA
CO-DIRECTEUR : NGOR SARR

A la mémoire de mon père
A ma brave mère
A mon oncle Mohamed El Hady Bal
A mes frères et soeurs
A tous mes cousins et cousines
A tous ceux qui me sont chers

Je dédie cette oeuvre

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail à la fois éprouvant et exaltant, le moment est venu d'exprimer mes plus vifs remerciements à tous ceux qui ont participé à la conception de cette oeuvre.

Il m'est particulièrement agréable de remercier mon directeur de projet Mr Paul Demba pour le soutien multiforme qu'il m'a constamment apporté tout au long de l'année.

Mes remerciements vont également à Mr Ngor Sarr dont les précieux conseils ont été pour moi d'un grand secours.

Mr Abdoulaye Sène, directeur du génie rural et de l'hydraulique, malgré ses lourdes charges a bien voulu nous faire l'honneur de co-diriger ce projet de fin d'études. Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Mr Daouda Gningue chef de la division maintenance de Louga a fait montre d'une grande disponibilité en nous procurant des données et informations indispensables. Nous lui témoignons ici notre profonde reconnaissance.

Nous remercions particulièrement les polytechniciens Amadou Ndiaye, Magaye Youm et Lamine Mbaye ainsi que tous les cadres de la direction du génie rural et de l'hydraulique de leur soutien efficace pour la concrétisation de ce rapport .

Je remercie également les ingénieurs polytechniciens de Matforce dont l'expérience et la diligence ont énormément contribué à la réalisation de ce travail.

Enfin, je remercie l'élève-ingénieur Boubacar Khouma pour son concours à l'élaboration de ce rapport.

Sommaire

Dans un pays en développement comme le nôtre où les ressources financières sont très limitées, les investissements consentis par les bailleurs de fonds doivent être rentabilisés à fond. Ceci passe nécessairement par une politique de maintenance sérieuse visant à assurer une disponibilité maximale des équipements. Nonobstant cet aspect fondamental, les forages motorisés représentent souvent un élément clé dans l'approvisionnement en eau des populations rurales et de leur cheptel.

Notre étude qui s'inscrit dans le cadre global d'une amélioration sensible de la politique de maintenance des ouvrages hydrauliques se présente dans une première partie comme une étude rétrospective des problèmes et difficultés actuellement rencontrés en vue d'établir un diagnostic.

Une telle analyse nous a permis au deuxième chapitre de proposer une politique de maintenance visant à mettre en place des ateliers (couvrant l'ensemble du territoire national) pour l'entretien des équipements motorisés des forages.

L'objet du troisième chapitre est l'étude d'implantation de l'atelier central que nous avons proposé de mettre en place.

Une étude économique devait logiquement suivre pour évaluer les besoins de financement nécessaires à l'implantation de l'atelier central proposé.

Des conclusions et recommandations faisant un tour d'horizon du travail effectué sont enfin présentées.

TABLE DES MATIERES

<u>MATIERE</u>	<u>PAGE</u>
Remerciements	i
Sommaire	ii
Table des matières	iii
Introduction	1
<u>CHAPITRE 1</u> : Le contexte actuel	3
1.1/ Structures actuelles	4
1.2/ Organisation fonctionnelle de la maintenance ..	5
1.3/Situation des équipements	7
1.3.1:Forages	7
1.3.2:Moteurs Diesel et groupes électrogènes .	8
1.4/Pratique de la maintenance	9
1.5/Perspectives de la maintenance	13
<u>CHAPITRE 2</u> :Politique de gestion de la maintenance	15
Introduction	15
2.1/Définition du volume de travail	16
2.1.1 : Entretien préventif	17
2.1.1.1 : Moteur Diesel	17
2.1.1.2 : Moteur électrique	19
2.1.1.3 : Pompe à colonne montante ...	19
2.1.1.4 : Le captage	20

2.1.1.5 : Reservoir	20
2.1.1.6 : Tuyauterie	20
2.1.1.7 : Vannes	20
2.1.1.8 : Compteurs	20
2.1.2 : Réparations	21
2.1.3 : Encadrement et suivi des conducteurs de forage et des comités de gestion .	22
2.1.4 : Gestion pratique des ateliers	22
2.1.5 : Taches de formation	23
2.2/Localisation des ateliers	24
2.2.1 : Localisation de l'atelier central	24
2.2.2 : Localisation des ateliers secondaires	26
2.3/Besoins en équipements	30
2.3.1 : Equipements pour les ateliers secondaires	31
2.3.2 : Equipements pour l'atelier central ...	31
2.3.2.1 : Machines -outils	32
2.3.2.2 : Equipements de chaudronnerie - tuyauterie .	32
2.3.2.3 : Equipements pour le garage .	33
2.4/Besoins en personnel	33
2.4.1 : Equipes d'intervention	33
2.4.2 : Equipes de base	36
2.4.2.1 : Equipes de base pour l'atelier central	37
2.4.2.2 : Equipes de base pour les	

3.2.5 : Détermination de l'espace	52
3.3/Implantation détaillée	59
3.3.1 : Atelier constructions métalliques	60
3.3.2 : Atelier machines -outils	61
3.3.3 : Atelier moteur	62
3.3.4 : Secteur administratif	63
3.3.5 : Services annexes	65
3.3.5.1 : Toilettes	65
3.3.5.2 : Conciergerie	66
3.4/Implantation définitive	66
<u>CHAPITRE 4</u> : Etude économique	68
4.1/Dépenses d'investissement	68
4.1.1 : Terrain	68
4.1.2 : Coût des batiments	68
4.1.3 : Equipements	69
4.2/Dépenses d'exploitation	69
4.2.1 : Electricité	69
4.2.2 : Eau	70
4.2.3 : Amortissement des équipements	70
4.2.4 : Coût d'entretien	71
4.2.5 : Téléphone	71
4.3/Rentabilité économique du projet	72
<u>CHAPITRE 5</u> : Conclusions et recommandations	75

ANNEXE A: Aspects de la gestion des stocks	77
ANNEXE B: Spécifications techniques d'équipements	80
ANNEXE C: Estimation de puissance	86
ANNEXE D: Inventaire des coûts de l'atelier central ...	88
ANNEXE E: Schémas d'implantation	91
BIBLIOGRAPHIES ET REFERENCES	92

Introduction

Le Sénégal a depuis longtemps fait de la maîtrise de l'eau, une priorité. Cette option politique se manifeste par la mise en oeuvre d'infrastructures pour l'exploitation et la mise en valeur de la ressource hydraulique (barrages, forages).

Compte tenu des investissements considérables consentis dans ce domaine, les pouvoirs publics se doivent de porter un accent particulier sur la maintenance des équipements acquis au terme de négociations ardues avec les bailleurs de fonds.

Cette exigence a été bien comprise par le gouvernement du Sénégal dont le crédo actuel est la mise en exergue de l'aspect entretien et maintenance des équipements existants.

Dans le domaine particulier de l'hydraulique, la maintenance des équipements de forage est rendue plus indispensable par la nécessaire continuité de la distribution de l'eau dans le milieu rural.

Forts de toutes ces considérations, nous avons voulu faire un tour d'horizon de la question dans le but de proposer une alternative pour la résolution des problèmes d'entretien et de maintenance des forages motorisés.

Dans ce but, nous nous sommes fixés l'objectif de circonscrire tour à tour les aspects suivants de la question :

- le contexte actuel de la Direction de l'entretien et de la maintenance
- la mise au point d'un modèle de gestion de la maintenance

-l'implantation de l'atelier central

-l'évaluation économique du projet

L'étude de ces différents points a abouti à des conclusions et recommandations allant dans le sens d'une amélioration sensible de la politique de maintenance actuellement en vigueur .

La direction de l'entretien et de la maintenance (DEM) est un service national du ministère de l'Hydraulique ayant en charge la gestion, l'exploitation et la maintenance des forages motorisés en milieu rural sénégalais.

L'exhaure constitue souvent la seule solution viable pour la satisfaction des besoins en eau des populations et du cheptel en zone rurale . Dès lors les forages représentent des infrastructures hydrauliques dont l'importance n'est plus à démontrer.

Pourtant, la dispersion sur le plan géographique des forages, la diversité des équipements existants et le caractère sensible de la ressource hydraulique sont autant de facteurs qui rendent difficiles les actions de la DEM, d'autant plus que les ressources financières ne sont pas toujours suffisantes.

En effet, concernant la dispersion des ouvrages, il convient de noter que le Sénégal compte à l'heure actuelle, plus de six cents (600) forages motorisés couvrant pratiquement tout le territoire du pays devant un nombre réduit de structures d'intervention. Cette situation rend difficile les interventions à cause des distances élevées à couvrir (parfois plus de 300 km).

D'autre part, il se trouve que beaucoup d'infrastructures hydrauliques ont été acquises grâce à la coopération internationale. Or, les bailleurs de fonds choisissent en toute indépendance les équipements qu'ils entendent installer. De ce

fait, la DEM se retrouve avec un matériel dont la diversité complique davantage les tâches de maintenance.

Enfin, la DEM gère un domaine très sensible qui est celui de l'eau en milieu rural dans un contexte marqué par la rareté des ressources en eau de surface. En effet dans certaines localités le forage est pratiquement le seul moyen dans l'approvisionnement en eau, et lorsqu'une panne survient, l'intervention rapide et efficace est exigée. Ce qui, dans le contexte actuel caractérisé par le manque de moyens humains et logistiques relève carrément de l'hypothèse.

1.1 Structures actuelles

Dans le but de remplir la mission qui lui est confiée, la DEM est structurée comme suit:

-une **division de l'exploitation (DE)**, responsable du fonctionnement des équipements. Elle gère les sections régionales et encadre les comités de gestion. elle s'occupe des opérations de l'entretien préventif, de la gestion des réseaux de distribution d'eau, du ravitaillement en carburant des stations de pompage et de l'approvisionnement des sections régionales en pièces de rechange et en outillage.

-une **division de la maintenance (DM)**: chargée des grosses réparations et des révisions générales de matériel. Elle est également responsable des travaux neufs et prend en charge les magasins et les ateliers centraux, les équipes d'intervention et les équipes de base.

-le bureau d'étude et de la programmation (BEP), chargé d'effectuer les études d'amélioration de la productivité, d'établir les cahiers de charges techniques de contrats et marchés, de présenter les charges récurrentes de fonctionnement des installations et d'établir le programme global de la DEM.

-le bureau de gestion, responsable de l'élaboration et de l'exécution du budget, de la gestion du personnel et des services généraux.

-les sections régionales: Au nombre de sept (7), situées à Kaolack, Louga, Tambacounda, Matam, Linguère, Ndioum et Diourbel, elles constituent les cellules d'intervention de la DE.

1.2 Organisation fonctionnelle de la DEM

Dans la pratique, le rôle de la DEM se limite à assurer le suivi des forages (motorisés pour la plupart) à partir des structures internes suivantes:

-les sections régionales qui s'occupent des opérations d'entretien préventif et de dépannage mineurs sur les équipements. Elles effectuent également les opérations liées aux réseaux d'adduction d'eau et des infrastructures de stockage.

Des visites mensuelles sont prévues aux termes desquelles la section procède aux opérations d'entretien courant (vidange, graissage, resserrage des équipements, etc...) .

-la Division Maintenance dispose d'équipes d'intervention lourde spécialisées dans les grosses réparations et les interventions

spécifiques telles que relèvement de pompes, révision de moteurs et de pompes, travaux neufs et autres. Cette division est également dotée d'équipes dites de "base" dont la vocation est la réalisation des travaux neufs d'équipements sommaires, de remise en état d'ouvrages et d'équipements dans le domaine du génie civil, de la chaudronnerie, de la production, du transport et de la distribution d'eau des réseaux ruraux.

En vue d'assurer une bonne coordination de l'information, une relation fonctionnelle très étroite existe entre la DE, la DEM et la DM. EN effet, la DE répercute les pannes et anomalies en instance de réparation au niveau de la DEM qui, après une analyse critique soumet le dossier à la DM qui effectue la programmation des interventions en fonction des priorités et des contraintes du moment. L'exécution du programme est réalisée après avis favorable de la DEM. Cette dernière est ainsi, aussi bien à l'amont qu'à l'aval de toute action significative de maintenance.

Le bureau de gestion basé à Dakar , se charge de l'approvisionnement en matériel, matériaux, carburants, lubrifiants et matériels de bureau. Il est également responsable de la répartition de ces ressources entre les différents services de la DEM. Les pièces de rechange, les accessoires divers, les lubrifiants et une partie du carburant reviennent à la DM qui dispose d'un magasin central pour le stockage du matériel dont il a besoin pour remplir sa mission.

L'organisation interne de la DEM a permis jusqu'à présent d'assurer un niveau de service relativement acceptable.

Cependant, des difficultés de toutes natures entravent la bonne marche des services de la DEM:

-le contexte économique actuel où l'austérité est de rigueur impose une diminution des crédits budgétaires alloués à la DEM alors que parallèlement le nombre de forages augmente, rendant encore plus sensible cette diminution des moyens.

-une diminution progressive en quantité et en qualité du personnel de la DEM suite aux départs à la retraite, départs volontaires etc...

-le manque d'enthousiasme du personnel, conséquence des nombreux contrôles effectués sur les déplacements des équipes d'intervention en ce qui concerne les moyens mis à leur disposition (carburant en particulier).

-le manque d'autonomie de la DEM face aux pressions politiques et religieuses qui, à la limite, tendent à bouleverser en profondeur les programmes d'activité de la DEM.

1.3 Situation des équipements

1.3.1 Forages

L'agriculture et l'élevage ayant constitué depuis fort longtemps des activités essentielles au Sénégal, la ressource hydraulique a depuis longtemps été une nécessité vitale. La pluviométrie ayant progressivement diminué, il était nécessaire d'exploiter les

ressources souterraines grâce à des forages profonds. Déjà au lendemain des indépendances, le Sénégal comptait 46 forages légués par l'administration coloniale. Par la suite, le gouvernement du Sénégal a maintenu la tendance en réalisant une moyenne d'environ dix forages par an.

A l'heure actuelle, le Sénégal compte plus de 600 forages motorisés.

1.3.2 Moteurs Diesel et groupes électrogènes

Ce parc est constitué de moteurs Diesel et de groupes électrogènes. Il y a actuellement en service environ 490 moteurs et 100 groupes électrogènes.

1.3.3 Pompes

La DEM dispose de pompes à axe vertical couplées à des moteurs Diesel et d'électropompes alimentées pour l'essentiel par des groupes électrogènes.

Il convient de préciser que 5 de ces électropompes sont alimentées par le réseau national de la SENELEC.

Nous avons déjà souligné que la diversité des équipements était un handicap dans la définition et l'application d'une politique cohérente de maintenance. Cependant, malgré cette difficulté de taille, le taux de disponibilité des forages est largement

satisfaisant. En effet, ce taux était de l'ordre de 88 % entre février 1988 et Avril 1989. Il est défini par la formule:

$$\text{Taux (\%)} = 100 * (T - A) / T$$

T: nombre de forages en service,

A: nombre de forages à l'arrêt à la période considérée

Ce taux élevé s'explique en partie par la relative jeunesse de l'essentiel des équipements. En effet, une étude réalisée par Mamadou Barry dans son projet de fin d'études (EPT 89) montre que 55% des forages motorisés actuels datent de moins de 6 ans. Or, la durée de vie moyenne d'un moteur est de 7 ans et celle d'une pompe de 10 ans. Telle est la raison pour laquelle une bonne partie des équipements actuels ne rencontrent guère de pannes sérieuses.

1.4 Pratiques de la maintenance

Il s'agit à ce niveau d'analyser les différents aspects de la maintenance telle que pratiquée par la DEM en vue de dégager les difficultés rencontrées dans le contexte actuel.

Les moyens de communication jouent un rôle déterminant en ce qui concerne la circulation de l'information dans la gestion quotidienne de la maintenance. C'est dans cette optique que la DEM dispose en plus du téléphone d'un réseau de radio à ondes courtes assurant l'essentiel des communications orales de l'information.

En ce qui concerne le matériel roulant (voitures légères, camions, engins lourds), le parc souffre d'une insuffisance notable en véhicules, aggravée par le fait que les véhicules disponibles se trouvent pour la plupart dans un mauvais état de fonctionnement. Quant on connaît l'importance des véhicules dans la coordination des actions et surtout pour l'intervention, on s'imagine sans peine le pourquoi de l'augmentation des durées d'intervention et par conséquent des coûts de maintenance.

Au niveau des moyens humains, le constat d'insuffisance en quantité et en qualité demeure. Face à l'augmentation annuelle du nombre de forages, le personnel demeure étrangement stationnaire.

Cette insuffisance se fait sentir aussi bien au niveau des sections régionales qu'au niveau des instances de direction comme la DM et la DEM.

Au niveau des directions de service, le manque de personnel se fait sentir sur le personnel d'encadrement (ingénieurs et techniciens). Cette lacune se traduit dans la pratique par des difficultés dans le diagnostic des pannes d'équipement, phénomène qui contribue à accélérer la dégradation du matériel et à accroître les coûts de maintenance.

S'agissant des moyens financiers, on remarque d'emblée une stabilité apparente du budget de la DEM face à l'accroissement des charges d'exploitation, accroissement lié à l'augmentation du nombre de forages. L'idéal serait évidemment une augmentation des

moyens dégagés pour la DEM au prorata des forages nouvellement créés.

Le contexte économique actuel empêche la satisfaction de cette condition. Ce qui rend nécessaire la recherche d'autres sources de financement. C'est dans ce cadre que s'inscrit la contribution des comités de gestion pour l'achat de carburant, lubrifiants, le salaire du conducteur de forage etc ... Pour autant que soit significatif l'apport de ces comités de gestion (prise en charge partielle des frais d'exploitation), le déficit en ressources financières demeure réel et il importe de trouver dans les meilleurs délais une solution à ce problème.

Dans la gestion pratique de la maintenance, la DM se charge des interventions spécialisées et des révisions générales alors que les sections régionales sont responsables de l'entretien préventif et des dépannages sommaires. L'entretien préventif des équipements de forages est effectué mensuellement et non selon les prescriptions des constructeurs. Quant aux révisions générales, sauf contraintes particulières, elles sont réalisées selon les recommandations des fabricants. Toutefois, ces règles de bonnes pratiques sont tributaires de la disponibilité en moyens humains et logistiques. Leur application est rendue plus difficile par le manque de rigueur des conducteurs de forage quant à la tenue des carnets de pompage. Il convient de noter que ces derniers renseignent sur les heures de fonctionnement du forage.

D'ailleurs en consultant le dernier rapport annuel d'activités (1985-1986), on se rend compte qu'aucune section régionale ne parvient à accomplir la moyenne d'une visite mensuelle par forage

Par ailleurs, ce rapport nous indique que sur l'ensemble des interventions sur les équipements mécaniques, on note :

-78 % d'interventions sur les moteurs

-22 % d'interventions sur les pompes .

Les moteurs exigent donc beaucoup plus d'entretien que les pompes. Ce qui motiverait une plus grande attention lors du choix des moteurs.

L'une des difficultés majeures rencontrées dans la maintenance des forages réside dans la diversité des équipements en place. Ce phénomène est essentiellement lié à l'attitude des bailleurs de fonds qui financent les projets d'installation de forages. En effet, ces derniers choisissent les équipements à mettre en place en consultant les bureaux d'étude de leur choix.

La conséquence d'un tel état de fait, en plus de rendre plus ardues les tâches de maintenance en raison de la diversité des équipements, est une inadéquation de ces derniers face aux conditions d'exploitation et même face aux conditions naturelles (échauffement excessif de certains moteurs à cause des températures tropicales).

Pour un personnel peu qualifié et ne disposant pas de moyens suffisants d'intervention, cet état de fait conduit logiquement à

des pannes fréquentes, des coûts de maintenance importants et une réduction de la durée de vie des équipements .

Un autre problème crucial est l'approvisionnement en pièces détachées. L'engagement des dépenses suit une procédure administrative qui a tendance à prolonger les ruptures de stocks. En outre les liquidités ne sont pas toujours disponibles, ce qui constitue un lourd handicap pour le règlement des commandes. Il s'y ajoute la difficulté d'acquérir des pièces de rechange sur le marché local dans la mesure où les représentants de certaines marques sont souvent en rupture de stocks.

Une fois acquises, ces pièces et sous ensembles sont acheminés vers Louga où se trouvent les magasins centraux de la DM. Or, à l'heure actuelle, le centre de gravité des forages à l'échelle du territoire national est déplacé vers le centre du pays. La situation géographique de Louga entraîne ainsi un approvisionnement difficile en matériels et pièces de rechange pour l'essentiel des forages éloignés du centre de Louga.

1.5 Perspectives de la maintenance des forages ruraux

Dans la gestion des forages motorisés, les difficultés sont nombreuses, comme nous venons de le voir. Il en résulte une multiplication des forages à l'arrêt. Comme leur remise en fonctionnement demande souvent plusieurs jours, c'est généralement des centaines de milliers de ruraux avec leur cheptel qui sont privés de la ressource la plus précieuse qu'est l'eau.

A la lumière de l'analyse des problèmes actuellement rencontrés, des solutions devaient être trouvées.

Il est question dans un premier temps de mettre en place une structure dotée d'une grande autonomie de gestion et disposant de revenus propres dans la gestion des forages motorisés.

Ce système doit néanmoins être soumis à un certain contrôle de l'Etat car la mise à la disposition de l'eau aux populations rurales demeure une tâche d'abord dévolue à l'Etat. Ce dernier doit donc en toute circonstance être le garant de la continuité de cette mise à disposition.

La structure en question devrait également être en mesure d'assurer la fourniture de l'eau à un coût abordable pour les populations rurales caractérisées par un niveau de vie peu élevé. Compte tenu des contraintes précitées, à l'heure actuelle, la mise en place d'une société nationale chargée de la maintenance des forages ruraux semble être la meilleure solution pour une prise en charge des forages, du point de vue de l'exploitation, de la gestion et de la maintenance des ouvrages hydrauliques en milieu rural.

Introduction

La DEM a pris conscience de l'ensemble des problèmes recensés dans la première partie de notre étude. C'est pourquoi, une réorganisation des services de la maintenance demeure pour la direction une priorité.

Cette réorganisation qui est l'un des objets de notre projet doit tenir compte de la nouvelle donnée introduite par l'imminent changement de statut de la DEM. Dès lors, les ateliers que nous allons concevoir devraient être en mesure de s'adapter aussi bien à une structure relevant de l'administration que du privé.

Dans ce présent chapitre, notre souci sera d'installer une politique de maintenance à tous les niveaux. En particulier, il nous faudra déterminer le nombre, la localisation ainsi que la capacité des ateliers que nous nous proposons de mettre en place.

Un autre problème à tenir en considération sera celui d'intégrer harmonieusement les nouvelles unités à l'organisation administrative existante, ne serait-ce que durant la phase de transition.

Dans notre étude, nous devons à tout moment, accorder la plus grande importance aux objectifs de la politique de maintenance ci-dessous évoqués:

a - Objectifs opérationnels

- 1 - Maintenir les équipement dans un état acceptable
- 2 - Assurer la disponibilité maximale des installations et de leurs équipements à un prix raisonnable.

b - Objectifs de coûts

- 1 - Assurer le service de maintenance dans les limites d'un budget.

- 2 - Disposer des dépenses de maintenance portant sur le service exigé par les installations et l'appareillage en fonction de son âge et de son taux d'utilisation.

2.1. Définition du volume de travail

La nouvelle structure aura pour mission d'assurer l'ensemble des activités naguère dévolues à la DEM. De fait, les ateliers devront assurer les tâches suivantes:

- entretien préventif sur les équipements d'exhaure
- réparation des premier, deuxième et troisième niveaux (révisions générales) sur les équipements.
- encadrement et suivi des conducteurs de forage et des comités de gestion.
- gestion pratique des ateliers: tâches administratives, gestion des stocks de pièces et de matières, etc...
- tâches de formation et de perfectionnement des ouvriers grâce à des cours et démonstrations sur les machines-outils.

Le volume de travail d'un atelier dépendra en fait, du nombre de forages à desservir mais aussi de la distance à couvrir pour effectuer les interventions sur les stations de pompage: des forages trop éloignés de l'atelier de base sont affectés d'une réduction du temps effectif de travail à cause des distances élevées à parcourir; d'autre part, une multiplication inconsidérée des ateliers de réparations va inévitablement engendrer un investissement initial trop important que ne justifiera certainement pas le rendement obtenu. Nous ne devons pas en effet perdre de vue une réalité importante selon laquelle un atelier d'entretien ne saurait être à l'abri, tantôt d'un débordement d'activités, tantôt d'un désœuvrement notable de ses agents et ceci quel que soit le soin apporté à la planification des activités.

A l'horizon du programme d'urgence de l'hydraulique, la DEM sera responsable de la gestion, de l'exploitation et de la

maintenance de 635 forages motorisés. Le volume de travail à considérer sera basé sur ce parc prévisionnel de forages.

2.1.1. Entretien préventif

Dans un contexte marqué par le double impératif d'assurer le service de maintenance dans les limites d'un budget et d'assurer la disponibilité maximale des installations et de l'équipement à un coût raisonnable, nous pouvons adopter l'option qui consiste à réduire la fréquence des opérations d'entretien préventif telle que proposée par les constructeurs.

Du reste, soucieux d'écouler leurs pièces de rechange et étant dans l'ignorance des conditions exactes d'utilisation de leur matériel, les manufacturiers dans leurs recommandations prennent des limites assez larges en ce qui concerne les inspections, les remplacements de pièces, etc...

2.1.1.1. Moteur Diesel

Nous considérons une durée de pompage de 8 heures en moyenne, correspondant à une durée de fonctionnement de 8 heures du moteur.

Les opérations suivantes: vérification du niveau de l'huile du carter et du niveau d'eau du radiateur ainsi que le nettoyage du filtre à air doivent se faire journalièrement par le conducteur de forage.

En conséquence le calendrier d'intervention des opérations d'entretien préventif sera celui de la page suivante:

Opérations	Fréquence des opérations	Regroupement des opérations
<ul style="list-style-type: none"> . Vidange huile moteur . vérifier niveau liquide batterie . Graissage roulement pompe à eau . Vérifier tension courroie étanchéité conduite eau et gaz oil . reserrer la culasse . Nettoyage filtre gaz oil; remplacer la cartouche . Purger eau et résidus réservoir gaz oil . Nettoyer filtre à huile, remplacer la cartouche, vérifier la pression . Vérifier état des commandes et équipements électriques 	<p>tous les mois</p> <p>"</p> <p>"</p> <p>"</p> <p>tous les mois</p> <p>"</p> <p>"</p>	<p>Tâche A</p> <p>Tâche A</p>
<ul style="list-style-type: none"> . régler les soupapes . vérifier les injecteurs 	<p>tous les 2 mois</p> <p>" "</p>	<p>Tâche B.</p>

2.1.1.2. Moteur électrique

Opérations	Fréquence des opérations	Regroupement des tâches
. Moteur au ralenti : vérifier la présence de vibrations, de battements aux joints de l'accouplement.	tous les mois	Tâche A
. Vérifier les balais et les remplacer au 2/3 de leur hauteur initiale.	" "	
. Vérifier l'état de surface du collecteur.	" "	
. Contrôler les niveaux d'huile des paliers.	" "	
. souffler à l'air comprimé le rotor et le stator.	" "	

Tous les ans, vérifier l'état de l'isolant et la résistance d'isolement.

2.1.1.3. Pompes à colonnes montantes

En raison de sa fiabilité élevée et des risques d'endommagement liés aux interventions, nous prendrons comme hypothèse une visite d'entretien tous les 2 ans, visite pendant laquelle on procédera à l'analyse et au contrôle des pertes de rendement.

2.1.1.4. Le captage

Opérations	Fréquence	Taches
.Analyse physique de l'eau	Tous les 3 mois	Tache C
.Analyse chimique de l'eau	" " "	
.Examen des normes de pompage	" " "	

Les échantillons prélevés seront envoyés chez un spécialiste pour les analyses en question.

2.1.1.5. Réservoir

Une surveillance régulière à chaque visite du forage (tâche A) et un nettoyage annuel sont nécessaires.

2.1.1.6. Tuyauterie

Des visites et des contrôles de débit seront effectués tous les 3 mois (tâche C).

2.1.1.7. Vannes

Les vannes seront inspectées tous les 2 mois (tâche B).

2.1.1.8. Compteurs

Les compteurs doivent être inspectés mensuellement (tâche A).

Après avoir répertorié les équipements ainsi que l'entretien à leur assurer, nous proposons dans le souci d'optimiser les opérations de maintenance préventive, d'engager les

interventions, pour un forage donné selon la programmation ci-après :

TACHES	FREQUENCE
Tâche A	tous les mois
Tâche A + B	tous les 2 mois
Tâche A + C	tous les 3 mois
Tâche A + B	tous les 4 mois
Tâche A	tous les 5 mois
Tâche A + B + C	tous les 6 mois

Les travaux d'entretien dont la périodicité est de 1 à 2 ans ne seront pas planifiés ici. Il faudra toutefois les considérer lorsqu'ils seront à terme.

2.1.2. Réparations

L'atelier central (tout comme les ateliers secondaires) devra envoyer sur le terrain des équipes d'intervention pour réparer les pannes signalées soit par les conducteurs de forage, soit par les rapports des équipes d'intervention.

Dans le cas où la réparation sur place n'est pas possible, un échange standard de pièces ou de sous ensembles sera effectué. Les pièces ou sous-ensembles envoyés aux ateliers seront réparés par les équipes de base qui s'y trouvent et ceci grâce aux machines-outils et autres équipements disponibles.

D'autre part, les machines-outils pourront être utilisées pour la fabrication de certaines pièces de rechange qu'on trouve difficilement sur le marché.

Les équipements d'exhaure, conformément aux instructions du constructeur seront envoyés à l'atelier central pour la révision générale. Un échange standard sera effectué à l'occasion au niveau de la station de pompage.

L'atelier central sera spécialisé pour les grosses réparations et les interventions spécialisées ainsi que les travaux neufs.

2.1.3. Encadrement et suivi des conducteurs de forage et des comités de gestion

L'objectif fondamental étant d'associer à fond les populations rurales à la gestion du patrimoine hydraulique, la DEM accorde un intérêt particulier aux structures villageoises. Dans le nouveau contexte, cette tendance sera poursuivie sous la forme de rencontres fréquentes avec les responsables des comités de gestion et de recyclage périodique des conducteurs de forage. Le rôle du conducteur de forage est particulièrement important du fait de sa place dans le cycle de l'entretien: il assure journallement les tâches d'entretien nécessaires et est souvent à l'origine de la déclaration de panne de sa station ce qui pose le problème d'un diagnostic correct.

2.1.3 - Gestion pratique des ateliers

Les tâches administratives occuperont une place importante. Il faudra en effet assurer toute la gestion de la structure.

Pour les ateliers, il sera nécessaire d'établir des listes d'inventaire et des fichiers qui porteront les informations nécessaires sur les équipements de forage: date de livraison, d'installation, manuel d'instruction, catalogues de pièces. A ce niveau, il est indispensable d'assurer effectivement la décentralisation au niveau de la documentation technique de manière à la mettre à la disposition de ceux qui en ont effectivement besoin: les ateliers.

Une comptabilité générale et analytique sont également opportunes pour effectuer un suivi correct des frais d'exploitation dans une gestion rigoureuse.

La gestion des stocks de pièces et de matières, secteur stratégique, sera assurée avec rigueur en raison de son aspect fondamental.

L'objectif demeurera présent, à travers la proposition d'assurer un service administratif suffisant, de concentrer le personnel technique en direction des problèmes de maintenance.

2.1.4. Tâches de formation

Grâce aux équipements qui seront mis en place surtout au niveau de l'atelier central, il sera possible d'assurer une formation adaptée aux ouvriers, sous forme de stages. Dans ce sens, il faudrait peut être recruter des ouvriers formateurs, à moins d'assurer le recyclage de certains agents de la DEM pour assurer cette tâche. En tout état de cause, le problème de la formation continue demeure l'un des

fondements d'une bonne gestion de la maintenance et la DEM doit lui accorder une importance privilégiée dans sa politique.

2.2. Localisation des ateliers

2.2.1. Localisation de l'atelier central

Pour le choix de l'emplacement de l'atelier central, nous utiliserons comme technique de décision l'analyse multicritères qui consiste à rechercher et à pondérer les facteurs pertinents de la localisation.

Des recommandations faites en d'autres lieux (voir le Projet de fin d'études de Mamadou Woury Barry) nous incitaient à choisir Diamniadio comme lieu d'implantation de l'atelier central. Comme ce choix n'a rien de définitif, nous préférons mener ici même une étude d'implantation pour confirmer ou - pourquoi pas - infirmer ce choix.

Une sélection préliminaire nous amène à considérer les quatre (4) villes suivantes pour abriter l'atelier central: Diamniadio, Thiès, Diourbel, Kaolack.

Nous considérons les critères suivants ainsi pondérés.

C_1 = Approvisionnement en matières premières: 20 %

C_2 = Importance des voies de communications
(Accessibilité): 30 %.

C_3 = Possibilité de sous traitance: (20 %).

C_4 = Situation géographique par rapport au centre de gravité des forages: 30 %.

Nous attribuerons les côtes suivantes selon l'appréciation des faits:

- A = très bonne (équivalent à 4 points)
- B = bonne 3 points
- C = acceptable 2 points
- D = médiocre 1 point.

Nous aboutissons au tableau suivant :

Lieu	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	Total des points
Diamniadio	A	B	B	C	290
Thiès	A	C	B	C	260
Diourbel	C	C	C	B	230
Kaolack	C	A	C	A	320

Compte tenu de l'analyse effectuée, Kaolack est le lieu approprié pour l'implantation de l'atelier central.

Pour corroborer ce choix, nous pouvons préciser que Kaolack est un carrefour dans la mesure où cette ville constitue le point de jonction de plusieurs axes routiers.

- la route nationale (N1) venant de Dakar qui passe par Kaolack pour aller vers Kaffrine et Tambacounda.
- la N4 qui traverse la région de Kaolack pour continuer vers Bignona et Ziguinchor
- la N5 venant de Diourbel et qui se dirige également vers Bignona.

La voie ferrée relie également Guinguinéo et Kaolack vers les autres destinations (Thiès, Diourbel, Tambacounda etc...). Cette position de carrefour est énormément utile quant à la coordination des actions de maintenance et raccourcit considérablement les distances, situation très avantageuse par rapport au centre de Louga.

L'environnement industriel de Kaolack, avec la présence d'entreprises comme celles de la SONACOS, la SODEC Lyndiane, la SOTEXKA, etc... montre des possibilités réelles de sous-traitance pour notre atelier central.

Enfin, une décentralisation réelle et effective sera atteinte avec le site de Kaolack qui en outre représente pratiquement le centre de gravité des forages.

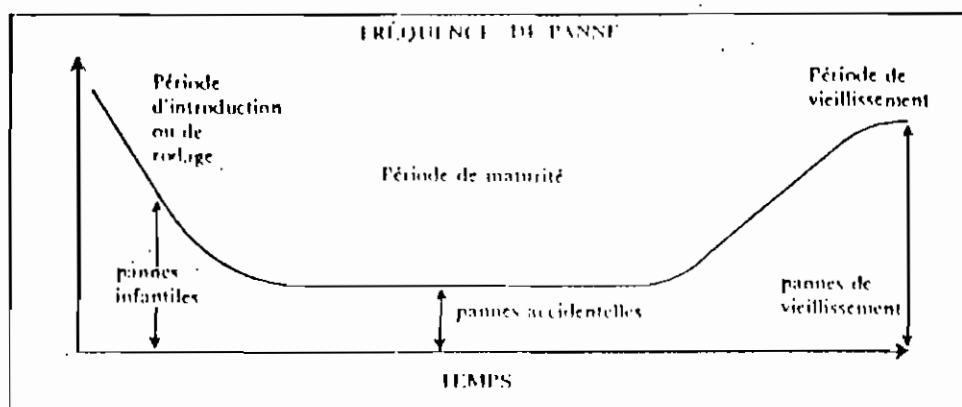
2.2.2. Localisation des ateliers secondaires

Ces ateliers secondaires seront érigés dans le double but de décentraliser les structures de maintenance et de résoudre les problèmes liés à la dispersion des forages en multipliant les centres d'intervention.

La localisation et le nombre de ces ateliers seront déterminés en fonction des prévisions du volume de réparations à effectuer.

Les rapports annuels d'activités dont nous disposons font état de 1011 interventions de toutes natures pour 249 forages au cours de l'année 1984-85 et de 1344 interventions pour 292 forages en 1985-86.

En tenant compte des résultats de l'étude donnant un âge inférieur à 6 ans pour plus de la moitié des forages, (voir chapitre 1, page 9), nous pouvons considérer les équipements dans la phase de maturité, phase pendant laquelle le taux de défaillance est sensiblement constant (voir courbe).



Par conséquent, la fréquence d'intervention (ou de réparation) sera sensiblement constante pour les années 1990 pour les mêmes équipements. Ainsi, l'augmentation du nombre d'interventions sera directement imputée à l'accroissement du nombre de forages selon un taux supposé linéaire.

Sous cette hypothèse, nous aurons 266 interventions pour un nombre total de 658 forages (Source du ministère de l'hydraulique, actualisée le 2/1/1990. Précisons que ce nombre inclut certains forages non équipés). Nous pouvons majorer le nombre d'interventions prévisionnelles à 300 pour être sécuritaire.

En nous rappelant que nous avons recommandé une visite mensuelle par forage pour l'entretien préventif, (E.P), nous pouvons écrire:

Nombre total d'interventions = Interventions pour E.P + Interventions pour réparations; ce qui donne :

$$12 NF + 300 = 658 \times 12 + 300 \quad (1)$$

ou N est le nombre d'ateliers (central + secondaires)

et F représente le nombre moyen de forages gérés par atelier.

L'équation (1) devient: $NF = 658$

En supposant $F = 100$ (c'est à dire 100 forages par atelier), nous trouvons $N = 6$ ou 7 et nous optons pour 6 ateliers.

En excluant l'atelier central et celui de Louga déjà existant, on devra donc mettre en place 4 ateliers secondaires.

S'agissant de la localisation proprement dite des ateliers secondaires, nous respecterons dans la mesure du possible une capacité égale ou voisine de 100 forages par atelier.

Dans le souci de mieux orienter notre étude de localisation, fixons nous une contrainte relative à la distance en prenant en l'occurrence un rayon d'action moyen de 150 km autour d'un atelier donné.

En intégrant les critères liés à la disponibilité en sources d'énergie, en combustibles et de l'approvisionnement en eau nous proposons la répartition suivante:

Site de l'atelier	Départements desservis	Nombre total de forages
Louga	Louga, Dagana Kébémér, Linguère	116
Diourbel	Thiès, Tivaouane, Bambey, Diourbel, MBacké, Gossas	134
Kaolack (atelier central)	Kaolack, Kaffrine, Nioro, Fatick Foundiougne	137
Matam	Matam, Podor, Bakel (arrondissement de Diawara)	97
Tambacounda	Tambacounda, Bakel, Kédougou	91
Kolda	Kolda, Vélingara, Sédhiou, Bignona, Ziguinchor, oussouye	83

Cette répartition appelle quelques remarques :

- La moyenne de forage par atelier est de 110 conformément aux hypothèses.
- Pour des territoires étendus (Kolda, Tambacounda, Matam), le nombre de forages à gérer est nettement inférieur à la moyenne mais les longues distances à parcourir (parfois plus de 200 km) en contribuant à diminuer les temps effectifs d'intervention, justifient largement l'option qui a consisté à affecter moins de 100 forages aux ateliers se trouvant dans cette région.

- Pour les autres régions, par contre, les forages sont assez regroupés, les durées de parcours étant donc plus faibles, la gestion d'un nombre de forages supérieurs à la moyenne de 100 par atelier est tout à fait possible.

2.3. Besoins en équipements

L'objectif recherché est d'assurer dans une large mesure l'autonomie de la DEM en matière d'entretien et de réparation. Pour ce faire, il est indispensable de disposer de l'essentiel des équipements nécessaires à une bonne gestion technique des stations de pompage.

Les besoins en équipements seront déterminés pour les ateliers secondaires et l'atelier central en considérant que:

- les ateliers secondaires se chargent essentiellement de l'entretien préventif et des réparations plus ou moins sommaires sur les équipements de forage, de certains travaux de génie civil (installation de travaux neufs sommaires) et des interventions sur les réseaux de distribution.
- l'atelier central, en plus d'assurer les premiers niveaux d'entretien pour le compte des forages situés dans sa zone, sera plutôt spécialisé dans les grosses réparations et les révisions importantes des moteurs, pompes et groupes électrogènes. Les engins et véhicules de la DEM seront également à la charge de l'atelier central lorsqu'il s'agira d'y effectuer des réparations d'envergure.

2.3.1. Equipements pour les ateliers secondaires

Compte tenu des hypothèses précédemment formulées, nous proposons de doter les ateliers secondaires (à l'exception de celui de Louga) des équipements suivants, satisfaisants pour tout atelier d'entretien normal:

- un tour polyvalent
- une perceuse
- un étau limeur
- une dégauchisseuse
- une rectifieuse
- le matériel complet pour la soudure et le découpage oxyacétylénique et électrique
- scies à métaux à main et électrique
- meule à aiguiser
- assortiment d'outils à main et d'instruments de mesure.

2.3.2. Equipements pour l'atelier central

Etant donné la vocation de cet atelier, il devrait disposer d'un nombre suffisant de machines-outils de dimensions et de capacités de travail différentes, les plus simples possibles du point de vue de la manoeuvre, munies de tous les accessoires nécessaires et d'un outillage complet. Les machines spécialisées qui restent oisives la plupart du temps et constituent donc un mauvais investissement ont été dans la mesure du possible évitées. Il en a été de même des machines automatiques et semi-automatiques. Préférence ayant été

donnée aux machines à conduite manuelle, eu égard à la diversité des travaux qui seront confiés à l'atelier central.

Fort de toutes ces considérations , nous proposons les équipements suivants :

2.3.2.1. Machines-outils

- 2 tours horizontaux (de capacité différente) à charioter et à fileter (Voir annexe B) .
- 1 perceuse sensitive à colonne
- 1 touret à meuler
- 1 compresseur d'atelier
- 1 fraiseuse universelle
- 1 étau limeur.

2.3.2.2. Equipements de chaudronnerie - tuyauterie

- 1 presse plieuse
- 1 cintreuse
- 1 cisaille à tôle et profilé à main
- 1 cisaille guillotine
- 1 scie électrique
- 1 scie à métaux
- 1 rouleuse à tôle à main
- 1 outillage de tuyauterie (voir annexe B).
- 1 poste de soudure à l'arc électrique
- le matériel nécessaire pour une soudure oxy acétylénique
- 1 presse hydraulique

2.3.2.3. Equipements pour le garage

- 1 banc d'essai combiné pour alternateur, dynamo et démarreur (Voir annexe B).
- 1 rectifieuse planétaire de soupape
- 1 meuleuse - surfaceuse à meule boisseau
- 1 dégauchisseuse
- 1 aléseuse de bielle
- 1 déglaceuse.

2.4. Besoins en personnel

Les besoins en personnel seront déterminés en conformité avec les postulats de base proposés antérieurement.

Le personnel d'exploitation considéré ici sera composé d'équipes d'intervention et d'équipes de base pour chaque atelier.

2.4.1. Equipes d'intervention

Les équipes d'intervention seront essentiellement chargées de l'entretien préventif sur les équipements de forage au niveau des stations de pompage. En gros, les opérations suivantes seront toujours effectuées:

- inspections et contrôles préliminaires
- approvisionnement des rechanges et outillages
- démontage puis remontage
- réglages prévus (jeux à respecter)
- contrôles et essais finaux

- compte rendu et mises à jour de l'état de l'équipement.

Les agents d'intervention auront des spécialités de monteurs, régleurs et contrôleurs, conformément à la nature des travaux généralement exécutés. enfin, notons qu'une équipe d'intervention ordinaire se compose de quatre (4) personnes, chauffeur compris.

Evaluons le nombre d'heure - personnes nécessaires pour couvrir le volume de travail des équipes d'intervention, en nous basant sur les hypothèses déjà formulées :

- une visite d'entretien mensuel par forage
- une équipe d'intervention comprend 4 agents
- un rayon d'action de 150 km autour d'un atelier.

Sous la dernière hypothèse, et en supposant une vitesse moyenne de 60 km/h (Cette vitesse relativement faible est considérée pour tenir compte de l'accès difficile de certains forages : pistes ou même absence de tracé quelques fois) des véhicules d'intervention, nous aurons un temps de parcours moyen de:

$$(150 \times 2) \text{ km} \times 1 \text{ h}/60 \text{ km} = 5 \text{ heures}$$

En considérant également un horaire journalier de 10 heures pour les équipes en déplacement, avec une moyenne d'intervention de 3 heures par forage, il viendra:

$10 = 5 + 3 n$ où n est le nombre de forages desservis par jour et par équipe.

Selon nos hypothèses, une équipe d'entretien préventif visitera donc en moyenne 2 forages par jour, ce qui fera une moyenne de 5 heures par forage.

Signalons toutefois que cette moyenne est obtenue en considérant des hypothèses pessimistes telles qu'une moyenne d'intervention de 3 heures par forage, une distance à parcourir de 150 km et enfin une vitesse moyenne de 60 km/h. Une telle démarche nous met à l'abri de la sous-évaluation des besoins.

Dans le mois, nous aurons pour un atelier donné, un volume de travail estimé à:

$F \text{ (forages)} \times 5 \text{ heures} / (\text{forages}) \times 4 \text{ personnes} = 20 F \text{ (h.pers)}$.

Rappelons que F est le nombre de forages gérés par atelier.

Pour évaluer le volume de travail nécessaire pour les réparations sérieuses, nous considérons comme base de calcul la situation mensuelle des pannes en instance qui, pour l'année 1985 - 86 donne une moyenne mensuelle de 87 forages, ce qui conduit à l'hypothèse selon laquelle un forage sur quatre fonctionne avec une anomalie. Une bonne gestion de l'entretien nous dicte d'effectuer une intervention sur chacun des forages fonctionnant avec une anomalie. Selon cette hypothèse, chaque mois, un atelier donné aura à effectuer en moyenne $F/4$ interventions pour dépannage.

Cela nous mène au volume de travail:

$$F/4 \times 10 \times 4 = 10 F \text{ h.p.}$$

Nous avons ici pris une durée moyenne d'intervention de 10 heures par forage (y compris la durée du déplacement) c'est à dire un forage dépanné par jour.

La durée normale de travail dans le mois étant de :

$$8 \text{ h} \times 5 \times 4 = 160 \text{ h} \text{ pour un agent}$$

le nombre d'ouvriers sera déterminé comme suit :

$$(20 F + 10 F) \text{ h.p./}160 \text{ h} = 30 F/160$$

En remplaçant F par sa valeur pour chaque atelier, nous aboutirons au tableau suivant :

Atelier	Nombre d'équipes	Effectif
Kaolack	7	28
Diourbel	7	28
Louga	6	24
Matam	5	20
Tambacounda	5	20
Kolda	5	20

L'effectif en équipes d'intervention est ainsi déterminé selon les hypothèses que nous avons posées. Cet effectif constitue une bonne référence pour démarrer le système et vérifier avec le temps si l'effectif choisi est optimal. Rappelons à ce sujet qu'un système d'entretien et de maintenance exige plusieurs années pour arriver à un équilibre satisfaisant entre la demande (constituée par les réparations et l'entretien nécessaire) et l'offre que constitue les moyens humains et matériels disponibles.

2.4.2. Equipes de base

Il s'agit à ce niveau du personnel stationnaire, c'est à dire des agents qui travaillent en permanence aux ateliers. Ce personnel

sera plutôt spécialisé dans les travaux d'usinage, d'ajustage, de câblage... Il assure l'essentiel de la révision générale des machines. Le nombre et la qualification de ces ouvriers dépendent dans une large mesure du nombre de machines-outils et de leur spécificité.

2.4.2.1. Equipes de base pour l'atelier central

Le dimensionnement complet de l'atelier central sera effectué au chapitre 3. Néanmoins, nous pouvons d'ores et déjà, en première approximation et en fonction des ateliers à mettre en place, déterminer le besoin en personnel pour chacun de ces derniers. Cette détermination est faite en tenant compte des équipements installés dans chaque atelier et également de la demande potentielle en réparation.

En conséquence, nous proposons les effectifs présentés à la page suivante:

Atelier	Effectif requis
Machines-Outils	4
Moteur	3
Constructions métalliques	3
Electricité	4
Pompe	3
Garage	5
Hydraulique	3
Génie civil	4
Magasin	2

2.4.2.2. Equipes de base pour les ateliers secondaires

L'implantation des ateliers secondaires n'ayant pas été déterminée dans les détails, nous nous contenterons de proposer un effectif forfaitaire pour ces ateliers. Cet effectif proposé tient toutefois compte de la vocation de ces ateliers, des équipements en général disponibles et des travaux à y effectuer.

Sur cette base, nous proposons pour les ateliers secondaires les équipes de base dont l'effectif tournerait autour d'une dizaine d'agents, toutes spécialités confondues.

2.5. Matériel roulant

Il va de soi que le modèle de maintenance que nous avons proposé ne peut donner pleine satisfaction que dans la mesure où le problème de mobilité des équipes ne se pose pas. Ainsi chaque équipe d'intervention doit disposer d'un véhicule tout-terrain pour pouvoir intervenir efficacement sur les forages.

Des véhicules de liaison, type tourisme pour effectuer des déplacements entre les différents ateliers et la direction doivent également exister en nombre suffisant.

Pour les interventions lourdes (relevage ou plongée de pompe par exemple), chaque atelier doit disposer d'un camion-grue bien équipé (l'atelier central devrait en disposer de deux).

Les camions-ateliers, véritable atelier mobile ont prouvé leur efficacité en zone rurale et la DEM devrait généraliser leur emploi, de manière à en doter chaque atelier. Un camion-atelier doit être équipé d'un groupe électrogène et de quelques équipements prioritaires pour les interventions sérieuses sur les stations de pompage.

Concernant le matériel roulant, une réhabilitation du parc actuel et un redéploiement des véhicules en fonction de la demande devrait permettre de couvrir dans une certaine mesure les exigences en matière de déplacement.

2.6. Gestion des stocks

Une entité comme la DEM qui gère un parc très important d'équipements doit nécessairement disposer d'un service approvisionnement à la dimension du rôle qui lui sera confié. En effet, les équipements de forage fonctionnent dans leur ensemble dans des conditions sévères d'exploitation et dans la mesure où l'entretien préventif, en raison de l'insuffisance des ressources disponibles, est réduit au minimum requis, le taux de bris est relativement élevé et l'urgence du dépannage requiert incontestablement l'existence, la disponibilité des pièces de rechange dans les meilleurs délais.

La structure administrative dans laquelle évolue la DEM a toujours été un handicap dans la mise en oeuvre d'une bonne gestion de la maintenance des forages motorisés au Sénégal. Cela est particulièrement vrai pour l'approvisionnement en pièces de

rechange du magasin où les procédures d'engagement de commande sont particulièrement longues à cause justement des lourdeurs administratives. Les ruptures de stocks qui en découlent bloquent les interventions des équipes et aboutissent en définitive à un faible taux d'occupation de la main d'oeuvre. La simplification des procédures administratives passe nécessairement par une autonomie de gestion et d'action de la DEM. Et à ce niveau, seul un changement de statut est en mesure de modifier les termes du problème.

En attendant, quelques actions correctives allant dans le sens d'une meilleure gestion de la maintenance, peuvent être proposées. Concernant l'approvisionnement, comme du reste pour toutes les autres actions de maintenance, la décentralisation doit devenir effective. Nous pensons à ce titre que le transfert du magasin central de Louga à Kaolack réduira sensiblement les difficultés d'approvisionnement en général.

Et pour cause, Kaolack, de par sa position géographique (c'est un carrefour) est globalement plus proche des autres sections que Louga ne l'est.

Une fois le transfert effectué, les pièces de rechange et équipements de remplacement réceptionnés à Dakar seront donc acheminés directement vers Kaolack et mis à la disposition des ateliers chaque fois qu'ils en exprimeront le besoin.

Toujours dans le but d'éviter les déplacements fréquents et coûteux vers le magasin central pour l'acquisition de pièces de rechange, nous proposons également que les ateliers secondaires soient dotés

d'un stock de pièces de rechange d'usure courante et d'un certain nombre d'équipements de remplacement qui constitueront un stock de sécurité.

La gestion du magasin central.

Le problème de la diversité des équipements aboutit, comme on le sait, à un gonflement du niveau des stocks et la gestion de ces stocks devient très délicat car il faut, en ce moment suivre l'évolution du stock de plusieurs pièces à la fois. La nécessité se fait ainsi de plus en plus sentir de disposer d'un service approvisionnement qui devrait se charger de tous les problèmes relatifs à la gestion des approvisionnements. Ce service serait par exemple sous la responsabilité d'un technicien et travaillerait en étroite collaboration avec le service de la comptabilité pour s'assurer de l'enregistrement comptable de tous les mouvements de matières (entrées, sorties, etc...)

Une bonne gestion des stocks devrait permettre :

- de déterminer rigoureusement les paramètres importants comme le stock minimal, le stock maximal et le stock de sécurité pour les pièces de rechange
- de signaler par conséquent aux services compétents les stocks devenus insuffisants par comparaison avec les minima fixés.

Pour disposer d'un bon système de gestion des stocks, il est bon dans un premier temps de définir les priorités en la matière. Dans cette optique, la technique d'analyse ABC vise à aider le gestionnaire pour une classification des stocks par ordre

d'importance et donc de définir la méthode de calcul des stocks en conséquence. (Voir annexe E pour plus de détails).

Pour compléter le système, le rôle du magasinier devra être abordé:

- il délivre les rechanges et outils demandés par le personnel d'entretien
- il note les sorties et les entrées pour la mise à jour de l'inventaire permanent
- il fait entrer en stock après contrôle le matériel nouveau
- il contrôle la bonne conservation du matériel afin de diminuer les pannes de stockage.

Ce dernier point est particulièrement important dans notre environnement où la poussière est le plus grand ennemi du matériel mécanique stocké. Pour éviter ses effets nocifs, le magasin doit être ventilé de façon à être en surpression afin d'éviter les rentrées de poussières extérieures. Que les ventilateurs soient extracteurs ou pulseurs, l'aspiration d'air doit être placée à un endroit suffisamment élevé pour être hors-poussières.

L'informatisation de la gestion des stocks est évidemment souhaitable compte tenu des avantages certains qu'une telle évolution va introduire (suivi des stocks plus facile, recherche de l'information simplifiée).

Cependant, il demeurera tout aussi important de noter tous les mouvements de matières pour respecter la cohérence du système.

A l'heure actuelle, l'un des problèmes majeurs du magasin central de Louga est la non mise à jour des fiches de stocks par rapport à l'état réel du niveau en magasin. C'est pourquoi,

l'informatisation, pour effective qu'elle soit, ne sera rentable qu'accompagnée des écritures comptables traduisant les mouvements des matières.

Enfin, pour diminuer les risques de ruptures de stocks dues aux fabricants, il est possible d'engager avec ces derniers des contrats prévoyant la fourniture garantie de rechanges supplémentaires si le stock initial est insuffisant. C'est une démarche qui implique un engagement plus important du constructeur dans le domaine de la maintenance.

CHAPITRE 3 : ETUDE D'IMPLANTATION DE L'ATELIER CENTRAL

Le système de gestion de la maintenance a été défini dans ses grandes lignes. Il importe à présent de dimensionner l'atelier central de Kaolack. C'est l'objet de l'étude d'implantation qui sera effectuée avec la méthode SLP. Développée par Richard Muther au début des années 60, cette méthode comprend 4 étapes bien définies:

- 1) la localisation ou choix du site où s'établir
- 2) l'implantation générale: disposition générale des bâtiments, services et équipements importants
- 3) l'implantation détaillée: l'aménagement précis des machines, postes de travail, bureaux, etc...
- 4) l'installation qui consiste à planifier toutes les démarches aboutissant à l'installation définitive (planning des opérations, appel d'offres, adjudication du projet, etc...)

En ce qui nous concerne, la phase de localisation a déjà été effectuée et celle de l'installation ne relève pas de notre compétence. Donc nous allons essentiellement examiner les phases d'implantation générale et détaillée de notre atelier central.

L'étude d'aménagement se compose principalement de 3 étapes:

- 1) la détermination des relations entre les différents services ou secteurs pour établir la disposition relative de ces services les uns par rapport aux autres
- 2) la détermination de l'espace nécessaire à chaque service

3) l'adaptation de cette disposition et de ces espaces en tenant compte des contraintes réelles imposées au projet.

Dans notre cas, ce dernier point a beaucoup moins d'importance dans la mesure où dans notre étude, nous supposons n'avoir aucune contrainte, d'espace en particulier.

Avant d'aborder dans le détail l'étude d'aménagement, jetons un coup d'oeil sur l'organisation générale de l'atelier.

3.1 Organigramme administratif.

D'emblée, nous précisons que l'organigramme ci-dessous proposé est inspiré de celui de l'atelier de Louga dans la mesure où ce dernier a donné satisfaction dans une large mesure.

Il sera question à ce niveau de définir le rôle de chaque service ou atelier, étape qui sera utile lors de la détermination des relations entre les services ou secteurs.

3.1.1 Service administratif

Ce service sera chargé de l'administration générale de l'atelier et sera par conséquent responsable de :

- la comptabilité générale
- la comptabilité analytique (suivi des consommations par atelier ou secteur)
- élaboration du budget.

3.1.2 Service du personnel

Il aura pour tâches:

- le recrutement
- la formation continue du personnel
- la promotion des agents
- la rémunération et les avantages sociaux.

Le volet formation est particulièrement important et l'effort doit être mis sur ce secteur. Il serait souhaitable de faire venir périodiquement des experts envoyés par les manufacturiers des équipements nouveaux pour dispenser des cours, séminaires et démonstrations pour une bonne maîtrise de la technologie de ces machines.

Des stages de formations à l'étranger doivent également être organisés à l'intention des cadres dans le souci de disposer de ressources humaines aptes à répondre valablement aux exigences de l'exploitation.

3.1.3 La direction

Elle a un rôle fondamental dans la coordination des actions de tous les services. Elle joue aussi un rôle de courroie de transmission entre la direction générale et les ateliers.

3.1.4. L'atelier construction métalliques

C'est un atelier qui sera chargé des travaux de tôlerie et de chaudronnerie et sera en particulier responsable de la fabrication des ouvrages métalliques sur les stations de pompage : fermes, charpentes, abreuvoirs, cuves métalliques, réservoirs, etc...

3.1.5. L'atelier Électricité

Il aura pour rôle de réviser et de réparer toutes les composantes électriques ou électroniques des moteurs et groupes électrogènes (démarreurs, alternateurs, etc...) ainsi que toutes les réparations électriques ou électroniques au niveau des ateliers.

3.1.6. L'atelier moteur

Cet atelier est le coeur de l'atelier central. En effet, les travaux de révisions complètes et les grosses réparations sur les moteurs seront effectués à ce niveau. Il en sera de même des véhicules et engins ainsi que les groupes de soudures, etc...

3.1.7. L'atelier machines-outils

Il sera essentiellement chargé de la production de certaines pièces de rechange pour les pompes et les moteurs ainsi que la réalisation d'usinage sur certaines pièces défectueuses.

3.1.8. Le garage

L'entretien préventif et les réparations sommaires sur les véhicules et engins seront effectués au niveau de cet atelier. Il sera également responsable de la gestion du parc matériel roulant.

3.1.9. L'atelier pompe

La réparation de toutes natures et les révisions générales de pompes seront menées par cet atelier. Les interventions sur le terrain, telles que relevage ou plongée de pompes seront à l'actif du personnel de cet atelier qui sera spécialisé dans le domaine.

3.1.10. L'atelier Hydraulique

Cet atelier s'occupera de la pose et de la mise en service des réseaux d'adduction, des problèmes relatifs à la tuyauterie et aux réseaux (fuites, état des vannes, etc...).

Il sera également le lieu de réparation et de contrôle des appareils de mesure tels que les manomètres, les compteurs, etc...

3.1.11. L'atelier génie civil

Plutôt tourné vers les interventions sur le terrain, cet atelier réalisera les travaux de génie civil des stations de pompage (maçonnerie, gros oeuvre des équipements sommaires, étanchéité, etc...).

3.1.12. Le magasin central

Les pièces de rechange , les équipements de remplacement et les matières premières seront stockés au niveau du magasin qui se chargera de mettre les ressources dont elle dispose, à la portée des autres secteurs.

3.1.13. Station service

Le carburant, les lubrifiants et autres seront conservés au niveau de cette station à partir de laquelle la distribution aura lieu par camions-citernes vers les stations de pompage ou vers les autres ateliers secondaires.

3.2 Implantation générale

3.2.1. Analyse produits-quantités

Cette analyse doit en principe être basée sur les quantités de matières fabriquées ou la valeur du service rendu. Ce dernier critère traduit la quantité (nombre) de machines ou d'engins remis en état pour une période de temps donné.

L'atelier central a pour vocation première d'assurer la révision des équipements de forage. Pour atteindre cet objectif, il dispose de machines-outils et de services pour l'usinage, la rectification ou le remplacement des pièces ou sous-ensembles défectueux.

Cette activité implique une variété très grande de pièces produites, de matières déplacées, etc... Il y a donc un volume faible de matériaux, à variété élevée et déplacement lent.

Par voie de conséquence, l'atelier central se verra doté d'une implantation par processus opératoire : regroupement des machines et opérations du même type selon le procédé technologique accompli.

3.2.2. Circulation des produits

Dans un service d'entretien et de réparation comme le notre, il n'y a pas une circulation significative de matières. Toutefois, nous pouvons donner le processus (routing) en général suivi pour la révision de pompes ou de moteurs (Voir fig.3.1 page 50).

3.2.3. Relations entre les activités

En l'absence d'une circulation significative de matières, les liaisons entre les activités vont occuper une place déterminante pour déterminer l'implantation générale (fig.3.2 page 51).

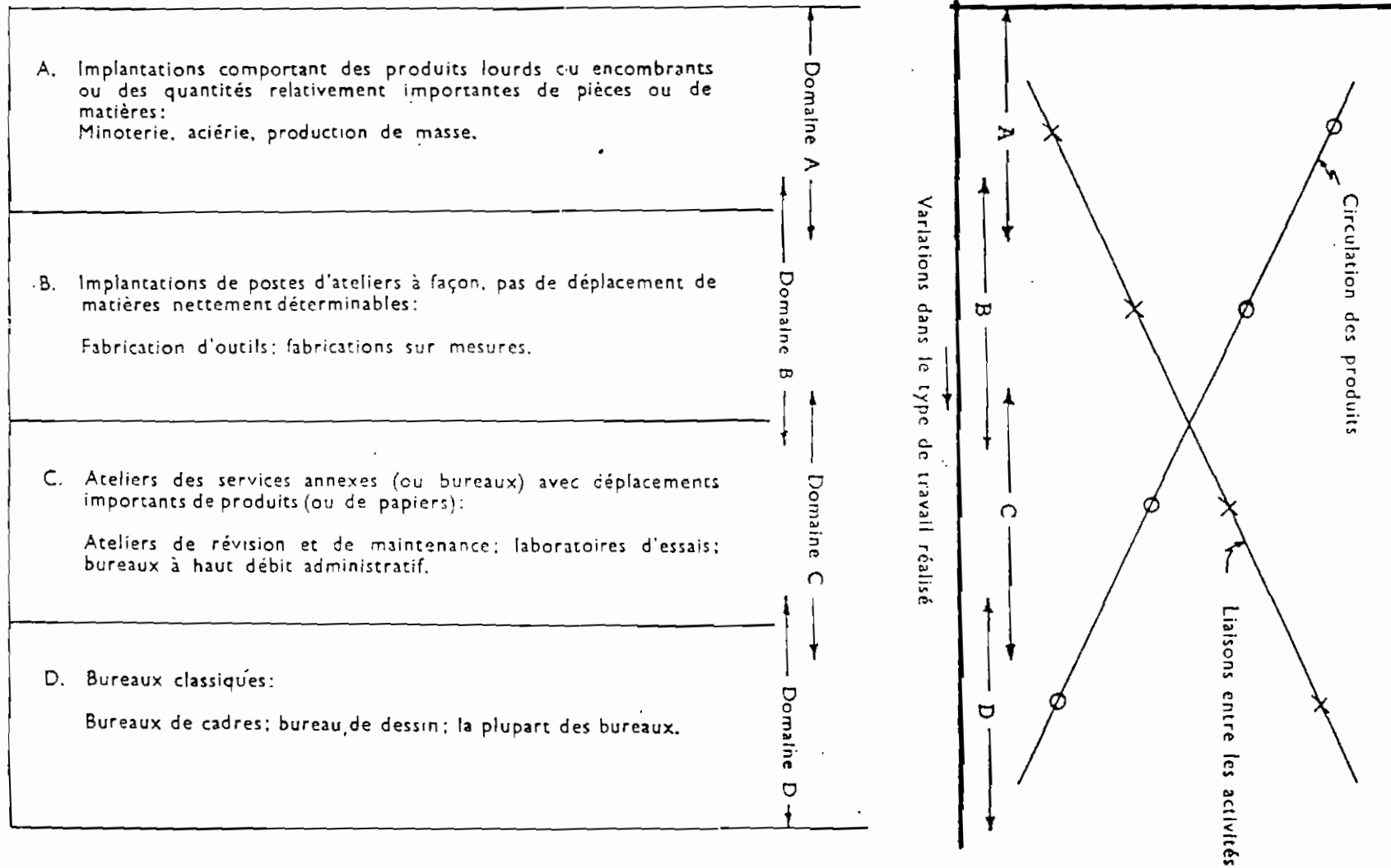


Fig. 3.2 — LA NATURE DU TRAVAIL DÉTERMINE LA PROCÉDURE À SUIVRE. LE CIRCUIT DES PRODUITS ET LE TABLEAU RELATIONNEL SONT LES DEUX PROCÉDURES DE BASE POUR ÉTABLIR LA PROXIMITÉ DÉSIRÉE DE DIVERS SECTEURS, ACTIVITÉS OU FONCTIONS. LORSQUE LES MATIÈRES SONT IMPORTANTES, LEUR CIRCULATION DEVIENT LA BASE ESSENTIELLE DANS LA DÉTERMINATION DES RELATIONS ENTRE LES SECTEURS, Y COMPRIS L'INTÉGRATION DES SECTEURS DE SERVICES. LORSQU'IL N'Y A AUCUNE DIFFICULTÉ DANS LES DÉPLACEMENTS DES PRODUITS OU DES MATIÈRES OU AUCUN PROBLÈME DE DIMENSIONS OU DE QUANTITÉS, LES LIAISONS ENTRE LES ACTIVITÉS DEVIENNENT LA PROCÉDURE PRINCIPALE AVEC TRÈS PEU D'ÉTUDES DE LA CIRCULATION. ENTRE CES DEUX EXEMPLES EXTRÊMES LES DEUX PROCÉDURES DOIVENT ÊTRE UTILISÉES, INTÉGRÉES SOIT DÈS LE DÉBUT, SOIT AU MOMENT DE CONCLURE. DANS LA PREMIÈRE MÉTHODE, LE CIRCUIT DES PRODUITS DEVIENT SIMPLEMENT UN DES ÉLÉMENTS OU UN DES MOTIFS DANS LA CONSTRUCTION DU TABLEAU DES LIAISONS ENTRE LES ACTIVITÉS.

Le tableau relationnel que l'on va utiliser, définit l'importance et la proximité nécessaire entre les divers secteurs. Ce tableau comprend trois types d'information :

une liste des services, des secteurs ou activités à localiser ; un code alphabétique identifiant l'importance de la proximité entre les secteurs et un code numérique identifiant la raison du degré de proximité désiré.

Le tableau relationnel est donné à la fig.3.3 page 53.

3.2.4. Diagramme relationnel des activités

Ce diagramme traduit visuellement les informations contenues dans le tableau relationnel et illustre les relations entre les activités et les services en fonction des objectifs de proximité. Ce graphique comporte un certain nombre de conventions nécessaires à sa compréhension (fig.3.4 page 54).

Voir le diagramme relationnel à la fig.3.5 page 55.

3.2.5. Détermination de l'espace.

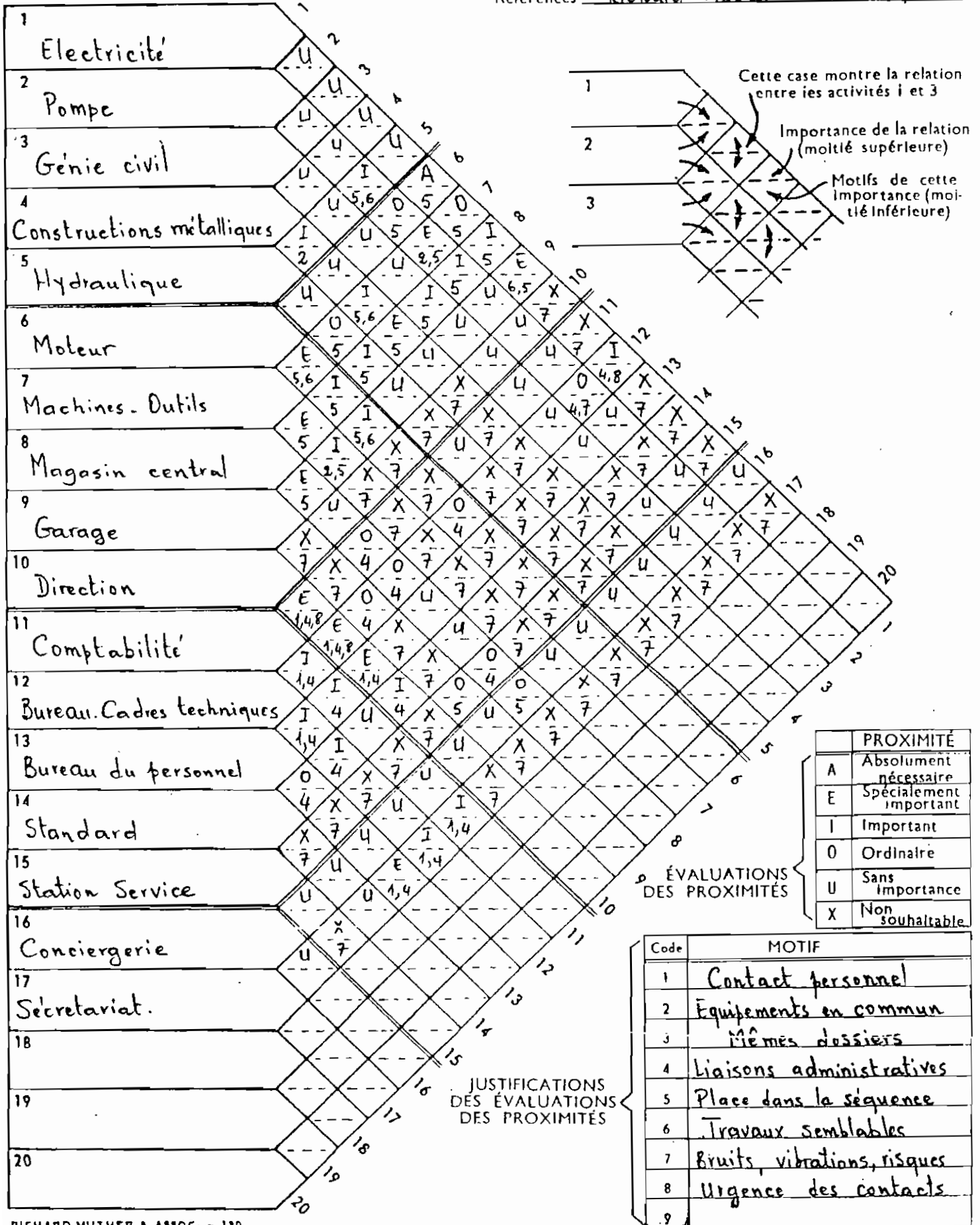
A ce niveau, nous devons faire intervenir le facteur dimension des équipements ou des services pour avoir effectivement une implantation concrète.








Les besoins d'espaces doivent être déterminés. Pour ce faire, nous allons utiliser tantôt la méthode de calcul, tantôt la méthode de la conversion.

La méthode de calcul consiste à inventorier chaque élément d'équipement ou de machine et à évaluer l'aire occupée par cet

Fig.33 TABLEAU RELATIONNEL

Usine Atelier Central Projet de fin d'études
 Fait par Cheikh O. Talla Avec C
 Date 16/04/90 Feuille A4 de C
 Références Richard Muther & associés



IDENTIFICATION DES ACTIVITES		
Symbole	Couleur*	Type d'activité, de secteur ou d'équipement
	Rouge	Opération ou Production (Sous-Assemblage et Assemblage)
	Vert	Opération ou Production (Processus ou fabrication)
	Jaune-Orange	Activités de transports (réceptions, expéditions, chargements wagons)
	Orange	Stockage
	Bleu	Contrôle
	Bleu	Services (Maintenance, entretien, services du personnel)
	Brun	Secteurs administratifs et bureaux hors partie productive ou services directement associés.
<p>Note: Le numéro de l'activité est placé à l'intérieur du symbole lors du tracé du diagramme. *Utilisation optionnelle.</p>		

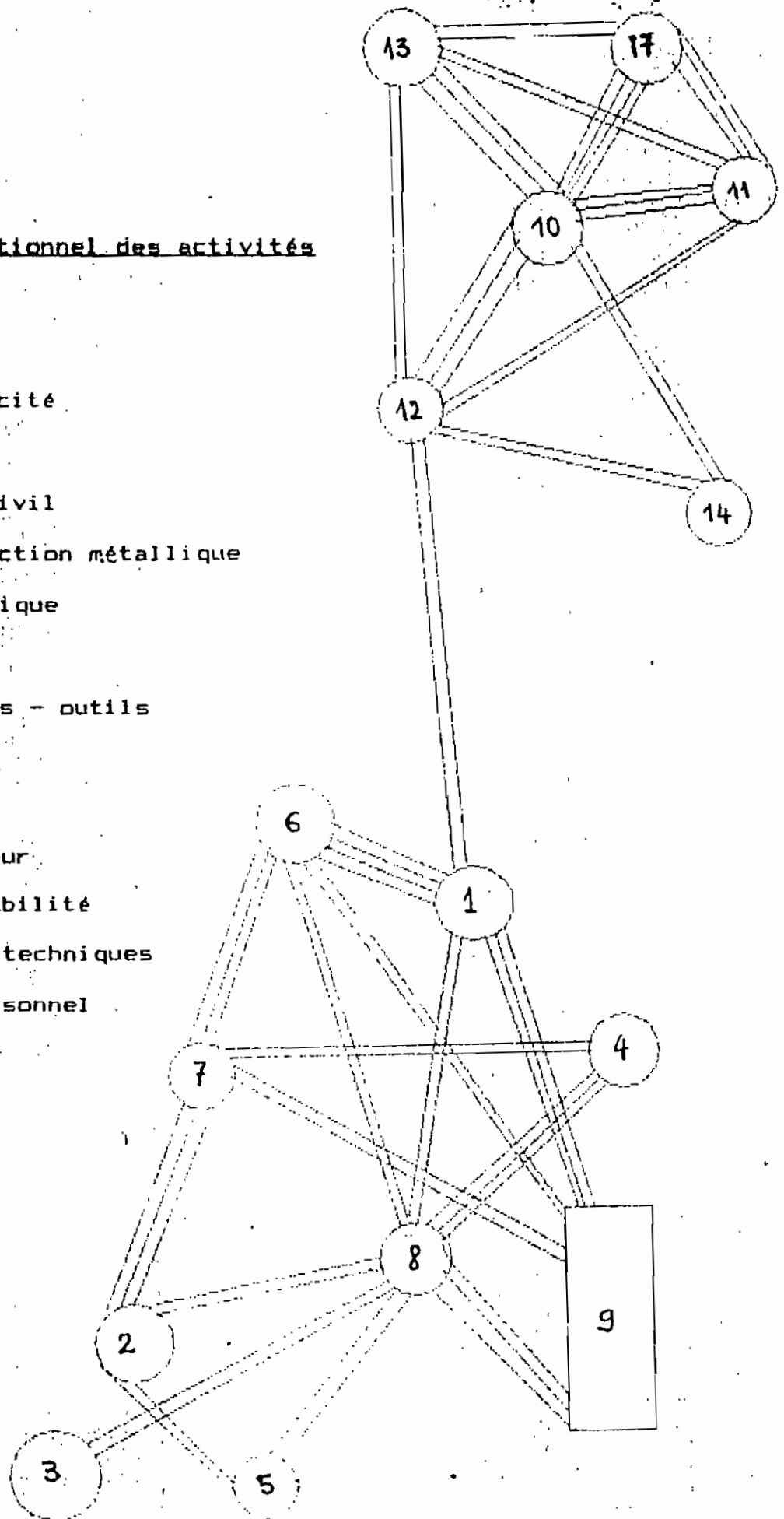
CODE DES PROXIMITÉS			
Cotation	Proximité	Couleur *	Nombre de traits
A	Absolument nécessaire	Rouge	4 droits
E	Spécialement importante	Jaune-Orange	3 droits
I	Importante	Vert	2 droits
O	Ordinaire	Bleu	1 droit
U	Sans importance	----	0
X	Indésirable	Brun	1 zigzag
XX*	Hautement indésirable	Noir	2 zigzag
<p>Note: Le signe « moins » à côté de la lettre indique une valeur d'un demi-point. Le signe — devient une ligne pointillée dans le système de cotation en couleurs ou en nombre de traits. * (Utilisation optionnelle)</p>			

fig 3.4 --- CONVENTIONS POUR LE TRACÉ DU DIAGRAMME RELATIONNEL DES ACTIVITÉS.

Diagramme relationnel des activités

Secteurs

- 1 Atelier Electricité
- 2 Atelier Pompe
- 3 Atelier Génie Civil
- 4 Atelier Construction métallique
- 5 Atelier Hydraulique
- 6 Atelier Moteur
- 7 Atelier Machines - outils
- 8 Magasin Central
- 9 Garage
- 10 Bureau Directeur
- 11 Service Comptabilité
- 12 Bureau Cadres techniques
- 13 Service du Personnel
- 14 Standard



Les besoins d'espaces doivent être déterminés. Pour ce faire, nous allons utiliser tantôt la méthode de calcul, tantôt la méthode de la conversion.

La méthode de calcul consiste à inventorier chaque élément d'équipement ou de machine et à évaluer l'aire occupée par cet élément en intégrant l'espace occupé par l'ouvrier, l'entretien, les accessoires... Il faut ensuite totaliser pour chaque secteur ou activités tous les éléments d'équipement pour obtenir la surface totale occupée.

La méthode de conversion quant à elle consiste d'abord à déterminer les espaces actuellement occupés puis à convertir les chiffres pour l'implantation projetée. A ce sujet, notons que la référence a été prise sur les ateliers de Louga pour ensuite appliquer les majorations convenables.

Nous allons à présent faire l'inventaire des équipement par département et donner les surfaces occupées (l'encombrement) de chaque machine.

Atelier	Equipements	Dimensions (mxm)
Machines- Outils	Tour horizontal	4 x 1,5
	Tour horizontal	4 x 1,5
	Perceuse sensitive à colonne	0,8 x 0,5
	Touret à meuler	0,8 x 0,5
	Etau limeur	2 x 1,7
Constructions métalliques	Rouleuse à tôle à main	3,0 x 1,0
	Cisaille à tôle et profilé à main	1,5 x 1,5
	Cintreuse mécanique	3,2 x 1,4
	Plieuse à main	1,9 x 0,6
	Cisaille guillotine	1,5 x 1,7
	Presse mécanique	2,0 x 0,8
Moteur	Rectifieuse planétaire de soupape	1,3 x 0,75
	Meuleuse-surfaceuse à boisseau	3,0 x 2,0
	Dégauchisseuse	1,5 x 1,3
	Aléseuse de bielle	1,5 x 1,5
	Déglaceuse	1,7 x 1,5
	Compresseur	0,9 x 0,8
	Presse hydraulique d'atelier	2,0 x 1,0

Dans l'atelier Electricité, nous aurons un banc d'essai pour alternateur, dynamo et démarreur.

De même, dans l'atelier pompe, nous aurons un banc d'essai de pompe. Concernant le magasin central, nous n'avons pu avoir une évaluation acceptable du volume de stocks à cause d'un problème de suivi au niveau de l'atelier de Louga qui à l'heure actuelle garde en stock l'essentiel des pièces de rechanges et fournitures de la DEM.

A cause de cela, nous avons déterminé les dimensions du magasin par la méthode de conversion en prenant pour référence l'atelier de Louga.

Pour les ateliers dont les équipements sont connus avec certitude, nous avons estimé les surfaces en tenant compte de l'encombrement des équipements.

Par contre pour les ateliers à polyvalence marquée, il s'est agi de faire une estimation de surface. En particulier pour l'atelier pompe ou électricité, nous avons prévu suffisamment d'espaces pour:

- le stockage des équipements de forage en attente de réparation
- les déplacements libres des ouvriers,
- l'entretien des équipements,
- les accessoires de travail

et éventuellement le bureau du chef d'atelier.

Pour ce qui est du secteur administratif, nous nous sommes basés sur les dimensions standard de bureaux pour proposer les surfaces de bureaux.

Après avoir déterminé la surface occupée par chaque atelier ou service, nous sommes en mesure de proposer une implantation en

intégrant les facteurs de proximité exprimés par le diagramme relationnel. Pour ce faire, il suffit d'examiner les formes d'aménagement possibles et de retenir la solution la plus optimale du point de vue de la souplesse de l'implantation, des possibilités d'expansion, de la circulation des produits et personnes ainsi que de la convenance du service.

Signalons à ce propos qu'un critère aussi important que celui du coût n'a pu entrer en jeu à cause de la spécificité du projet. En effet, et nous avons eu à le souligner, nous n'avons actuellement aucune contrainte qui puisse entraîner une différenciation fondamentale dans les solutions. Seules des considérations géométriques (position relative des secteurs) différencient en ce moment les schémas proposés.

Voir en annexe E les schémas d'implantation.

3.3. L'implantation détaillée

Lors de cette étape, on détermine l'emplacement spécifique de chaque unité (bureau, machine, pièce d'équipement) à l'intérieur d'un service ou secteur donné.

Nous avons affaire à des données plus précises et plus détaillées, des techniques plus affinées et nous reviendrons sur le dimensionnement de certains secteurs avec cette approche.

Toutefois, nous devons noter que c'est la procédure utilisée lors de l'implantation générale qui sera répétée pour chaque secteur mais de façon plus poussée.

3.3.1. Atelier constructions métalliques

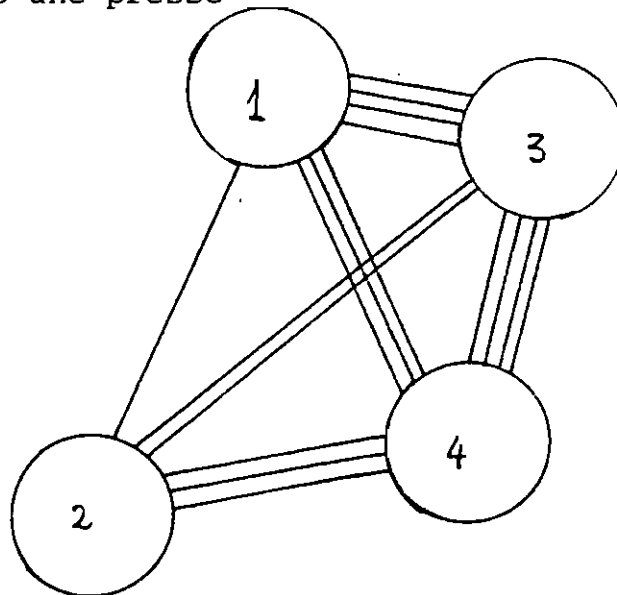
Au niveau de cet atelier, avec les équipements prévus, les activités suivantes seront possibles: coupe des tôles et profilés, cintrage, assemblage des pièces par opération de soudure.

Le diagramme relationnel ci-dessous traduit les relations de proximité devant exister entre les équipements pour une minimisation de la circulation des matières.

Dans ce diagramme , les activités essentielles de l'atelier sont définies .

Activités :

- 1 - Coupe des tôles avec la cisaille
- 2 - Pliage avec une presse
- 3 - Cintrage
- 4 - Soudure.



L'évaluation des surfaces des équipements, en considérant une surface de travail de 6 m² pour la soudure, nous offre une surface occupée de 21,02 m².

Pour tenir compte des surfaces nécessaires pour les allées de dégagement, les surfaces nécessaires aux ouvriers, au bureau du chef d'atelier, aux accessoires, aux matières, etc... et également pour prévoir l'installation éventuelle de nouveaux équipements, on peut opter pour un ratio surface totale/surface occupée par les équipements d'environ 5/1. Nous aurons donc un atelier de (10 x 10)m², c'est à dire 100 m².

L'annexe E donne le plan d'implantation détaillée de cet atelier.

3.3.2. Atelier Machines-Outils.

Pour cet atelier, les activités sont très diversifiées, les machines-outils affichent une certaine indépendance les unes par rapport aux autres, en ce sens qu'il n'y a pas toujours un processus opératoire bien défini entre les machines.

Le cheminement des produits est généralement irrégulier et chaque machine-outil peut constituer un point d'entrée, de transit ou de sortie du produit dans le système.

Pour ces raisons, l'implantation détaillée de cet atelier a été proposée en tenant compte par exemple du facteur manutention en arrangeant les équipements de sorte à avoir des traverses au niveau de chaque machine.

Ces traverses serviront à la manoeuvre de palans lorsque les pièces à usiner seront très lourdes.

L'évaluation des surfaces aboutit à 26,2 m² d'espace occupé par les ateliers. Les considérations faites à propos de l'atelier

constructions métalliques nous emmènent ici à prendre un ratio de 6/1. Nous aurons ainsi une surface d'atelier de 6 x 26,2 soit $160 \text{ m}^2 = 16 \times 10 \text{ m}^2$.

L'atelier Machines-Outils sera donc de $16 \times 10 \text{ m}^2$.

(Voir annexe E :plan).

3.3.3. Atelier Moteur

Cet atelier où se fera la révision générale des moteurs sera caractérisé par un nombre assez important de moteurs révisés ou en voie de l'être , ou de moteurs neufs en attente d'affectation. Donc un espace suffisant devra être accordé pour le stockage de ces moteurs.

L'emplacement des machines a été déterminé suivant l'ordre généralement adopté lors d'une révision générale de moteurs.

Une surface totale pour les équipements de $16,7 \text{ m}^2$ a été trouvée et un ratio d'environ 8/1 a été adopté pour tenir compte de l'espace de stockage nécessaire.

Cet atelier aura par conséquent une surface de $14 \times 10 \text{ m}^2$.

(Plan en annexe E).

Les dimensions du garage ont été déterminées par conversion par rapport à celui de Louga. Nous avons par conséquent considéré une surface de $30 \times 10 \text{ m}^2$. L'implantation détaillée du garage n'a pas été effectuée en raison de la simplicité de son intérieur.

Les ateliers Electricité, Pompe, Génie civil, Hydraulique ont été approximativement dimensionnés à cause du fait qu'il n'y a pas

beaucoup d'équipements dans ces ateliers. On a prévu de l'espace pour les équipements de forage à réparer ainsi que pour les accessoires, les ensembles ou sous ensembles en attente de réparation etc...

S'agissant du magasin central, les dimensions proposées font référence à l'atelier de Louga. Nous prévoyons un chariot élévateur pour la manutention des pièces lourdes .

En conséquence , les surface suivantes d'atelier ont été proposées

Atelier	Surface (m ²)
Electricité	6 x 10
Pompe	8 x 6
Génie Civil	6 x 6
Hydraulique	6 x 6
Magasin Central	20 x 10

La station service aura une surface de 5 x 4 m²

Cararctéristiques communes aux batiments industriels

On adopte une hauteur sous plafond de 6 m ; les planchers doivent résister à une charge de 500 Kg / m² et l'espace minimum entre colonnes est fixé à 3 m.

3.3.4 . Secteur administratif

Sous ce vocable, sont regroupés les services comptabilité, personnel, secrétariat et les cadres techniques (ingénieurs et techniciens).

Les bureaux seront évidemment dotés des mobiliers de bureaux nécessaires. La détermination de ces équipements est fonction du nombre de cadres et de leurs besoins.

Pour ce qui est des tables-bureaux et armoires de rangement, l'atelier central de Louga , doté d'une menuiserie pourra ravitailler son homologue de Kaolack pour ces équipements.

Il pourrait en être de même de l'essentiel des sièges.

En revanche, on peut prévoir un fauteuil de directeur.

En plus du mobilier de bureau, les besoins suivants seront satisfaits:

- 1 photocopieuse
- 2 machines à écrire
- 4 machines à calculer

Il est également bon de prévoir un climatiseur par bureau, soit 5 au total.

En se basant sur les espaces standard de bureaux, nous pouvons proposer:

Bureau	Surface (m ²)
Directeur	7 x 5
Sécretares	4 x 3.5
Comptabilité	5 x 4
Cadres techniques	6 x 5
Personnel	6 x 5
Standard	3 x 2.5

Nous aurons ainsi une surface totale de 150 m² en intégrant les couloirs, allées ...

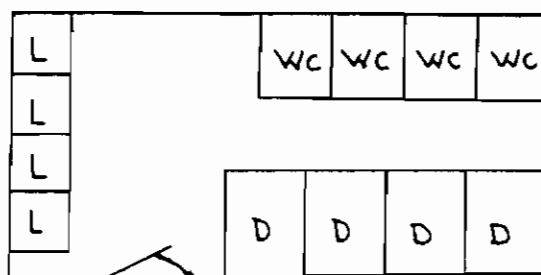
3.3.5. Services annexes

3.3.5.1. Toilettes

Les espaces sanitaires ont des dimensions normalisées. Nous aboutissons finalement au tableau qui suit:

Appareils	Dimension nominale	Nombre	Surface totale
W . C	0.8 x 1.3	4	3.2 x 1.3
Douches	0.9 x 1.6	4	3.6 x 1.6
Lavabos	0.9 x 0.7	4	0.7 x 3.6

Le plan des toilettes est donnée à la page suivante.



On a une surface de $7 \times 4 \text{ m}^2$ pour les toilettes.

3.3.5.2. Conciergerie

On prévoit une véranda de $4 \times 2 \text{ m}^2$, et une chambre à coucher de $4 \times 4 \text{ m}^2$, soit 24 m^2 pour le gardien.

3.6. Implantation définitive

Les ateliers prévus, le secteur administratif ainsi que les services annexes vont nécessiter une surface de plancher d'environ 1000 m^2

Nous devons prévoir dans le calcul du terrain une extension future de l'atelier central en fonction de l'augmentation inévitable de la capacité de l'atelier central. Il faudra également prévoir une surface de construction suffisante pour l'aménagement d'autres services annexes comme par exemple une infirmerie.

Forts de toutes ces considérations, nous recommandons un ratio de terrain utilisable par rapport à la surface des constructions de 10/1.

En considérant une hauteur sous plafond de 6 m pour les ateliers et de 4 m pour le bâtiment administratif, nous trouvons une surface de bâtiment (c'est à dire surface sous le toit et non la superficie

du plancher) de 2048 m². A l'aide de la table 4.1, nous trouvons un terrain utilisable pour la construction de 22 000m².

En optant pour une surface totale de 22 500 m², l'atelier central occupera un terrain de 150 x 150 m².

Note : Tous les schémas d'implantation figurent en annexe E.

Table 4.1 SURFACES DE TERRAIN REQUISES EN FONCTION DES DIMENSIONS DES CONSTRUCTIONS ET DU RATIO TERRAINS-BATIMENTS (1)

Dimension des bâtiments		Surfaces nécessaires en fonction du ratio « terrains-bâtiments » choisi									
m ²	ha	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	10/1
500		1 000	1 500	2 000	2 500	3 000	3 500	4 000	4 500	5 000	5 500
1 000		2 000	3 000	4 000	5 000	6 000	7 000	8 000	9 000	10 000	11 000
2 000		4 000	6 000	8 000	10 000	12 000	14 000	16 000	18 000	20 000	22 000
3 000		6 000	9 000	12 000	15 000	18 000	21 000	24 000	27 000	30 000	33 000
4 000		8 000	12 000	16 000	20 000	24 000	28 000	32 000	36 000	40 000	44 000
											"
5 000	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
6 000	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6	6,6
7 000	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7	7,7
8 000	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8	8,8
9 000	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	9	9,9
10 000	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20 000	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
30 000	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33
40 000	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
50 000	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
100 000	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110

(1) Extrait d'une conférence prononcée le 23-3-1956 à Bowling Green State University, par T. PASMA, US Department of Commerce.

CHAPITRE 4:

ETUDE ECONOMIQUE

A ce niveau de notre étude, l'atelier central a été dimensionné et l'essentiel des équipements nécessaires a été déterminé.

Dés lors, il s'agit de procéder à l'évaluation économique du projet en s'intéressant aux coûts induits par la réalisation du de l'atelier central.

4.1 DEPENSES D'INVESTISSEMENT

4.1.1 Terrains

L'atelier devant être implanté hors de la région de Dakar, le terrain peut être totalement exonéré (code des investissements). D'ailleurs, l'atelier central va relever dans une première phase du ministère du développement rural et de l'hydraulique, le terrain devrait être gratuit car faisant partie du domaine national.

4.1.2 Coût des bâtiments

Le gros oeuvre a été estimé sur la base d'un coût de 80 000 FCFA / m² de plancher par analogie avec un bâtiment industriel de même envergure.

Pour une surface totale de bâtiment de 1000 m², nous aurons un coût de 80 millions de FCFA.

En estimant le gros oeuvre à 70% du coût du bâtiment construit, la construction et l'aménagement (installation électrique, plomberie, peinture...) reviendra à 115 millions de FCFA

4.1.3 Coût des équipements

Le résumé de ces coûts est donné ci-dessous. Le détail pourrait être vu en annexe D.

Equipements	Prix total (FCFA)
Equipement d'atelier	79 310 000
Mobilier de bureau	8 737 000
Appareillage électrique	3 702 000
Sanitaires	402 000
Manutention	8 800 000
Entretien	12 371 525
Installation des équipements	6 673 120
Autres	667 312
Total :	121 000 000

Le total des investissements fixes sera de 236 millions de FCFA environ.

4.2. DEPENSES D'EXPLOITATION

4.2.1. Electricité

La puissance appelée au 3e niveau (voir annexe C) sera notre puissance souscrite, soit 132 Kw que nous allons majorer de 10 %

pour avoir une marge de sécurité. Par conséquent, la puissance souscrite sera finalement de 145.2 Kw.

En supposant une utilisation de 1500 heures dans l'année, le tarif général de la SENELEC pour la moyenne tension nous donne un montant annuel de

$$50.1 * 145.2 * 1500 = 10\ 911\ 780\ \text{FCFA}$$

La prime mensuelle étant de 2 131.44 FCFA / Kw, nous aurons une prime annuelle de:

$$2131.44 * 12 * 145.2 = 3\ 713\ 821\ \text{FCFA}$$

Le coût annuel effectif sera donc de 10 911 780 - 3 713 821 FCFA soit 7 200 000 FCFA.

4.2.2. Eau

Majorons le coût du m³ d'eau, usage domestique de 50 % ,soit

$$219.17 * 1.5 = 330\ \text{FCFA} \quad \text{par m}^3 \text{ d'eau usage industriel.}$$

En supposant une consommation journalière de 100 litres par agent et par jour (recommandation des normes), nous aurons :

$$70 * 100 * 302 = 2\ 114\ \text{m}^3$$

Ainsi la facture annuelle sera de : 330 * 2114 soit 700 000 FCFA

4.2.3. Amortissement des équipements

Nous estimons la valeur de ce poste à 10 % du coût des équipements destinés à l'entretien, soit :

$$0.1 * 79\ 310\ 000 = 7\ 931\ 000\ \text{FCFA}$$

4.2.4. Coût d'entretien

On estime ce coût à environ 10 % de l'amortissement des équipements, soit 793 100 FCFA.

4.2.5. Téléphone

Une analyse comparative avec des entreprises du même genre montre en général des valeurs voisines entre la consommation en eau et les frais de téléphone.

Par conséquent, nous pouvons estimer les frais de téléphone à 700 000 FCFA.

Récapitulons les dépenses de fonctionnement déjà calculées.

Dépenses	Coûts (FCFA)
Electricité	7 200 000
Eau	700 000
Téléphone	700 000
Amortissements	7 931 000
Entretien	793 100
Total	17 324 100

Les frais d'exploitation ainsi calculés peuvent être considérés avec réalisme comme représentant 30 % des dépenses totales de fonctionnement qui englobent, hormis celles déjà citées, les matières premières, les fournitures (carburant et autres), les frais de personnel...

Compte tenu de cette hypothèse, nous évaluerons finalement les frais d'exploitation à 58 000 000 FCFA par année.

Signalons cependant que certaines dépenses qui seraient effectivement engagées par l'atelier central ne sont pas considérées dans notre calcul pour la bonne et simple raison qu'il s'agit là de charges qui seraient de toutes les manières supportées par la DEM , avec ou sans création d'atelier central. C'est le cas par exemple du carburant pour les forages.

En définitive, le coût total du projet sera égal au montant des investissements fixes auxquels s'ajoute le capital de roulement nécessaire :

Donc, le coût total du projet = 236 000 000 + 58 000 000

Coût total du projet : 300 000 000 FCFA

4.3. RENTABILITE ECONOMIQUE DU PROJET

L'atelier central devant relever d'un service public, il n'est pas aisé d'en faire l'étude de rentabilité financière. C'est pourquoi nous nous contenterons de jeter les bases d'une étude de rentabilité économique.

Le projet d'implantation de l'atelier central s'est d'abord justifié par le contexte actuel qui est caractérisé par un dépassement de la capacité de l'atelier de Louga et également par son inadéquation par rapport à la configuration géographique des

stations de pompage à l'heure actuelle. Ces problèmes se traduisent par une couverture incomplète des stations de pompage par l'atelier de Louga, état de fait qui accélère la dégradation d'un matériel difficilement acquis (moteur et pompe) et dont le renouvellement pose de sérieux problèmes de financement.

Pour ne pas paralyser la DEM face à ses attributions, l'étude d'un tel projet nous paraît indispensable.

Par ailleurs, la DEM use souvent de la sous-traitance pour la révision des moteurs et pompes à cause du manque d'équipements spécialisés. Une analyse plus fine aurait pu déterminer les charges induites par la sous-traitance, pour avoir des éléments de comparaison avec l'investissement nécessaire pour l'implantation de l'atelier central.

Il serait également opportun d'analyser en détail les possibilités de prestations de services de l'atelier central pour le compte des entreprises implantées à Kaolack (SOTEXKA, SNSS, SONACOS...) ainsi que celles situées dans les environs (SEIB), et d'en évaluer les recettes potentielles.

En somme, la contrepartie n'est pas négligeable mais il aurait fallu disposer de données plus précises pour être en mesure de se prononcer. Malheureusement, le temps imparti et certaines réalités de la DEM ne nous a pas permis de mener à bon port cette analyse économique.

En tout état de cause, en dehors de toutes considérations économiques, l'implantation d'un atelier central à Kaolack améliorerait notablement l'entretien et la maintenance des

équipements de forage et aurait assurément pour conséquence une plus grande régularité dans l'approvisionnement en eau des populations rurales.

CHAPITRE 5 : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'étude que nous avons menée ici n'a nullement la prétention d'être exhaustive. Cependant, nous sommes en droit de penser avoir effectué un large tour d'horizon sur la politique de maintenance à mettre en place au niveau de la DEM.

Dans la première partie de notre travail, une étude systématique des réalités actuelles de la DEM a été effectuée en vue de rechercher les sources de blocages de cette direction.

Dans le but d'apporter une solution à ces problèmes réels, nous avons dans une deuxième phase étudié tous les aspects liés à l'implantation d'ateliers central et secondaires contribuant à une plus grande décentralisation des structures de maintenance.

L'implantation de l'atelier central a occupé une place importante en raison de l'importance qu'il revêt dans la stratégie du système de gestion de la maintenance proposé. C'est ainsi que nous avons accordé une place importante au choix des équipements, à l'organisation interne ainsi qu'à l'aménagement des ateliers.

Dans le domaine de l'hydraulique comme partout ailleurs du reste, l'allocation des ressources est un aspect fondamental. Aussi avons nous jugé nécessaire de procéder à une analyse

économique du projet afin de pouvoir évaluer les investissements nécessaires. Il s'agissait par la suite d'esquisser une étude de rentabilité économique en vue de comparer les coûts induits par la réalisation du projet aux avantages escomptés.

A ce niveau de notre étude, en l'absence de données précises, nous n'avons pu mener une étude détaillée. C'est pourquoi, nous recommandons la réalisation d'une étude complète qui intégrerait tous les paramètres pertinents.

En tout état de cause, l'expérience acquise au contact de la DEM nous a enseigné que la maintenance des ouvrages hydrauliques doit occuper une place de choix. Et pour ce faire, nous pensons que la mise en place d'ateliers équipés représente une alternative incontournable.

ANNEXE A: GESTION DES STOCKS , application de la méthode ABC

Pour élaborer un système de gestion des stocks, il est convenable, de prime abord de classer les stocks selon leur valeur. Pour ce faire, l'analyse ABC permet aux gestionnaires d'aboutir à cette classification.

La division des stocks en trois catégories A, B et C constitue la première étape valable d'un plan d'action axé sur une gestion efficace des stocks. Cette division permet aux gestionnaires de prendre des décisions dont l'importance et l'impact varieront selon la catégorie d'unités.

Méthode pratique de calcul

Soit D la demande annuelle d'un article et V sa valeur en FCFA/unité.

- 1 - Calculer $D \times V$ pour chaque article.
- 2- Classer les articles par ordre décroissant de la valeur $D \times V$
- 3- Calculer la somme cumulée des $D \times V$ de tous les articles.
- 4- Calculer le pourcentage de la valeur $D \times V$ de chaque article par rapport au $D \times V$ total.
- 5 - Calculer le cumulé des pourcentages.
- 6 -Classer selon la loi de Pareto.

Dans la majorité des cas, on constate que 20 % des articles représentent environ 80 % de la valeur du stock: ces articles sont situés dans la **zone A** ou zone des priorités.

Les articles se situant dans cette zone doivent bénéficier d'une gestion dite par exception des stocks. On doit pour ces articles utiliser les meilleurs modèles de prévision de la demande et de la gestion des stocks.

Zone B

Dans cette tranche, les 30 % des articles représentent environ 15 % de la valeur des stocks.

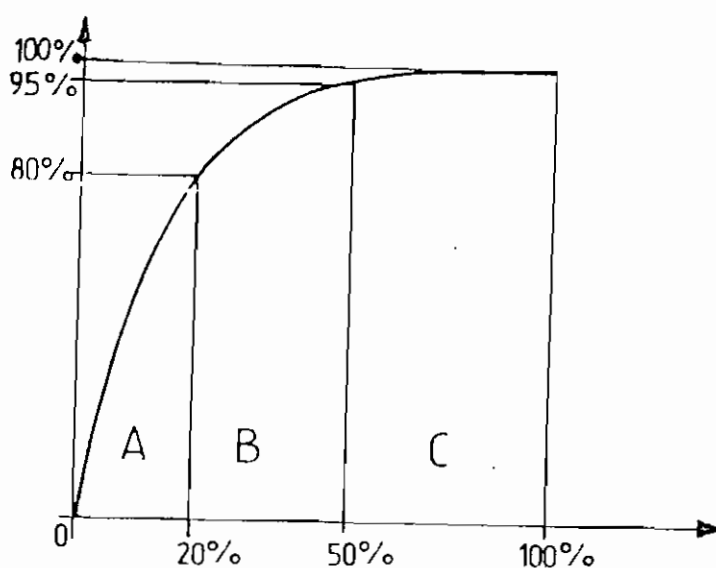
Une gestion systématique est nécessaire. Ces articles sont en général gérés rigoureusement par l'ordinateur.

Zone C

Enfin pour cette frange les 50 % des articles restants ne représentent que 5 % de la valeur des stocks. Un système simple de gestion des stocks est en général suffisant.

Notre classification conduit à la figure suivante.

▣ Représentation graphique



Concrètement pour la gestion des stocks de matières, nous recommandons à la DEM de procéder à la classification des matières qu'elle a en charge selon la méthode ABC pour les avoir dans l'ordre d'importance.

Sans entrer dans les détails, nous pouvons proposer quelques méthodes de gestion susceptibles d'aider la DEM dans ces tâches.

La méthode du programme d'approvisionnement est en principe réservée aux articles tels que les fournitures de bureaux. Elle consiste à passer commande d'une quantité fixe à période fixe.

La méthode du plan d'approvisionnement consiste quant à elle à passer commande variable à intervalles fixes.

Ces deux méthodes sont assez faciles à mettre en oeuvre et donnent souvent des résultats acceptables.

Toutefois dans la gestion des stocks de pièces de rechanges ou en tout cas d'article à forte rotation, il est fortement suggéré d'appliquer la méthode du point d'alerte. Cette méthode consiste à commander la quantité économique lorsque le stock en diminuant atteint le stock d'alerte qui est une valeur fixée en fonction des coûts liés aux ruptures de stock, au surstock etc

ANNEXE B:Spécifications techniques d'équipements

Nous avons proposé quelques type d'équipements pour l'atelier central sans entrer dans des détails qui dépasseraient le cadre de notre étude. Cependant, pour les équipements les plus importants, nous donnons dans cet annexe les spécifications techniques complètes ainsi que les prix sur lesquelles nous avons basé notre étude économique.

- TOUR HORIZONTAL A CHARIOTER ET A FILETER -

- . Marque : VERNIER
- . Type : ELMEC 255 x 2500

1.1 - SPECIFICATIONS :

- . Hauteur de pointe : 255 mm
- . Entre-pointes : 2500 mm
- . Largeur du banc : 360 mm
- . Distance entre le plateau et le rompu : 130 mm

- DIAMETRE DE TOURNAQE

- . Au-dessus du banc = 515 mm
- . Au-dessus du chariot transversal = 328 mm
- . Au-dessus du pont du rompu = 535 mm
- . Dans le rompu = 740 mm

- FILETAGES

- . Métrique : 0,5 à 28 mm
- . Whitworth (filets à pouce) : de 56 à 1
- . Module (mod.) : de 0,25 à 14

- CHARIOTS

- . Course longitudinale : 2500 mm
- . Course transversale : 350 mm
- . Angle de pivotement du chariot porte-outil : de +90°
à -90°

- BROCHE

- . Alésage broche : 77 mm
- . Nez de broche conique - type L1 : 6"

- MACHINE TROPICALISEE

1.2 - EQUIPEMENT ET ACCESSOIRES :

. Bac à copeaux :	STD	
. Jeu de 2 Pointes fixes et rectifiées CM5 ..	STD	
. Un cône de réduction pour broche	STD	
. Une pointe tournante de précision CM5		67.000 FCFA
. Plateau toc équilibré 6" Ø 310 mm	STD	
. Mandrin concentrique à 2 jeux de 3 mors ..	STD	
. Mandrin universel Ø 315 à 2 jeux de 4 mors		356.000 "
. Plateau de montage Ø 450 mm (6")		152.500 "
. Plateau 4 mors indépendants broche 6" Ø 400 mm	STD	
. Lunette fixe : Ø admis = 200 mm	STD	
. Lunette à suivre : Ø admis = 160 mm	STD	
. Dispositif d'arrosage (avec bac à copeaux)	STD	
. Dispositif d'éclairage 24 volts	STD	
. Ecran protecteur pare-copeaux Ø 500 mm		76.500 "
. Outillage de service comprenant :		
- 2 jeux de 14 outils en scier rapide .		238.000 "
- 1 jeu de 10 outils à plaquette carbure :		28.000 "
. Manuels d'entretien et de maintenance	STD	

* PRIX H.D.T. ACCESSOIRES - 918.000 FCFA

* TOTAL MACHINES + ACCESSOIRES - 11.708.000 FCFA

OUTILLAGE DE TUYAUTERIE

. Matériel VIRAX

- . 1 Filière ajustable à cliquet pour tubes 1/2 à 3 pouces
BSP GAZ - pas droite - code 12 63 000 - réf. 65
- . 2 Coupe-tubes fer, cap. de 21 à 60 mm - code 2101250
réf. 2101/2 3
- . 1 Coupe-tubes fer cap. de 60 à 114 mm : - Code 2101450
- Réf. : 2101/4
- Avec 5 mollettes
fer réf. 2104/44/6
- . 2 Etau à tube sur pieds : - Cap. 1/4 à 3 pouces
- Code 2003700
- Réf. 2003/1
- . 5 Clés STILLSON 125 : - Cap. 49 mm
- Code 0125 140
- . 5 clés STILLSON 125 : - cap. 76 mm
- Code 0125240
- . 1 clé STILLSON 125 : - Cap. 142 mm
- Code 0125480

* PRELX H.D.T. / TUYAUTERIE -

..... 540.000 FCFA

BANC D'ESSAIS COMBINE POUR ALTERNATEURS, DYNAMOS ET DEMARREURS

- . Marque : MOHICAN
- . Type : 866

- CARACTERISTIQUES :

- . Essais des démarreurs et dynamos jusqu'à 4000 W sous 25 V
- . Parfaite stabilité de marche et puissance disponible à bas régime.
- . Entraînement direct par courroie
- . Essai de démarreurs jusqu'à 15 CV
- . Frein hydraulique à disque, progressif et précis à commande manuelle
- . Reçoit toutes les modèles de démarreurs.

- ACCESSOIRES :

- . Jeu de cordons de branchement
- . Dispositif de sanglage pour génératrice à corps cylindrique
- . Plaques-supports pour les alternateurs à pattes
- . V6-support et sanglage pour démarreurs cylindriques
- . Jeu de 6 plaques-supports pour démarreurs à bride
- . Jeu de 3 couronnes dentées (module 2,116 ; 2,54 ; 3,175)

* PRIX H.D.T. - : 7.900.000 FCFA

- PIECES DETACHEES :

- . Courroie variateur, réf. 4430 V 700 103.000 FCFA
- . Jeu de 6 ampoules pour voyant (12 et 24v). 1.500 FCFA
- . Jeu de 2 courroies pour dynamo tachymétrique 3.600 FCFA
- . Jeu de 3 couronnes dentées 135.000 FCFA
- . Jeu de fiches pour cordons de branchement (4 et 6 mm) 6.000 FCFA

. Equipement de démarrage étoile-triangle ...	168.000 FCFA
. Servo-moteur du variateur	182.000 FCFA
. Contact "fin de course" pour dito	13.000 FCFA
. Commutateur "+ ou - vite" V x 1 10969	24.000 FCFA
. Commutateur "débit" V x 3 314307	48.000 FCFA
. Voltmètre	41.000 FCFA
. Ampèremètre principal	41.000 FCFA
. Ampèremètre "excitation"	38.000 FCFA
. Tachymètre électrique	105.000 FCFA
. Platine blocage	292.000 FCFA
. Dynamo tachymètre	124.000 FCFA

ANNEXE C: Estimation de puissance

SECTEUR	Puissance 2eme niveau (Kw)	Coeff de 3eme niveau	Puissance appelée(Kw)
Atelier Machines-Outils	41.2	.7	132
Atelier Constr.Métalliques	37		
Atelier Moteur	25.8		
Atelier Electricité	25.3		
Atelier Pompe	21.6		
Atelier Hydraulique	22.2		
Atelier Génie Civil	1		
Magasin Central	2.5		
Batiment Administratif	11.5		

Nous avons ainsi une puissance appelée du réseau de 132 Kw .

Calcul de la puissance du transformateur HT/BT

On suppose que l'arrivée de la SENELEC se fait par une ligne haute tension de 30 Kv.

En supposant un facteur d'extension de 30 %, et un facteur de puissance de .86, nous aurons :

$$S_1 = \frac{132 * 1.3}{.86} = 199 \text{ Kva}$$

On choisit un transformateur d'une puissance de 200 Kva avec un rapport de transformation 30 Kv/380v.

Puissance du transformateur BT/BT

Nous avons une puissance appelée en basse tension de 26 Kw.

Pour un facteur d'extension de 30 % et un facteur de puissance de .86 :

$$S_2 = \frac{26 \cdot 1.3}{.86} = 39 \text{ Kva}$$

On choisit un transformateur de 50 Kva avec un rapport de transformation de 380v/220v.

ANNEXE D: Coût des équipements de l'atelier central

Equipements	Nombre	Prix unitaire	Prix total(FCFA)
<u>Atelier de maintenance</u>			
Tour à charioter +accessoires	2	11.708000	23416000
Perceuse à colonne +accessoires	1	1.250000	1.250000
Touret à meuler	1	770000	770000
Fraiseuse universelle	1	7.250000	7.250000
Etau limeur	1	920000	920000
Rectifieuse de sou pape + accessoires	1	750000	750000
Meuleuse surfaceuse + accessoires	1	2.944000	2.944000
Dégauchisseuse	1	2.400000	2.400000
Aléseuse de bielle	1	3.700000	3.700000
Déglaceuse	1	1.600000	1.600000
Presse hydraulique d'atelier	1	877000	877000
Rouleuse à tôle à main	1	1.740000	1.740000
Cisaille à tôle à main + accessoires	1	924000	924000
Cintreuse mécanique	1	2.860000	2.860000
Plieuse à main	1	1.700000	1.700000

Equipements	Nombre	Prix unitaire FCFA	Prix total FCFA
Cisaille guillotine(mécanique)	1	2.840000	2.800000
Presse Mécanique de pliage	1	3.150000	3.150000
Compresseur d'atelier	1	1.504000	1.504000
Outillage de tuyauterie(mat virax)		540000	540000
Banc d'essai de pompe	1	8.950000	8.950000
Banc d'essai d'alternat ,dynamo démarreur+accessoire	1	9.225100	9.225100
TOTAL			79.310000
<u>Mobilier de bureau</u>			
Photocopieuse	1	4.210000	4.210000
Machine à écrire	2	640000	1.280000
Machine à calculer	1	60000	60000
Fauteuil de directeur	1	134000	134000
Fauteuil de direction	8	96000	768000
Climatiseurs	5	457000	2.285000
TOTAL			8.737000
<u>Installation électrique</u>			
Transformateur 30kv/380 de puissance 200kVA avec accessoires	1	2.819000	2.819000
Transformat 380kv /220 Puissance 50kva	1	400000	400000
Autres appareil:15% du total		482850	482850
TOTAL			3.702000

Equipements	Nombre	Prix unitaire FCFA	Prix total FCFA
<u>SANITAIRE</u>			
WC	4	49200	196800
Douche	4	11500	46000
Lavabo	4	16500	66000
Autres frais:30%			92640
TOTAL			402000
<u>MANUTENTION</u>			
1 Chariot éleve- teur	1	8.000000	8.000000
Autres (palans, etc) 10% du total		800000	800000
TOTAL			88000000
<u>ENTRETIEN</u>		Prix total	
Pièces de rechange stock de sécurité) 20% du matériel venu sans accessoires		9.897220	
Outillage:5% du ma tériel venu sans outillage		2.474305	
TOTAL			12.371.525
Installation des équipements :8% de leur coût		6.673120	
Majoration pour incertitudes et au- tres: 10% du coût de l'installation des équipements		667312	
TOTAL DES INVESTISSEMENTS EN MATERIEL			121.000000

ANNEXE E: Plans d'implantation de l'atelier central

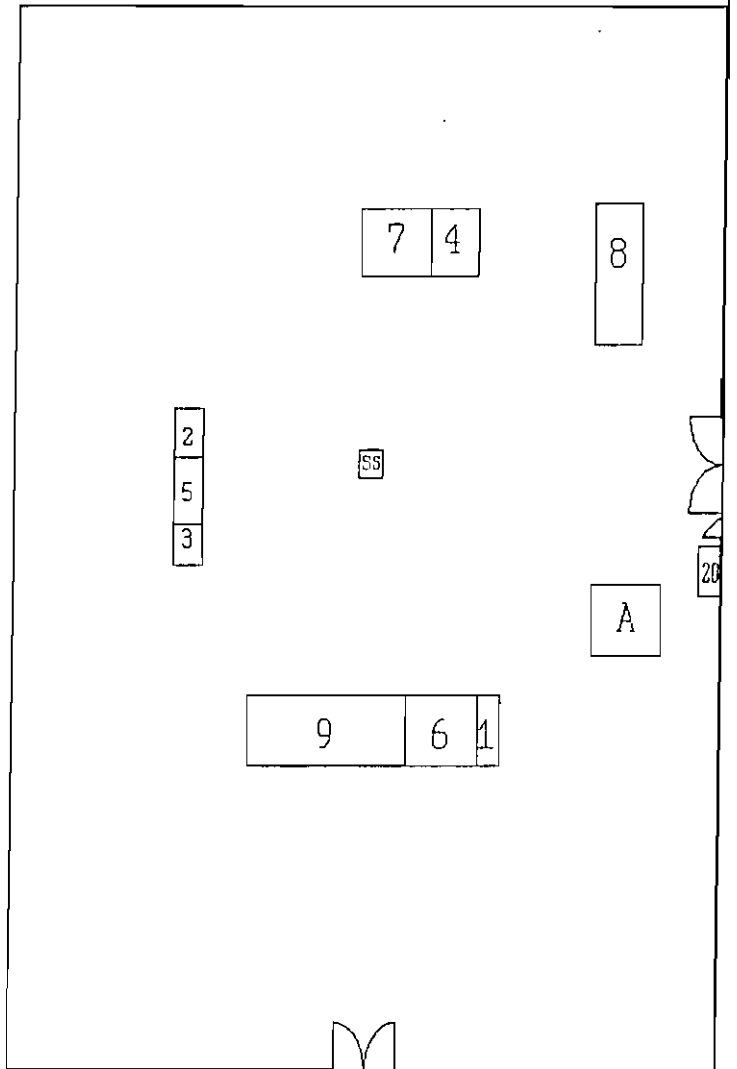
Dans cet annexe , figurent les schémas d'implantation des ateliers: moteur , constructions métalliques , machines-outils et du bâtiment administratif .

L'implantation générale de l'atelier central est également fournie.

Implantation generale de l'atelier central

- A : batiment administratif
- 1 : Atelier Electricite
- 2 : " Pompe
- 3 : Genie civil
- 4 : Constructions metalliques
- 5 : " Hydraulique
- 6 : " Moteur
- 7 : " Machines outils
- 8 : Magasin central
- 9 : Garage
- SS : Station service
- 20 : Conciergerie

Echelle: 1/1000

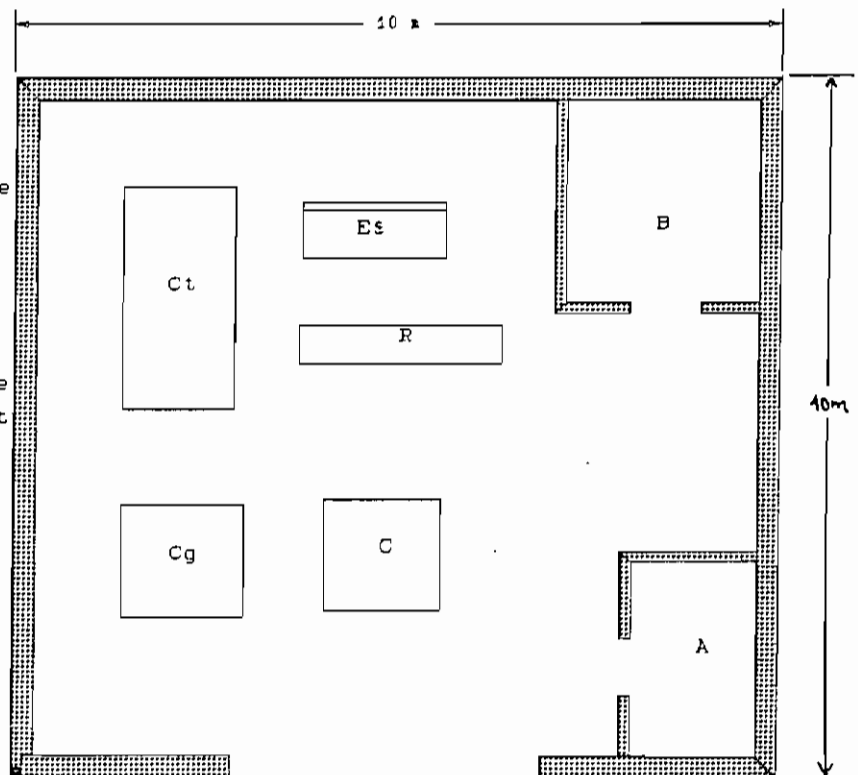


IMPLANTATION DETAILLEE DE L'ATELIER
CONSTRUCTION METALLIQUE

Legende

- C: cisaille a main
- Cg: cisaille guillotine
- A: soudure
- E: plieuse a main
- E\$: presse de pliage
mecanique
- R: rouleuse a main
- Ct: cintreuse mecanique
- B: bureau de contremait
(chef atelier)

Echelle 1/100



IMPLANTATION DETAILEE ATELIER MACHINES OUTILS (7)

Echelle 1 cm --> 1 m

LEGENDE

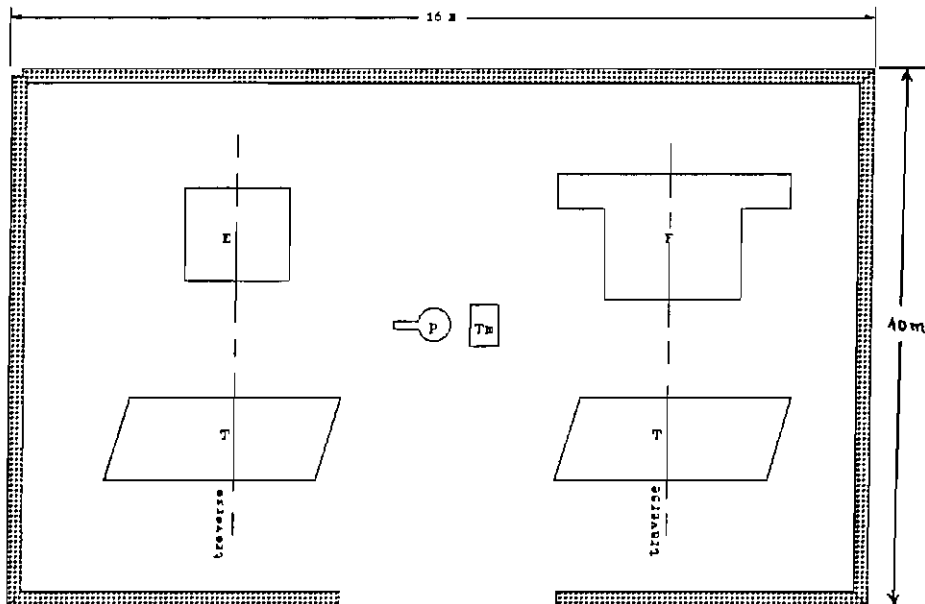
T: tour

F: fraiseuse universelle

E: etau ligneur

P: perceuse

Ta: Tourret a mouler



IMPLANTATION DETAILLEE DE L'ATELIER MOTEUR (6)

ECHELLE: 1/50

LEGENDE

P: presse

C: compresseur

B: bureau chef
d'atelier

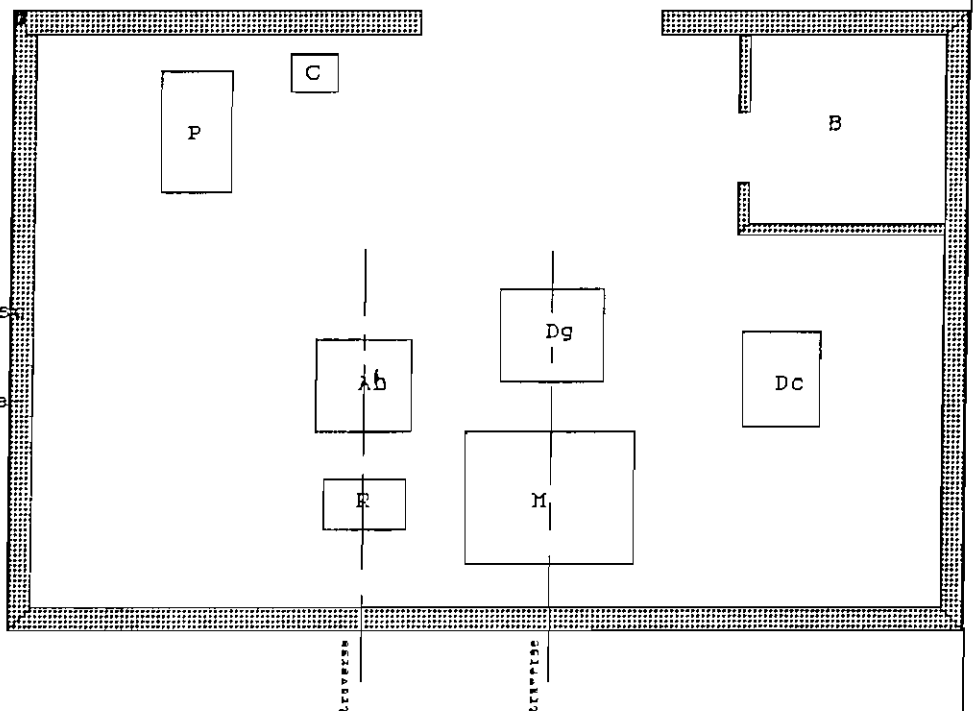
Dg: deglanceuse

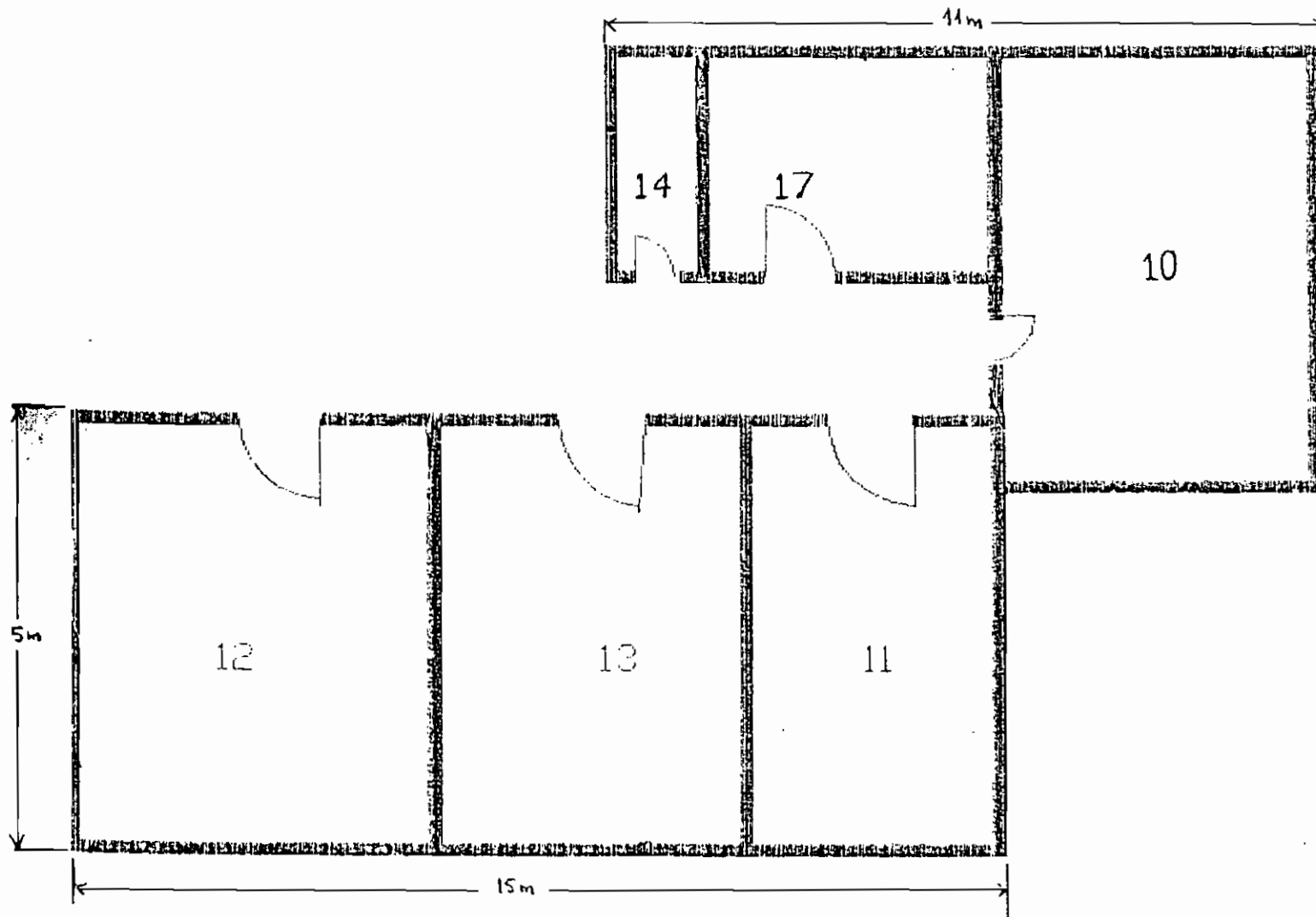
Dc: degeuchisseur

R: rectifieuse
de soupape

M: meuleuse surfa-
ceuse boisseau

Ab: Alesouse bielle





BATIMENT ADMINISTRATIF

- 10 - Direction
- 17 - Secretariat
- 11 - Comptabilite
- 13 - Personnel
- 12 - Cadres techniques
- 14 - Standard telephone

Echelle 1/100

BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES

- (1) DEM , Rapports annuels , 1984-85 et 1985-86
Source : Ministère de l'hydraulique
- (2) LYONNET P. , La maintenance : mathématiques et méthodes
Edition Lavoisier , 1986
- (3) MUTHER R . , L'implantation rationnelle de votre entreprise
Edition Eyrolles , 1966
- (4) HAMELIN B . , Entretien et maintenance
Edition Eyrolles , 1974
- (5) NOLLET . KELADA . DIORIO . , La gestion des opérations et de la production : Une approche systémique
Edition Gaetan Morin
- (6) Fédération des industries mécaniques et transformatrices des métaux : Dossier machines - outils . Tome 1 , 2 et 4 ;1979
- (7) Bulletin N°18 . Publication des nations unies :
Industrialisation et productivité
- (8) ASSWAD N. , Maintenance , Notes de cours
Ecole polytechnique de Montréal , 1986
- (9) Barry Mamadou . , Projet de fin d'études
EPT , 1989
- (10) Ndiaye Amadou . , Projet de fin d'études
EPT , 1987
- (11) Tall Pape . , Rapport de stage de maîtrise à Matforce
EPT , 1989