



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

DISTRIBUTION RESTREINTE

18280

DP/ID/SER.A/1089

29 novembre 1988

FRANCAIS

**ASSISTANCE D'URGENCE EN MATIERE D'INGENIERIE
A L'ATELIER MECANIQUE DE DAKAR MARINE**

SI/SEM/88/802/11-01

SENEGAL

**Rapport technique : Analyse des besoins dans l'atelier mécanique
de Dakar Marine***

Préparé pour le Gouvernement sénégalais par
l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel,
organisation chargée de l'exécution pour le compte du
Programme des Nations Unies pour le développement

D'après l'étude de M. C. Hardy
Expert ONUDI

Fonctionnaire chargé de l'appui :
H. Seidel, Service des industries mécaniques

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
Vienne

* Document n'ayant pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

SOMMAIRE

	PAGE
1 INTRODUCTION	1
1.1 Informations générales et description de projet	1
1.2 Objectifs de la mission	1
1.3 Programme de la mission	2
1.4 Déroulement de la mission	2
1.5 Remerciements	3
2 ANALYSE DES TRAVAUX DE FABRICATION DE PIECES MECANIQUES	4
2.1 Atelier machines-outils	4
2.2 Magasin outillage	5
2.3 Les instruments de mesure	5
2.4 Les travaux de fabrication de pièces	6
3 ANALYSE DES TRAVAUX DE TRAITEMENT THERMIQUE	7
4 PROCES ET MOYENS NECESSAIRES POUR TRAVAUX DE TRAITEMENT THERMIQUE	9
5 LISTE ET SPECIFICATIONS DES EQUIPEMENTS NECESSAIRES POUR LE TRAITEMENT THERMIQUE	11
6 PLAN D'INSTALLATION ET DE MISE EN OEUVRE DES EQUIPEMENTS DE TRAITEMENT THERMIQUE	12
7 PROGRAMMES DE FORMATION DU PERSONNEL	13
7.1 Traitement thermique	13
7.2 Machines-outils	13
7.3 Bureau de préparation et méthodes - devis	13
7.4 Maintenance des machines - outils et installations	13
8 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	15
9 ANNEXES	17

1. INTRODUCTION

1.1 Informations générales et description de projet

Dakar Marine est un établissement industriel et commercial placé sous la tutelle du Ministère de Développement Industriel et Artisanal avec comme mandat principal la réparation navale.

Pour remplir son mandat, il doit réaliser les activités suivantes :

- la construction navale
- la promotion des technologies de base pour l'industrie mécanique.

Une diversification de ses activités entamée depuis env. 1 an devrait permettre d'aboutir au lancement de nouvelles activités, notamment mécaniques : fabrication de pièces de rechange, fabrication d'outillages agricoles, traitement thermique de pièces mécaniques.

La présente mission a procédé à une analyse du processus de fabrication des pièces mécaniques, en particulier en ce qui concerne le traitement thermique. La mission a formulé des recommandations en vue de l'amélioration de la productivité de l'équipement industriel, notamment en ce qui concerne les procédés et moyens nécessaires pour effectuer des travaux de qualité au sein de l'atelier mécanique.

1.2 Objectifs de la mission (voir termes de référence en annexe I)

- Analyser le procédé actuel de fabrication des pièces mécaniques quant à la qualité et à la diversification de la production
- Analyser les travaux de traitement thermique qui sont effectués actuellement et faire la critique des moyens mis en oeuvre et des résultats obtenus.
- Définir les procédés et moyens nécessaires pour effectuer des traitements thermiques de qualité.
- Préparer la liste et les spécifications des équipements pour achat éventuel.
- Elaborer un plan d'installation et mise en oeuvre de ces équipements.
- Prévoir la formation du personnel affecté à ces travaux.

1.3 Programme de la mission

Le programme de la mission a été établi avec les responsables de Dakar Marine et comportait les points suivants :

- analyse des équipements de l'atelier de traitement thermique;
- analyse des besoins spécifiques de traitement thermique en fonction de la diversification de l'atelier mécanique vers une extension des activités en direction du secteur industriel national (extérieur à Dakar Marine);
- propositions de réorganisation du local de traitement thermique;
- formation élémentaire et transmission de recommandations concernant les procédures de traitement thermique avec essais dans l'installation existante sur échantillons prélevés au magasin de matière d'oeuvre dans différentes nuances d'acier;
- détermination des dimensions et caractéristiques des nouveaux équipements du local de traitement thermique;
- analyse du parc machines-outils et des équipements actuels;
- analyse de la procédure de contrôle qualité pendant et après exécution des fabrications réalisées en atelier mécanique;
- analyse du magasin outillage;
- visite d'information dans quelques unités de production du secteur industriel extérieur pour déterminer les besoins de ce secteur et envisager les possibilités de diversification et d'extension de l'atelier mécanique, en tenant compte des argumentations positives et négatives des différents responsables rencontrés;
- conseils divers concernant la préparation, les méthodes, l'élaboration de devis et l'organisation de la distribution du travail et de ses attendants;
- Remarque : une deuxième mission sera organisée après l'arrivée des équipements préconisés dans le présent rapport. Cette mission portera surtout sur la formation du personnel de traitement thermique.

1.4 Déroulement de la mission

La mission ONUDI était composée de M. C.HARDY, expert mécanique de DGS International.

L'équipe de Dakar Marine était composée de :

- M. SAIKA FAINKE, directeur technique
- M. AMETH NDYAYE, Chef de service machine
- M. MALAMINE SENE, Chef d'atelier
- M. GABACAR YOLIM, Chef du bureau fabrication
- M. NIUGA LO, Chef du bureau de production

La mission est arrivée à Dakar le jeudi 11/8/88 et après contact le 11/8/88 avec les responsables du PHUD/Dakar, la mission a démarré ses travaux le 12/8/88. L'intervention a duré jusqu'au 31/8/88, date de fin de mission.

Une réunion de synthèse a eu lieu le 31/8/88, à laquelle ont participé M. GORGISSEN, Président Directeur Général de Dakar Marine et M. FAINKE, Directeur technique.

La liste des personnes rencontrées durant la mission est reprise en annexe II.

1.5 Remerciements

La mission tient à remercier de leurs services, supports et concours, toutes les personnes qui l'ont aidé dans l'accomplissement de sa tâche. A cet effet, la mission remercie l'ensemble du personnel de Dakar Marine qui a participé aux travaux, en particulier MM. Gorgissen, PDG et M. Fainke, Directeur Technique. La mission remercie également M. Mostefai, Conseiller Technique Principal hors siège de l'ONUDI.

2. ANALYSE DES TRAVAUX DE FABRICATION DE PIÈCES MÉCANIQUES

2.1 Atelier machines-outils

Inventaire des machines outils, caractéristiques, état et remarques : voir annexe V.

Les machines-outils ne sont pas nettoyées, ni entretenues et sont couvertes de poussière et attaquées par la corrosion. Certains tambours gradués sont presque illisibles.

La capacité du parc machines-outils est utilisée à maximum 25 % de ses possibilités. Le potentiel heures/semaine est de 1600 heures et on arrive péniblement à des prestations de 350 à 400 heures/semaines.

Les ouvriers ne reçoivent du bureau de préparation aucune indication quant au processus de fabrication. Les fiches de travail ne comportent ni décomposition du travail, ni indications sur les vitesses et avances.

L'exécution est laissée au libre choix de l'ouvrier. Il n'y a aucun contrôle de qualité intermédiaire ni final.

Il n'existe pas de local de métrologie et a fortiori pas de contrôleur de qualité. Le bureau de préparation est un simple bureau de transmission.

Pas de service ordonnancement/lancement

Pas de planning de charge des machines.

Pas de planning de suivi des travaux.

Pas de dessinateur lié à l'atelier mécanique.

Il y a un seul dessinateur pour l'ensemble de Dakar Marine (dessinateur n'ayant aucune implication dans le service fabrications mécaniques).

La majorité des travaux est encore exécutée à l'aide d'outils en acier rapide et trempé (outils ne permettant que des vitesses de coupe de 15 m/minute à 25 m/minute alors que l'usage généralisé de porte-outils avec plaquettes permettrait l'utilisation de vitesses de coupe de 50 m/minute à 75 m/minute). Aucune instruction pour l'usage -très restreint- des outils à plaquettes amovibles n'a été donnée aux ouvriers qui continuent à travailler avec ces plaquettes aux mêmes vitesses de coupe sélectionnées pour les outils en acier rapide.

Les manutentions dans l'atelier des machines se limitent à l'usage des ponts roulants de 10 tonnes et de 5 tonnes utilisés aussi bien pour des pièces de 200 kg que pour des pièces d'un poids plus conséquent lors de leur mise en place sur les machines-outils.

Aucun moyen de manutention légère au sol (transpalette p.ex.) n'est présent, ce qui a pour résultat de provoquer parfois des attentes de 15 à 20 minutes entre les postes de travail.

- 5 -

Le tour à commande numérique de 12 mètres entre-pointes n'a jamais été opérationnel en raison des conditions climatiques et de l'environnement marin. Il pourrait être envisagé de contacter le constructeur en vue de la modification des commandes et moteurs dans le but de le transformer en tour à commandes classiques.

2.2 Magasin outillage

Le magasin outillage n'est pas nettoyé et est désordonné, sans aucun classement chronologique, véritable problème pour la recherche d'un outil déterminé. Les outils ne sont pas codifiés ni désignés. Il n'existe aucun inventaire des outils et outillages. Il est fréquent qu'après acceptation d'un travail demandé par un client, on s'aperçoive que l'outil ou l'outillage nécessaire à sa fabrication n'existe pas et ce après de longues et interminables recherches. Les outils entreposés dans le magasin outillage sont la plupart vétustes, datant des années 1950. Ils sont dans un mauvais état de coupe. L'assortiment tarauds filetés, fraises, etc. est absolument incomplet, parfois même inexistant et de conception technologique archaïque.

2.3 Les instruments de mesure

Ils sont entreposés dans le magasin outillage dans lequel règnent la plupart du temps des températures avoisinant les 32°C.

Les instruments de mesure se limitent à :

- micromètres allant de 0-25 à 900 mm
- alésiomètres allant jusqu'à 300 mm
- pied à coulisse allant de 200 à 1000 mm
- quelques comparateurs, la plupart en mauvais état

Absence de : marbre de contrôle, de vés, d'équerres, de cales étalons de qualité, de tampons et bagues filetés, de calibres toléranciés aux normes I.S.O.

Il est absolument indispensable que soit élaboré un programme qui prendra en compte :

- l'achat d'équipements complémentaires pour les machines-outils (voir annexe V)
- l'organisation du magasin outillage et son réassortiment (voir annexe VI)
- la création d'un local de métrologie climatisé avec l'équipement approprié.

2.4 Les travaux de fabrication de pièces

Des visites effectuées par la mission dans des entreprises industrielles, il ressort que ces entreprises sont disposées à travailler avec Dakar Marine et leur ont déjà confié des travaux. Ils sont désireux d'augmenter les échanges avec Dakar Marine à condition que :

- les prix soient compétitifs. Ils varient souvent du simple au double par rapport à la concurrence locale et étrangère
- que soit assurée la garantie de qualité surtout en traitement thermique (qualité insatisfaisante pour le moment)
- soient respectés les délais, ce qui est rarement le cas.

En ce qui concerne les prix, les clients ont l'impression que :

- le coefficient de frais généraux appliqué aux pièces de fabrication pour le secteur extérieur est le même que pour les travaux du chantier naval même; hors, les frais généraux réels ne sont pas comparables pour les deux activités
- les devis ne sont pas suffisamment étudiés, ceux-ci donnent lieu à des évaluations sans calcul véritable des délais de fabrication, ce que la mission après des entretiens au service devis et au service préparation ne peut que confirmer.

Après visite des magasins de pièces de rechange de ces 4 entreprises, la mission a constaté que les pièces de rechange susceptibles d'être fabriquées par Dakar Marine suffiraient à elles seules à charger le parc machines-outils.

Il serait souhaitable d'envisager de traiter séparément le chantier naval et le service fabrication pour le secteur industriel extérieur. Ces deux activités devraient faire l'objet de deux divisions indépendantes l'une de l'autre sur le plan de l'élaboration des devis, le bureau de préparation et méthodes.

3. ANALYSE DES TRAVAUX DE TRAITEMENT THERMIQUE

Dans l'atelier de traitement thermique se trouvent rassemblés une multitude d'équipements déclassés, n'ayant aucun rapport avec les équipements de traitement thermique. Cette situation encombre le local de traitement thermique et rend pénible :

- l'accès à l'alimentation électrique des fours se trouvant dans la partie arrière. Les câbles d'alimentation sont recouverts d'oxydation et de poussière datant de plusieurs années, empêchant des contacts francs et une bonne conductibilité. Sur les fiches d'entretien n'ont pu être relevées que des interventions de maintenance remontant à 1969. Les fours qui devraient se trouver à minimum 75 cm des parois ont été placés à des distances des parois qui rendent difficiles les opérations d'intervention de maintenance;
- pénible aussi, les déplacements, les manipulations que doit effectuer l'agent chargé des opérations de traitement thermique;
- les installations électriques sont dans un mauvais état (oxydation, corrosions, poussière). L'armoire de commande d'alimentation générale du local subit à des courts-circuits fréquents et parfois mêmes des étincelles de feu créant un danger réel d'incendie. Il est exclu de procéder à l'installation de nouveaux équipements sans avoir au préalable procédé à une rénovation complète du système d'alimentation électrique.
- en dehors des équipements hétéroclites déclassés, le local de traitement thermique se compose (voir plan d'implantation en annexe III) :
 - d'un four SKG 140, capacité 1400 x 600 x 400
 - d'un four SGO 82, capacité 900 x 400 x 280
 - d'un four GCB 33, capacité 400 x 200 x 120
 - d'un bac de trempe à huile dont le circuit de réfrigération a été déconnecté
 - d'une console utilisée pour la fixation des arbres devant recevoir des bagues frettées.
- les armoires de commande des fours sont inutilisables pour les deux fours SKG 140-SGO 82. La rénovation en est impossible : corrosion et oxydation ont rongé l'entièreté des éléments. Elles doivent donc être remplacées.

Le montage de fortune des fours auquel il a été procédé ne permet pas un contrôle fiable des températures et empêche de mener à bonne fin les opérations de trempe.

L'armoire du four GCB 33 nécessite une révision des relais. Au départ le four met parfois 5 heures pour arriver à la température de 100° avant de devenir fonctionnel pour la suite des progressions de température.

Les caractéristiques et état des principaux équipements sont décrits en annexe III.

La fiche de préparation du travail de traitement thermique comporte de nombreuses lacunes. Aucune référence des aciéristes quant aux températures de trempe et de revenu. Il n'existe aucune documentation concernant la gamme des aciers alliés et fortement alliés au bureau de préparation. Les températures de revenu sont déterminées sans aucune précision. Aucune indication sur les différentes étapes à respecter dans la conduite d'une opération de trempe ou de revenu.

Il n'est pas tenu compte lors de la fabrication des pièces à traiter, de l'épaisseur de matières à enlever (3 à 12 mm suivant les sections) pour éliminer la couche de décarburation provoquée par la combinaison de l'oxygène de l'air ambiant avec le carbone de l'acier en fabrication chez l'aciériste, pendant le refroidissement.

Décarburation d'autant plus prononcée en profondeur que la section de l'acier est importante.

La pièce à tremper est introduite dans le four quand celui-ci a atteint la température de trempe. Alors que la pièce doit être portée par paliers de 200°C jusqu'à la température du point de transformation (721°C), où le carbone et les éléments alliés commencent à se dissoudre dans le fer pour former de l'austénite qui, arrivée à la température de trempe, se transformera en martensite lors du refroidissement dans le bain de trempe. L'austénite et le martensite ne peuvent être obtenus homogènes qu'en procédant au chauffage par paliers. Le non respect de cette progression a pour effet une trempe hétérogène comportant des plages dures et des plages douces.

Le maintien des températures de trempe ne doit pas dépasser 3 minutes pour les petites dimensions et 10 minutes pour les pièces de grande dimension. Un maintien plus long provoque par la combinaison de l'air avec le carbone une nouvelle décarburation qui sera nuisible au bon résultat de trempe sur toute la périphérie de la pièce.

La progression des températures par paliers est d'autant plus impératrice que l'introduction dans le four à la température de trempe rende impossible de juger de la période de maintien.

Pour le revenu, après trempe, qui a pour but d'atténuer les contraintes provoquées lors du refroidissement brutal dans le bain de trempe, il n'est pas tenu compte des facteurs suivants :

- il faut compter . heure de revenu à zéro mm et 1 heure par 25 mm d'épaisseur
- après le maintien de durée à la température préconisée par l'aciériste, la pièce doit être sortie du four et être refroidie à l'air ambiant et non dans le four comme le pratique Dakar Marine.

Nonobstant la difficulté des contrôles de température dans l'état actuel des choses, le respect des règles qui précèdent améliorerait de façon notable la qualité des traitements thermiques.

4. PROCÉDES ET MOYENS NECESSAIRES POUR TRAVAUX DE TRAITEMENT THERMIQUE

En tenant compte de l'état actuel de la section de traitement thermique, l'amélioration de la qualité peut quand-même être obtenue en respectant les points suivants :

Préparation :

- veiller lors de la fabrication des pièces à un enlèvement suffisant de la couche de décarburation occasionnée par les aciéristes lors de la fabrication de l'acier.

Chauffage :

- Tous les aciers doivent être chauffés lentement et progressivement jusqu'à une température de 700°C. On peut ensuite accélérer le chauffage jusqu'à la température de trempe déterminée par la teneur en carbone et en éléments alliés de l'acier, soit par les indications des aciéristes pour les aciers alliés, soit par l'étude du diagramme fer-carbone pour les aciers au carbone.

La pièce doit être maintenue à la température de trempe pour que toutes ses parties atteignent cette valeur : chauffage à coeur

- Pendant le chauffage, veiller à soutenir les pièces pour éviter un fléchissement. Caler les pièces avec des briques réfractaires.
- Saisir les pièces chaudes sans que le outils de manutention entrent en contact avec la surface (utiliser des fils de fer - boucles - pinces).
- Eviter la décarburation des aciers chauffés en couvrant les pièces de charbon de bois pendant le chauffage.
- Le maintien à la température de trempe ne devra pas dépasser trois minutes pour les pièces de petite dimension, dix minutes pour les pièces de grande dimension.

Refroidissement

- Refroidissement uniforme de la pièce.
- Introduire la pièce par son plus long axe de symétrie.
- Plonger en premier lieu les parties les plus massives de la pièce dans le bain.
- Agiter le bain ou la pièce dans le bain.
- Maintenir la température à une valeur bien déterminée par un dispositif de réfrigération dans le bac de trempe (serpentin).
- Le bain de trempe devra se trouver le plus près possible du four (3 mètres maximum) afin de réduire les chutes de température pendant la manipulation. La pièce sera chauffée à 50°C au-dessus de la température de trempe pour compenser la chute de température inévitable pendant le déplacement à la sortie du four vers le bain de trempe.

- Vu l'état actuel des fours, l'acquisition d'un pyromètre visuel pour le contrôle des températures est absolument indispensable.

La mission a transmis par écrit ces recommandations au chef de service atelier et au bureau de préparation. Une application pratique d'une opération de traitement thermique a été faite par la mission avec les préparateurs et l'agent de traitement thermique.

5. LISTE ET SPECIFICATION DES EQUIPEMENTS NECESSAIRES POUR LE TRAITEMENT THERMIQUE

Lors des visites d'information effectuées :

- à la Société des Phosphates à Taïba
- à la Société de Fabrication des Engrais de Dakar
- à la Raffinerie d'huile alimentaire de Dakar

et tenant compte des fabrications spécifiques de Dakar Marine, il est apparu qu'au vu des dimensions et des nuances à traiter, que dans un souci de rendement performant les équipements suivants sont proposés :

a) En priorité

Trois variantes sont possibles (voir spécifications techniques en annexe IX) :

- 1ère variante : 1 four température nominale 1350°
Dimensions chambre de trempe 700 x 400 x 250
- 2ième variante : Chambre de trempe 1350°C et chambre préchauffe 900°C
- 3ième variante : Les mêmes fours avec atmosphère contrôlée, mais jusqu'à 1050°C.

La chambre de préchauffe permet d'augmenter la cadence des opérations de trempe, la progression des températures par paliers s'effectuant dans la chambre de préchauffe.

Le choix du four sera fait en fonction du budget disponible. Il est à signaler que la 3ième variante ne permet pas la trempe de l'acier rapide, mais il convient pour couvrir les besoins les plus importants de Dakar Marine.

b) Dans une deuxième étape

- 1 four température nominale 1050°C, dimensions chambre 2000 x 700 x 700 (spécifications techniques en annexe IX)

Ce four permettrait à Dakar Marine d'accepter des réparations de ligne d'arbre sur lesquelles doivent être frettées des baguettes allant jusqu'à 2000 mm de longueur et 650 mm de diamètre.

La limite avec les équipements actuels étant de 1400 mm et de diamètre 345 mm.

- Un équipement d'anneaux chauffants céramiques, équipement mobile système Electrical Surface Heaters, Température jusqu'à 600°C (voir spécifications techniques en annexe VI).

Cet équipement permettrait de faire disparaître les tensions créées par le rechargement par soudure, lorsque la dimension des arbres, qui atteint très souvent 5 m et plus, ne peuvent pas recevoir le recuit de détente dans un four.

6. PLAN D'INSTALLATION ET DE MISE EN OEUVRE DES EQUIPEMENTS DE TRAITEMENT THERMIQUE

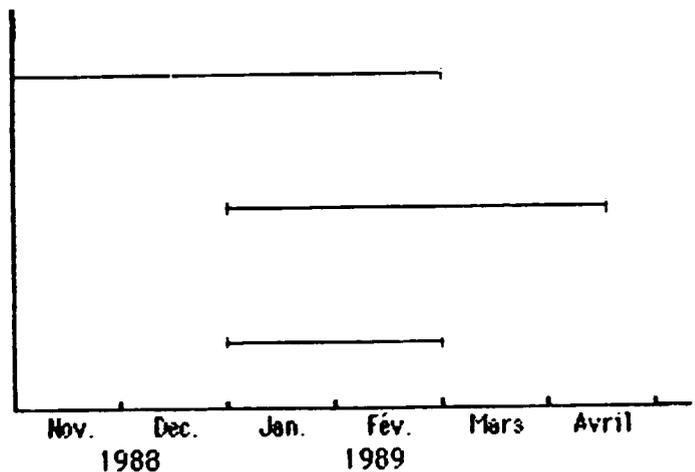
Le local de traitement thermique doit être complètement réaménagé en tenant compte des spécifications de Dakar Marine qui diffère d'un local de traitement thermique classique.

Dans l'annexe IV, une présentation est faite d'une implantation préconisée pour le local de traitement thermique tenant compte des équipements recommandés ci-dessus.

L'implantation des équipements du local de dérégulation-régulation-étamage reste inchangé.

Afin de rendre opérationnelle le plus vite possible la section de traitement thermique, le planning suivant devrait être respecté :

- Commande/livraison du four par l'ONUUDI (une des trois variantes prioritaires à choisir en fonction du budget disponible)
- Réaménagement du local de traitement thermique + installation du four par Dakar Marine
- Rénovation de l'installation électrique par Dakar Marine



La deuxième mission ONUUDI pourrait ainsi être organisée en Mars 1989.

7. PROGRAMMES DE FORMATION DU PERSONNEL

Les besoins en formation se manifestent dans les domaines suivants :

7.1 Traitement thermique

- formation/perfectionnement sur le tas d'un responsable, préparateur de travail : 2 semaines,
- formation/perfectionnement sur le tas de l'agent de traitement thermique : 2 semaines

Cette formation sera donnée pendant la deuxième mission du consultant ONUDI (voir programme annexe VII).

7.2 Machines-outils

- formation sur le tas des opérateurs de machines-outils : familiarisation avec les méthodes de travail, de fabrication mécanique et d'utilisation des outils de coupe de conception moderne.
- formation sur le tas du responsable du magasin outillage en gestion d'un magasin outillage.

Durée : 5 mois par un consultant international. Ce consultant sera également chargé de :

- l'étude des besoins en accessoires et outils pour augmenter le rendement;
- établissement des listes d'achat.

7.3 Bureau de préparation et méthodes - Devis

- Formation sur le tas de préparateurs de travail dans les procédures de travail d'un atelier mécanique. Perfectionnement dans les méthodes d'usinage, l'établissement de devis, l'ordonnancement et le lancement du travail.

Durée : 3 mois, par un consultant international

7.4 Maintenance des machines-outils et installations

Stage à l'étranger d'un responsable dans la gestion de la maintenance d'équipements.

Durée : 7 semaines.

**Cette formation en maintenance est indispensable étant donné l'état de dégradation des machines et équipements.
La formation permettra de mettre sur pied un système de maintenance préventive et un programme de lubrification.**

8. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

8.1 Conclusions

- **Il existe un marché potentiel considérable en pièces d'usinage classique, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de Dakar-Marine (entreprises industrielles).**
- **Pour satisfaire les besoins en fabrication de pièces mécaniques, une section de traitement thermique opérationnelle et de bonne qualité est indispensable.**
- **La fabrication de pièces, telle que faite actuellement, pose des problèmes de qualité, de prix et de respect des délais.**
- **En ce qui concerne l'organisation et les méthodes de travail, aucune procédure formalisée n'est utilisée; une programmation et un planning de charge des machines sont inexistant.**
- **Le parc machines-outils est assez âgé mais en général dans un bon état ou acceptable. Un manque pertinent d'accessoires, d'outils de coupe et d'appareils de métrologie a été constaté.**
- **Les équipements et installations électriques de la section traitement thermique sont en mauvais état. Le local est en désordre et les équipements sont difficilement accessibles pour des travaux de maintenance ou pour le chargement des fours.**
- **Les procédés utilisés en traitement thermique comportent plusieurs faiblesses tant du plan de vue méthode de travail que du plan de vue fiabilité des équipements. Une qualité de travail correspondant aux normes en vigueur dans ce domaine n'est pas obtenue.**

8.2 Recommandations

- **Réaménager le local de traitement thermique selon le plan d'implantation repris en annexe IV.**
- **Réfection/renouvellement de l'ensemble de l'installation électrique du local de traitement thermique.**
- **A court terme, procéder à l'achat d'un four de traitement thermique selon une des trois variantes dans le présent rapport.**

- Lancer un programme de formation dans les domaines suivants :
 - a) méthodes de traitement thermique : 2 semaines
 - b) exécution du travail de traitement thermique : 2 semaines
 - c) procédures et méthodes d'usinage : 3 mois
 - d) utilisation des techniques modernes en usinage et
 - e) gestion d'un magasin d'outillage : 5 mois
 - f) gestion de maintenance d'un parc machines-outils : 7 semaines.

Les points a) et b) étant urgents et directement liés à l'opération du nouveau four, il est recommandé que cette formation soit organisée durant la deuxième mission prévue dans le cadre du présent projet. Cette deuxième mission sera organisée après l'arrivée du four.

- Procéder à l'achat d'accessoires de machines-outils, outillages et appareils de métrologie pour la section usinage.
- Réorganiser le magasin d'outillage.
- Equiper un local climatisé pouvant abriter la section métrologie.
- A moyen terme : acheter un four de grandes dimensions ainsi qu'une installation d'anneaux chauffants, tel que préconisé dans le présent rapport.
- Du plan de vue organisationnel et comptable, traiter les sections mécaniques et le chantier naval séparément afin d'éviter d'augmenter les frais généraux sur la section mécanique. Cette section agira comme prestataire de services aussi bien pour le chantier naval que pour des clients extérieurs.

ANNEXES

- ANNEXE I** : Termes de référence
- ANNEXE II** : Personnes rencontrées pendant la mission
- ANNEXE III/1** : Installation existante
- ANNEXE III/2** : Traitements thermiques - dérégulation - régulation
- ANNEXE IV** : Installation préconisée
- ANNEXE V** : Analyse de l'état des machines-outils et équipements
- ANNEXE VI** : Spécifications techniques pour les anneaux chauffants
- ANNEXE VII** : Programme de formation pour un agent de traitement thermique
- ANNEXE VIII** : Programme de formation d'un agent de méthodes
- ANNEXE IX** : Spécifications techniques pour les fours



Révisé le 10 août 1988

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL

PROJET AU SENEGAL

DESCRIPTION DE POSTE

SI/SEN/88/802/11-01/J13312

Désignation du poste	Expert en mécanique
Durée de la mission	6 semaines
Date d'entrée en fonctions	Août 1988
Lieu d'affectation	Dakar, avec déplacements à l'intérieur du pays
But du projet	Par le soutien qu'il doit apporter au secteur productif industriel, le projet devrait contribuer à limiter les durées d'immobilisations des bateaux maritimes dans le port. Le projet favorisera en outre les industriels de la place qui obtiendront des pièces de rechange de meilleure qualité et contribuera à atteindre l'autosuffisance dans la fourniture de pièces métalliques de haute qualité. A cet effet, le projet procédera à une analyse du processus de fabrication des pièces mécaniques quant à la qualité et à la diversification de production liée au traitement thermique. Il fera des recommandations en vue de l'amélioration de la productivité de l'équipement industriel, notamment en ce qui concerne les procédés et moyens nécessaires pour effectuer des travaux de qualité au sein de l'atelier mécanique.
Attributions	L'expert devra notamment s'acquitter des tâches suivantes: <ul style="list-style-type: none"> - analyser le procédé actuel de fabrication des pièces mécaniques quant à la qualité et diversification de la production, - analyser les travaux de traitement thermique qui sont effectués, et faire la critique des moyens mis en oeuvre et des résultats obtenus actuellement,

Toutes candidatures ou communications relatives à cette description de poste doivent être adressées à
 Service de recrutement du personnel affecté aux projets, Département des opérations industrielles
 ONUDI, Centre international de Vienne, B.P. 300, A-1500 Vienne (Autriche)

- des réparations navales.

En fait de réparations navales la clientèle de Dakar marine s'est longtemps limitée à la seule Russie, puis s'est peu à peu étendue à l'Europe et même au Japon. Cependant, la réparation navale est étroitement liée aux transports maritimes. Or ce secteur a connu de par le monde une longue crise qui s'est traduite par la baisse des commandes à Dakar Marine, ce qui a entraîné une baisse des activités et évidemment une chute des recettes. Aussi en 1984 déjà, Dakar Marine avait-il sollicité et obtenu une assistance de l'ONUDI pour étudier les voies et moyens d'un redressement. En 1985, un programme de redressement a été mis sur pied avec succès et a conduit à une nette amélioration de la productivité et des résultats du chantier naval. Dans le cadre de la restructuration générale du secteur industriel du Sénégal, un programme a été élaboré afin de procéder à la diversification du chantier en collaboration avec des partenaires privés. La diversification prévue devrait aboutir au lancement de nouvelles activités industrielles, notamment :

- prestations de services (réparation et maintenance) aux industriels de la place;
- lancement de nouvelles activités dans les domaines
 - i) électrique : fabrication de fils électriques surtout dans la perspective de l'après barrage, fabrication et entretien de systèmes de réfrigération par l'atelier du froid,
 - ii) de la chaudronnerie : fabrication et entretien de tuyauteries,
 - iii) mécanique : fabrication de pièces de rechange, fabrication d'outillages agricoles, traitement thermique de pièces mécaniques.

Dans le cadre de la restructuration générale de l'appareil productif du Sénégal, le programme de redressement de Dakar Marine prévoit entre autres la réorientation et la restructuration de l'action commerciale. A ce titre, une amélioration générale de la productivité du chantier s'avère nécessaire. L'un des volets de cette restructuration concerne la réhabilitation de l'équipement industriel des ateliers par une remise en état des machines ou un remplacement des équipements trop vétustes ou ne répondant plus aux normes propres à la réalisation de travaux de qualité. L'ensemble des moyens à réhabiliter fait l'objet d'un plan global soumis aux autorités. Pour augmenter le potentiel de diversification des activités du chantier, l'atelier de mécanique voudrait acquérir rapidement la compétence d'offrir des traitements thermiques de qualité aux industriels de la place qui en font la demande. Il se pose donc un problème ponctuel et urgent dont la solution rapide représente une contribution importante à l'effort entrepris par les autorités sénégalaises pour permettre à Dakar Marine de survivre à la crise générale.

- définir les procédés et moyens nécessaires pour effectuer des traitements thermiques de qualité,
- préparer la liste et les spécifications des équipements pour achat éventuel,
- élaborer un plan d'installation et mise en oeuvre de ces équipements,
- prévoir la formation du personnel affecté à ces travaux.
- préparer un rapport couvrant les travaux effectués.

Formation et expérience requises Le titulaire sera spécialiste de la fabrication de pièces mécaniques et plus particulièrement de la matière employée dans la fabrication de pièces métalliques, du traitement thermique et du contrôle de qualité

Connaissances linguistiques Français

Renseignements complémentaires Dakar Marine est originellement constitué par les installations de la marine militaire française (DCAN) transférées au Gouvernement sénégalais par un accord Franco-Sénégalais d'octobre 1979. Cet accord transférait à la fois les installations et le personnel de la marine militaire française. Puis en août 1980, les installations ont été élargies par l'achat d'un chantier naval commercial (ACRN). De la fusion de l'arsenal militaire (DCAN) et du chantier naval commercial (ACRN) est né Dakar Marine en 1980. Cette infrastructure de base devait ensuite être complétée par un dock flottant construit à la demande de Dakar Marine. Ainsi constitué, Dakar marine jouissait d'un statut juridique de société d'économie mixte au capital de laquelle participaient l'Etat sénégalais (64,75 %), des privés et des banques pour 35,25 %. Dakar Marine constitue en outre un établissement industriel et commercial placé sous la tutelle du Ministère du développement industriel et artisanal avec comme mandat principal la réparation navale aussi bien pour le Sénégal que pour l'étranger afin de procurer des devises au pays. Les infrastructures et équipements mis à la disposition du chantier comprennent :

- un dock flottant d'une capacité de 60.000 tonnes,
- une cale sèche 25.000 tonnes,
- un synchro-lift 1.200 tonnes,
- un atelier de chaudronnerie,
- un atelier d'électricité,
- un atelier mécanique.

Le tout est réparti sur une surface de 1.000 m² de quai desservie par trois grues de capacités de 15, 40 et 50 tonnes. L'organigramme du chantier comprend, en plus des divisions de l'administration et des finances, notamment une division de la formation professionnelle, les autres divisions s'occupant des services technique et commercial. Pour remplir son mandat Dakar marine devrait procéder à :

- des constructions navales,
- la promotion des technologies de base pour l'industrie mécanique,

PERSONNES RENCONTREES PENDANT LA MISSION

DAKAR MARINE

- M. GORGISSEN, Président Directeur Général
- M. SAIHA FAINKE, Directeur Technique
- M. AMETH NDYAYE, Chef de service Machine
- M. MALAMINE SENE, Chef d'Atelier
- M. BABACAR YOUME, Chef Bureau Fabrication
- M. NDIUGA LO, Chef Bureau Production

COMPAGNIE SENEGALAISE DES PHOSPHATES A TAIBA

- M. HAMADDUN Borc, Chef Service Approvisionnement

I.C.S. INDUSTRIES CHIMIQUES DU SENEGAL A DAKAR. Division Engrais

- M. MAMADOU MAURICE COULABY, Directeur des approvisionnements

I.C.S. INDUSTRIES CHIMIQUES DU SENEGAL A DAROU-KHOUDOS. Division Phosphates

- M. Pierre PASINO, Chef Département Maintenance

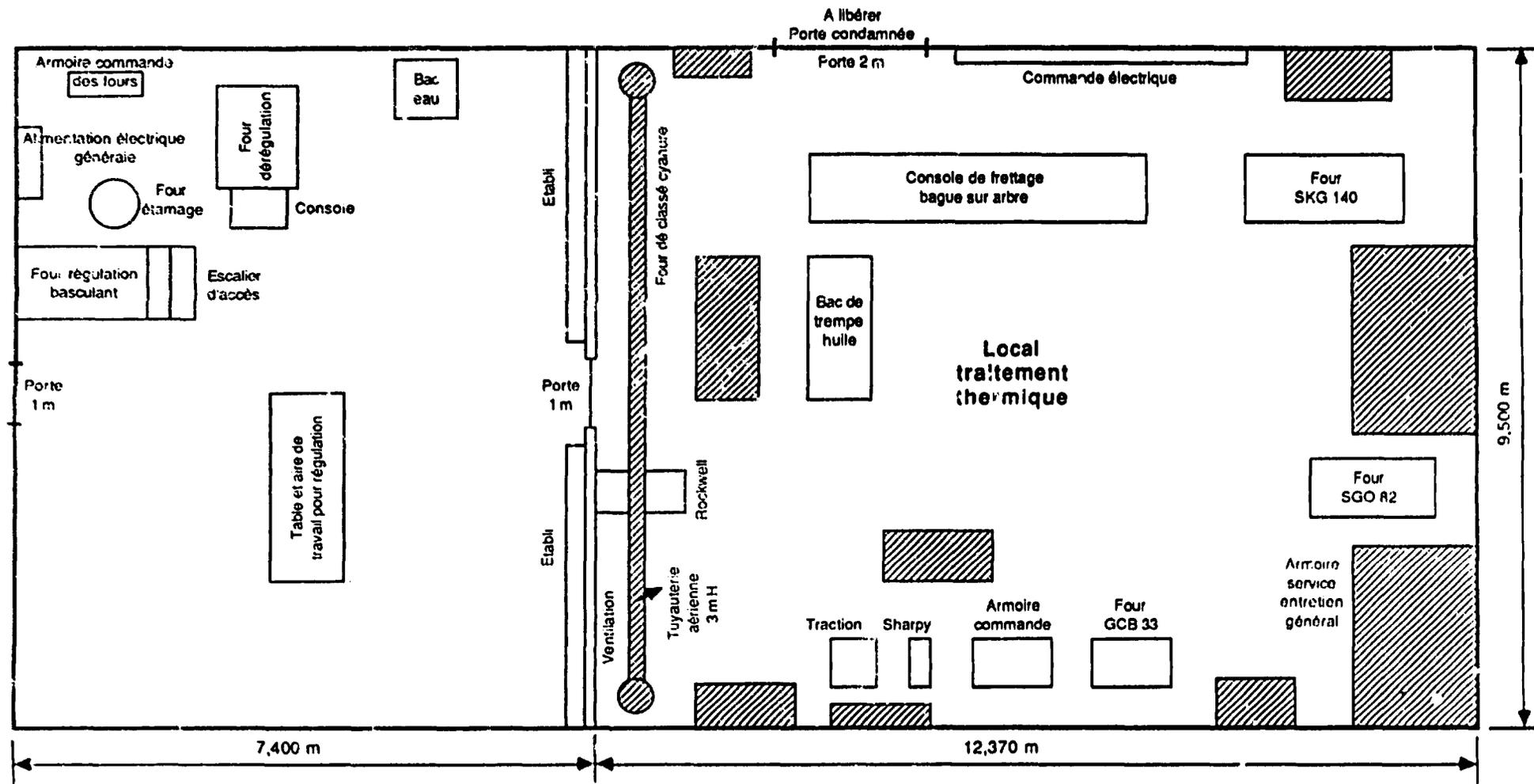
SONACOS. RAFFINERIE D'HUILE ALIMENTAIRE A DAKAR

- M. BOULAYE-DABO-CAMARA, Chef du Département Maintenance

ONUJI

- M. MOSTEFAI, Conseiller Principal hors siège ONUJI
- Mme CAHA, secrétaire
- Mlle RICHIE, ONUJI/JPO

installation existante
Éléments hachurés et quadrillés à éliminer du local



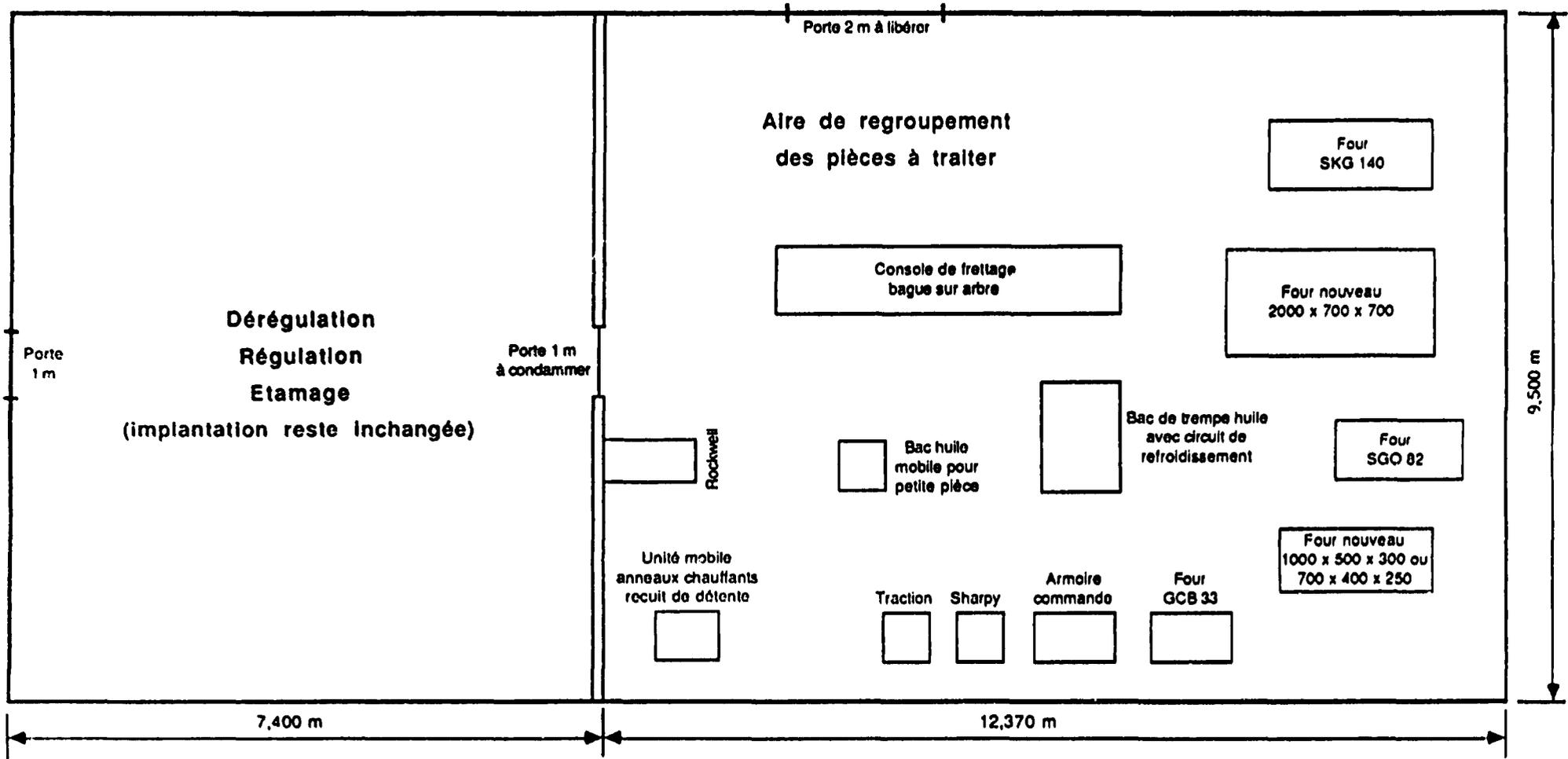
TRAITEMENT THERMIQUES - DEREGULATION - REGULATION

Désignation	Type	Température	Dimensions chambre	Utilisation	Constat et remarques
Four Ripoché	SKG 140	Maxi 950°C	1400 x 600 x 400	<p>Bagues à frotter sur ligne d'arbres pour réparation température 500 à 600°C</p> <p>Bague de longueur maxi. 1400 mm</p> <p>Traitement thermique sur pièce longueur maxi 1400 mm diamètre maxi 400 mm sur acier allié</p> <p>fourchette de trempe 820°C à 900°C</p> <p>Recuit de détente sur pièce ayant subi des rechargements par soudure 500 à 600°C</p>	<p>Armoire de commande complètement dégradée, inutilisable, rénovation impossible.</p> <p>Contrôle et régulation des températures tout à fait aléatoires.</p> <p>La canne pyrométrique est montée en parallèle avec la canne pyrométrique du four SGO-82.</p> <p>Les deux cannes pyrométriques sont raccordées sur un même régulateur de fortune qui ne permet pas un contrôle de température fiable.</p> <p>Four n'atteint que 800°C. De plus les deux fours ne peuvent pas être mis en service simultanément.</p> <p>L'absence de pyromètre ne permet pas d'exercer un contrôle visuel des températures.</p> <p>Mise en service 1949.</p>
Four Ripoché	SGO 82	Maxi 1100°C	900 x 400 x 280	<p>Traitement thermique trempe-revenu recuit</p> <p>Aciers fortement alliés</p> <p>Trempe dans une fourchette de 820° à 975°C</p>	<p>Armoire de commande complètement dégradée, inutilisable, rénovation impossible four n'atteignant que 795°C. Résistances à remplacer mêmes inconvénients que pour le four SKG 140, canne pyrométrique branchée en parallèle avec SKG 140. Aux essais impossibilité d'obtenir les températures demandées. Chauffe très lente et très capricieuse.</p> <p>Mise en service 1949.</p>

Désignation	Type	Température	Dimensions chambre	Utilisation	Constat et remarques
Four Ripoché	GCB 33	Nominale 1300°C Maxi 1350°C	400 x 200 x 120	Traitement thermique Trempe - Revenu Recuits Pièces de petites dimensions Aciers alliés Aciers fortement alliés Aciers rapides Acies à outils Fourchette de température pour trempe 820 à 1300°C	Four en bon état. Armoire de commande à réviser, contrôle des contacteurs de régulation, attente 5 heures pour atteindre les premiers 100°C avant progression normale des températures. Mise en service 1962.
Four Infra UGINE	RHD	Maxi 600°	700 x 400 x 400	Dérégulation Elimination des chemins de roulement dans paliers et coussinets par fusion de l'antimoine de garnissage	Les résistances de la partie supérieure de la chambre de chauffe sont seules en bon état. Sont à remplacer les résistances de la partie inférieure. L'orifice d'évacuation du métal dérégulé est complètement obturé étant donné que la tôle n'étant plus chauffée, le métal se fige sur la tôle avec pour conséquences des nettoyages difficiles et la dégradation de cette tôle. Creuset fissuré à la fin de la mission. Coffret de contrôle nécessite une révision et un contrôle des relais. Ces déficiences provoquent des attentes de 9 à 18 heures pour atteindre la température de fusion de 500 °C. Mise en service : 1953

Désignation	Type	Température	Dimensions chambre	Utilisation	Constat et remarques
Four Ugine Infra basculant régulation	illisible	600°C maxi	300 kgs antimoine	Coulée d'antimoine dans paliers et coussinets après dérégulation et sablage	Fonctionnel Mise en service : 1953
Four Ugine Infra induction	illisible	600°C maxi	30 kgs étain	Etamage pour protection de surface	Fonctionnel Mise en service : 1953
Four plaque illisible	/	/	/	Cémentation au cyanure	Déclassé pour toxicité.

Installation préconisée



ANALYSE DE L'ETAT DES MACHINES-OUTILS ET EQUIPEMENTS

FRAISEUSES

Marque	Coordonnées de travail	Equipements (Pour l'ensemble des fraiseuses)	Précision	Remarques (pour l'ensemble des fraiseuses)
CINCINATTI Verticale	1040 x 360 x 360	<ul style="list-style-type: none"> - 1 fraiseuse Huron équipée pour taillage hélicoïdal - 1 seul appareil diviser, hauteur de ponités 275 mm pour l'ensemble des fraiseuses - 3 étaux orientables, capacité de serrage 300 mm, hauteur machoires 53 mm, pour l'ensemble des fraiseuses : mauvais état - 2 portes-pinces avec jeu de pinces, le tout en mauvais état pour l'ensemble des fraiseuses - Un seul plateau orientable 	Acceptable	<ul style="list-style-type: none"> - Aucune des fraiseuses n'est équipée d'un appareil à aléser ni d'un appareil à mortaiser - Aucune des fraiseuses n'est équipée d'un appareil à marteiser. - Aucune des fraiseuses n'est équipée d'un appareil multiplicateur de vitesse. - Pas d'appareil à tailler les crémaillères. - Matériel de bridage et de fixation pratiquement inexistant. - Pas d'équerre de montage.
HURON horizontale	650 x 260 x 400		Bonne	
HURON horizontale	650 x 260 x 400		Bonne	
HURON horizontale et verticale	800 x 300 x 600		Bonne	
HURON universelle	900 x 420 x 700		Bonne	
HURON universelle	1500 x 480 x 700		Bonne	
HURON universelle	900 x 420 x 700		Bonne	
HURON universelle	900 x 420 x 700		Bonne	
HURON universelle	900 x 420 x 700		Bonne	

RECTIFIEUSE CYLINDRIQUE

HP = Hauteur de pointe
EP = Longueur entre pointes

Marque	HP	EP	Equipements	Précision	Remarques
LANDIS	190	1800	Appareil à tailler les meules Lunette fixes Lunette à suivre	Acceptable	Tambours gradués presque illisibles Corrosion

RECTIFIEUSE PLANE

Marque	Coordonnées de travail	Equipements	Précision	Remarques
LANDIS	1000 x 320 x 350	Plateau magnétique Appareils à tailler les meules Etau porte-pièces	Acceptable	Tambours gradués presque illisibles. Corrosion

TAILLEUSE D'ENGRENAGES CONIQUES DROITS

Marque	Coordonnées de travail	Equipements	Précision	Remarques
GLEASON	diamètre maxi 400 mm	Normal	Bonne	n'a plus travaillé depuis deux années (existence de la machine pas connue par clients)

ALESEUSES

Marque	Courses	Diam. Broche	Equipements	Précision	Remarques
BORING universelle	1850 x 1100	diam. 75	Barre d'alésage Equerre de montage	Bonne	Pas d'appareil à aléser micrométrique.
BORING universelle	3000 x 1840	diam. 130	Barre d'alésage Equerre de montage	Bonne	Pas d'outils à réglage micrométrique.
BORING universelle	1350 x 1140	diam. 100	Barres d'alésage Equerre de montage	Bonne	Matériel de bridage et de fixation en mauvais état et insuffisant.

MORTAISEUSES

Marque	Course coulisseau	Diam. Plateau de travail	Equipements	Précision	Remarques
GSP 732	400	850	Porte-outil Tête inclinable	Bonne pour grosse mécanique	Ne peuvent être utilisées pour petite et moyenne mécanique de précision
BUTLER	400	1000	Porte-outil Plateau inclinable	Bonne pour grosse mécanique	

TOURS PARALLELES

HP = Hauteur de pointes

EP = Longueur entre-pointes

Marque	HP	EP	Equipements	Précision	Remarques
SWIFF	225	1500	Lunette fixe Plateau 4 mors Mandrin 3 mors	Passable	Réserver pour dégrossissage et travaux de faible précision. Pas de mors doux pour travaux de reprise.
SWIFF	225	1500	Lunette fixe Plateau 4 mors Mandrin 3 mors	Passable	Réserver pour dégrossissage et travaux de faible précision
CAZENEUVE	350	6000	Lunette fixe Plateau 4 mors	Bonne pour travaux de précision courante	Pas de mandrin 3 mors
ERNAULT Somus	200	1600	Lunettes fixe + à suivre Plateau 4 mors Mandrin 3 mors	Bonne	A réserver pour travaux de précision. Pas de mors doux pour reprise travaux de précision
ERNAULT Somus	200	1600	Lunettes fixe + à suivre Plateau 4 mors Mandrin 3 mors	Bonne	A réserver pour travaux de précision
ERNAULT Somus	200	1600	Lunettes fixe + à suivre Plateau 4 mors Mandrin 3 mors	Bonne	A réserver pour travaux de précision

Marque	HP	EP	Equipements	Précision	Remarques
ERNAULT Somua	200	1600	Lunettes fixe + à suivre Plateau 4 mors Mandrin 3 mors	Bonne	A réserver pour travaux de précision
ERNAULT Somua	200	1600	Lunettes fixe + à suivre Plateau 4 mors Mandrin 3 mors	Bonne	A réserver pour travaux de précision
SWIFF	645	2200	Lunettes fixes Plateau 4 mors	Acceptable	Devrait être équipé d'un mandrin 3 mors + mors doux
JUPITER	350	3000	Lunettes fixes + à suivre Plateaux 4 mors + 3 mors Appareil à copier	Acceptable	
ERNAULT Batignolles	200	1000	Lunettes fixe + à suivre Plateau 4 mors Mandrin 3 mors	Bonne	A réserver pour travaux de précision
SOMUA	200	1000	Lunettes fixe + à suivre Plateau 4 mors	Bonne	Devrait être équipé d'un mandrin 3 mors + mors doux
SOMUA	230	1500	Lunettes fixe + à suivre Plateaux 4 mors + 3 mors Appareil à copier	Bonne	A réserver pour travaux de précision
SOMUA	230	1500	Lunettes fixe + à suivre Plateau 4 mors Mandrin 3 mors	Bonne	A réserver pour travaux de précision. Pas de mors doux

Marque	HP	EP	Equipements	Précision	Remarques
SOMUA	230	1500	Lunettes fixe + à suivre Plateau 4 mors Mandrin 3 mors	Bonne	A réserver pour travaux de précision
SOMUA	230	1500	Lunettes fixe + à suivre Plateau 4 mors Mandrin 3 mors	Bonne	A réserver pour travaux de précision
AMERICAN	465	9000	2 lunettes fixes Plateau 4 mors	Bonne pour travaux grosse mécanique	
STENIENNE	900	12.000	3 lunettes fixes Plateau 4 mors	Bonne	Commande numérique en panne

Les commandes numériques semblent en panne suite aux conditions climatiques et à l'environnement marin.

PERCEUSES

MARQUE	TYPE	CAPACITE DIAMETRE	HAUTEUR PIECE	LONGUEUR BRAS	EQUIPEMENTS	REMARQUES
Asquith	à colonne	50	1000		Bridage étau	Matériel de fixation insuffisant et en mauvais état
Graffens Taden	Radiale	100	2000	1500	Bridage étau	Matériel de fixation insuffisant et en mauvais état
Asquith	Radiale	100	2000	1500	Bridage appareil à tarauder étau	Matériel de fixation insuffisant et en mauvais état
G.S.P.	Radiale	60	1500	1000	Bridage étau	Matériel de fixation insuffisant et en mauvais état

Spécifications et budgets pour anneaux chauffants

Anneaux chauffants flexibles pour chauffage d'arbres en XC48.
Les anneaux sont reliés par paires autour de l'arbre.

Temps d'échauffement : 3 à 4 heures
Température : 1050 degr.C

Caractéristiques et prix

<u>diam.arbre</u> <u>(mm)</u>	<u>Largeur chauffée</u> <u>(mm)</u>	<u>Nombre</u> <u>d'anneaux</u>	<u>V/KW</u>	<u>Proc./jeu</u> <u>(US \$)</u>
200	308	2	220/5.4	1.000
250	308	2	220/4.5	1.150
300	397	2	220/11.6	1.650
350	397	2	220/10.3	1.900
400	397	2	380/26	2.200
450	486	2	380/43	2.900
500	486	2	380/40	3.200

Autres caractéristiques

Densité wattage : 7,5 W/cm²
Épaisseur : 9,5 mm
jusqu'à 42 A/circuit

Fournisseur possible

Electrothermal Engineering Ltd. : 410 Sutton Road,
Southend on sea, ESSEX SS2 5PH
England

PROGRAMME DE FORMATION D'UN AGENT DE TRAITEMENT THERMIQUE

Formation couvrant les thèmes suivants (2 semaines) :

- Les propriétés générales des matériaux
- Les caractéristiques mécaniques des matériaux
- La composition et les caractéristiques des aciers au carbone et des aciers alliés
- La structure des aciers
- Le diagramme Fer-Carbone et ses différentes phases de transformation
- Les différents types de traitements thermiques et thermo-chimiques des aciers
- Les conduites d'une opération de trempe
- La conduite d'une opération de revenu et son objectif
- La conduite des opérations des différents recuits et leurs objectifs
- Les remèdes pour éviter la décarbonisation des aciers pendant les opérations de trempe
- La marche à suivre et l'exploitation des appareils pour :
 - un essai Brinell-HB
 - un essai Rockwell-HR
 - un essai Vickers-HV
 - un essai Shore-Sh
 - un essai de résistance
 - un essai de traction
 - un essai de compression
- Applications pratiques en atelier.

PROGRAMME DE FORMATION AGENT DE METHODES

Formation couvrant les domaines suivants :

1. Programme théorique (1 mois)

- cours de base sur les principes de méthodes de fabrication et préparation du travail d'usinage
- utilisation des normes internationales
- cours de technologie appliquée :
 - matériaux
 - métrologie
 - procédures utilisées dans les méthodes d'usinage
 - méthodes d'usinage
- allocation des temps : temps standards
- le planning d'ordonnancement et de lancement
- calcul des coûts et établissement d'un devis
- le contrôle du travail (contrôle qualité)
- consignes de sécurité

2. Programme pratique (2 mois)

- stage pratique en atelier d'usinage