



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

Dist. RESTREINTE

**SPYDERA/88
7 avril 1977
Français**

07758

**ASSISTANCE
POUR LA PROTECTION
DES INSTALLATIONS
INDUSTRIELLES
CONTRE LA CORROSION**

SI/MOR/75/820

MAROC.

**Rapport technique :
EFFETS DE LA CORROSION ET MESURES DE PROTECTION
DANS LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES**

5 - AUG 1977

**Etabli pour le Gouvernement marocain 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**



Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

Programme des Nations Unies pour le développement

ASSISTANCE POUR LA PROTECTION
DES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES CONTRE LA CORROSION

SI/MOR/75/820

MAROC

Rapport technique : Effets de la corrosion et mesures de
protection dans les installations industrielles

Etabli pour le Gouvernement marocain
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. T.S. Zak,
expert en matière de protection contre la corrosion

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
Vienne, 1977

Notes explicatives

Sauf indication contraire, le terme "dollar" (\$) s'entend du dollar des Etats-Unis d'Amérique.

L'unité monétaire du Maroc est le dirham (DH). Durant la période sur laquelle porte le présent rapport, la valeur du dollar des Etats-Unis d'Amérique en DH était :

1 \$ = 4.50 DH

Les sigles suivants ont été utilisés dans la présente publication :

IMEC - Institut marocain de l'emballage et du conditionnement

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention dans le texte de la raison sociale ou des produits d'une société n'implique aucune prise de position en leur faveur de la part de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI).

RESUME

Le projet "Assistance pour la protection des installations industrielles contre la corrosion", SI/MOR/75/820^{1/} est un projet du Gouvernement marocain dont l'exécution a été confiée par le Programme des Nations Unies pour le développement à l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel. La contribution du gouvernement à ce projet qui s'étendra sur cinq ans a été fixée à 6 015 000 dirhams. La contribution du PNUD s'élève à 348 600 dollars. Le détail de ce budget figure à l'annexe I.

Dans le cadre de ce projet un expert en matière de protection contre la corrosion a été envoyé au Maroc. Sa mission a duré de 4 février 1977 au 26 mars 1977. Les homologues étaient le chef du service des études et de la normalisation; M. Mohamed Oucouc, ingénieur, ainsi que des personnalités appartenant au Ministère de l'industrie, du commerce, des mines et de la marine marchande. Il était chargé d'entreprendre une enquête de caractère général sur les effets de la corrosion dans les installations industrielles, de déterminer les besoins des industries marocaines en matière de protection contre la corrosion et de suggérer les mesures à prendre en ce domaine sous forme de recommandations.

^{1/} Le 1er janvier 1977, le numéro du projet IS/MOR/75/020 a été changé et est maintenant SI/MOR/75/820.

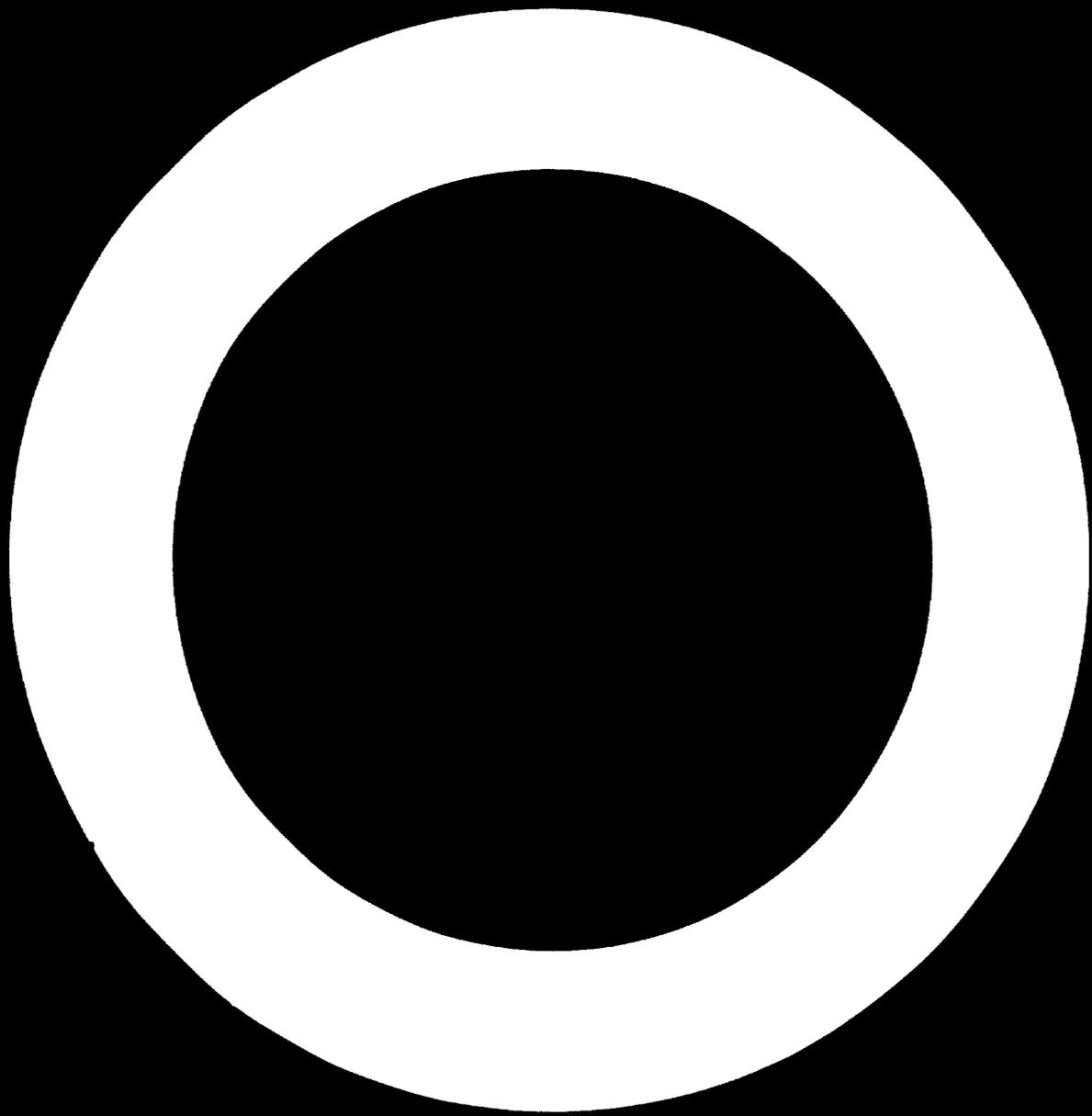


TABLE DES MATIERES

<u>Chapitres</u>	<u>Pages</u>
INTRODUCTION	6
I. ETUDE DES EFFETS DE LA CORROSION ET DES MESURES DE PROTECTION CONTRE LA CORROSION	9
A. Pertes dues à la corrosion	9
B. Mesures de protection contre la corrosion dans les sucreries	10
C. Mesures de protection contre la corrosion dans l'industrie automobile	10
II. VISITES REALISEES AU COURS DE LA MISSION	12
A. Sucrerie de Béni-Mellal	12
B. Sucrerie SUNAT	13
C. Sucrerie SUNAB, à Sidi Slimane	13
D. Sucrerie SUNACAS	14
E. Fabrique d'automobiles Somaca	15
F. Fabrique de camions Berliet Maroc	16
G. Fabrique de peintures Astral	17
III. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	18
A. Conclusions	18
B. Recommandations	19
Bibliographie	21

Annexes

I. Renseignements relatifs à l'ensemble du projet	23
II. Laboratoire central	29
III. Liste des données concernant la protection temporaire transmise à l'industrie automobile	30
IV. Laboratoire spécialisé dans la corrosion dans les emballages	31

Figures

I. Concentration en NaCl en fonction de la distance du bord de mer à Cuba	8
II. Corrosion atmosphérique en fonction de l'épaisseur du film d'eau sur la surface du métal	8

INTRODUCTION

Le problème dû à la corrosion provoquée par le sel contenu dans les vents marins a été étudié, entre autres, par S.G. Clark au Nigéria, par T.S. Zak, auteur du présent rapport et J. Michalczewski à Cuba. Les études réalisées montrent que la concentration en chlorure de sodium (NaCl) est forte au bord de la mer et diminue ensuite rapidement. Comme on peut le voir sur la figure I, la zone à concentration élevée de sel se trouve, à Cuba, à environ 1 000 à 2 000 m du bord de la mer et on peut dire que son influence est pratiquement constante et très faible sur une distance d'environ 1,5 km. Cette distance peut s'étendre ailleurs jusqu'à 2,5 km. Chaque pays maritime a sa zone caractéristique à concentration de NaCl élevée, au-delà de laquelle la concentration en NaCl devient négligeable.

L'action stimulante de la corrosion du NaCl s'exerce quand le sel se trouvant sur la surface se dissout et que les ions commencent leur action. Pour une action corrosive du sel dans l'atmosphère, la présence d'un film d'une épaisseur d'environ 1μ m est nécessaire. Si l'épaisseur augmente, la rapidité de la corrosion diminue lentement par suite d'une diminution de la diffusion de l'oxygène de l'air à la surface du métal due à l'épaisseur plus large du film d'eau. Voir figure II. De ces deux facteurs on peut déduire facilement que la corrosion dans les pays maritimes dépend en premier lieu de la présence d'un film d'eau condensée et de la présence de NaCl. On a constaté que les films d'eau qui se forment pendant les pluies n'exercent presque aucune influence, peut-être en raison de leur épaisseur très large et du lavage de la pluie. L'humidité de l'air et la rosée, le soir ou pendant la nuit, sont, par contre, des facteurs très importants de la corrosion. Il est possible d'évaluer l'action corrosive de l'atmosphère en étudiant les données météorologiques. C'est ce qu'on a fait et une corrélation suffisante avec les essais de corrosion a été établie.

Le Maroc, comme tous les pays à grand littoral, est soumis à l'influence des vents marins. On y trouve une zone à forte corrosion dans toutes les villes côtières où sont justement localisées les industries. C'est aussi la zone la plus peuplée; la plupart des véhicules de transport s'y trouvent et augmentent aussi la pollution par le gaz sulfureux (SO_2) due aux industries chimiques. L'initiative prise par le Gouvernement marocain de lutter contre la corrosion est très justifiée. Les pertes annuelles dues à la corrosion,

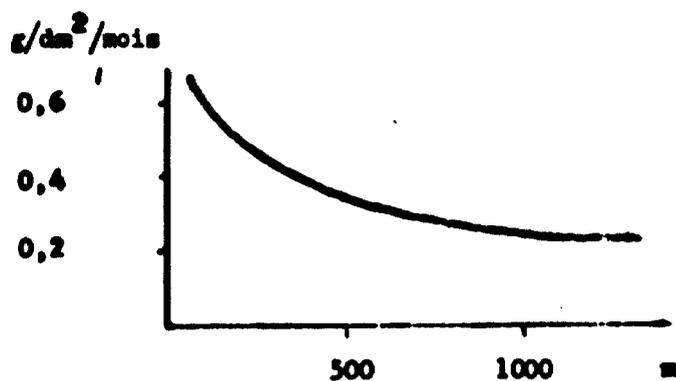
calculées d'après une méthode simplifiée, basée sur les statistiques américaines, anglaises et russes, représentent actuellement une valeur de 250 millions de dirhams et elles augmenteront avec le développement du pays. Il est difficile de diminuer cette valeur, mais il est possible de freiner l'augmentation des pertes à l'aide de mesures administratives, visant, par exemple, à protéger temporairement les véhicules. Les voitures sont pour la plupart garées en plein air; la condensation s'y produit comme sur toutes les surfaces métalliques et les moteurs des véhicules circulant dans cette zone sont également attaqués par la corrosion. Un grand nombre d'installations industrielles sont construites sans toit et sont soumises à l'action accélérée de la corrosion. Si elles se trouvent dans la zone de corrosion, leur protection devrait être assurée avec beaucoup de soins. La corrosion chimique s'y attaque aussi davantage que dans des usines similaires à l'étranger, essentiellement en raison de la manière dont les bâtiments sont construits.

Pour bien se rendre compte des conditions d'exploitation des produits métalliques, l'expert envoyé dans le cadre du projet d'assistance pour la protection des installations industrielles contre la corrosion, SI/MOR/75/821,^{1/} a fait certaines visites dans le pays suivant un plan agréé par le Ministère de l'industrie. Les visites dans certaines usines ont montré que les travaux d'entretien étaient assurés d'une manière satisfaisante mais certaines méthodes, comme la métallisation au pistolet, ne sont pas encore répandues; il n'y a pas non plus d'échange d'expérience entre des fabriques d'une même branche.

Il faut créer, pour la lutte contre la corrosion, un laboratoire central qui, outre une aide immédiate, pourra prêter à l'administration des services consultatifs et deux petits laboratoires au service de l'industrie sucrière et de l'Institut marocain de l'emballage et du conditionnement à Casablanca.

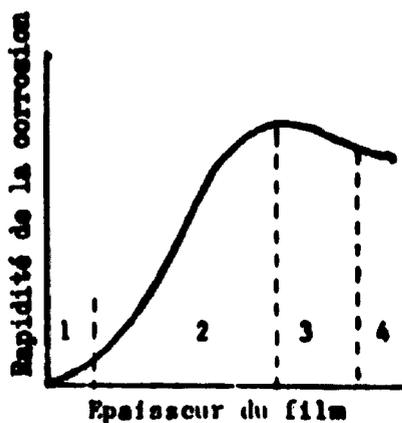
^{1/} Le 1er janvier 1977, le numéro du projet IS/MOR/75/020 a été changé et est maintenant SI/MOR/75/820.

Figure I



Concentration en NaCl en fonction de la distance du bord de mer à Cuba (La Havane) en août-septembre 1972 d'après Michalosewski et Zak

Figure II



Corrosion atmosphérique en fonction de l'épaisseur du film d'eau sur la surface du métal. Zones : 1 - 10 + 100 Å; 2 - 100 Å + 1 μm; 3 - 1 μm + 1 mm; 4 au-dessus de 1 mm d'après Tomaszow

I. ETUDE DES EFFETS DE LA CORROSION
ET DES MESURES DE PROTECTION CONTRE LA CORROSION

A. Pertes dues à la corrosion

Selon des statistiques et les recherches effectuées dans ce sens, on estime qu'environ un tiers des métaux produits sont mis hors d'usage par la corrosion. On estime également qu'environ les deux tiers du métal corrodé pourrait être recouvert par métallisation; le reste, c'est-à-dire 9 ou environ 10 % du métal produit, disparaît à cause de la corrosion.

Pour analyser les pertes dues à la corrosion au Maroc, il faut déterminer la quantité de métal mise en service annuellement; ceci peut se faire grâce aux statistiques figurant dans l'annuaire statistique des Nations Unies (1974) et l'annuaire statistique du Maroc (1974). L'analyse de la première source montre que les données sont très incomplètes; elles concernent seulement l'acier sous forme de semi-produits et les données sont donc trop basses (350 000 t). L'analyse de la deuxième source montre que la douane a enregistré 550 500 t de métaux et machines diverses, etc., qui représentent une valeur de 2 631 527 000 DH. Pour le calcul, on peut prendre ces chiffres comme des chiffres minima parce que la valeur des 420 121 t de métal brut importé en 1974 augmente considérablement après sa transformation.

Les pertes causées par la corrosion au Maroc sont donc de l'ordre de 250 millions de dirhams et cette estimation est sûrement réaliste en comparaison avec les estimations exactes des autres pays. Il faut donc estimer que le Maroc doit recouvrir annuellement les métaux pour environ 250 millions de dirhams. Ce chiffre est un chiffre minimum parce que la corrosion dans les villes côtières, où se trouvent la plupart des industries et des véhicules du pays, est particulièrement sévère et que, vraisemblablement, elle dépasse les chiffres indiqués.

Pendant sa mission, l'expert a pu visiter quelques usines. Cela lui a permis de constater l'état des équipements et constructions, qui correspond au niveau européen à quelques exceptions près.

En ce qui concerne l'aide technique pour les usines et le transport dans le domaine de la corrosion, il n'y a malheureusement pas au Maroc d'organisme s'occupant du problème de la corrosion et de la protection.

B. Mesures de protection contre la corrosion dans les sucreries

Sur les quatre sucreries visitées (voir chapitre II), on peut faire les remarques suivantes :

En général, on constate un bon niveau d'entretien des usines grâce au personnel qui s'en occupe. Les pertes provoquées par la corrosion sont bien contrôlées et, à l'exception de la sucrerie de Béni-Mellal, elles ont un caractère normal. L'application des méthodes appropriées peut être jugée comme entièrement suffisante, d'où une bonne efficacité des opérations exécutées.

Pour améliorer le niveau des travaux de protection contre la corrosion, on pourrait recommander d'intensifier l'échange d'expérience concernant l'entretien des équipements avec les usines les plus anciennes (par exemple, Sidi Slimane); d'introduire un contrôle des travaux de protection contre la corrosion, entre autres en mesurant l'épaisseur des revêtements appliqués; enfin d'organiser dans l'une des sucreries un laboratoire pour la lutte contre la corrosion pouvant aider à résoudre des problèmes de corrosion et particulièrement des problèmes de matériaux (métaux) pour toute l'industrie sucrière.

C. Mesures de protection contre la corrosion dans l'industrie automobile

L'expert a visité les usines Somaca et Berliet (voir chapitre II, sect. E et F). La valeur des voitures produites annuellement est de l'ordre de 300 millions de DH, ce qui représente une grande partie des devises étrangères. La prolongation du service de ces voitures diminue les dépenses en devises étrangères nécessaires pour l'achat des éléments d'assemblage. C'est la corrosion qui est responsable de l'élimination des véhicules parce que, si tous les éléments mécaniques peuvent être facilement remplacés, par contre la carrosserie, après avoir été attaquée par la corrosion, est pratiquement détruite et la voiture ne vaut plus rien.

Pour retarder l'attaque de la corrosion, il y a un certain nombre de moyens qui doivent être appliqués pendant la production et après, périodiquement (conservation), dans les garages spécialisés. Ces travaux sont devenus une branche spécifique très importante dans les garages en Europe et aux Etats-Unis.

En ce qui concerne les producteurs, des recommandations détaillées ont été faites au chapitre II, sect. E et F. Il faut cependant attirer l'attention sur le problème de l'application des recommandations dans les usines (ceci est le point le plus important); de l'organisation dans les garages déjà existants de stations de protection temporaire; de l'organisation de stations de protection temporaire; de l'organisation de stations de protection temporaire des voitures du secteur public appartenant à l'armée, à la police, etc.; de la publicité sur la nécessité de la conservation des voitures après vente.

L'introduction des moyens de protection temporaire pourrait prolonger la vie des voitures au moins de deux à trois ans - ce qui représente une somme assez importante en millions de DH. Tous les détails nécessaires concernant la protection temporaire des voitures produites au Maroc se trouvent dans l'annexe III.

En ce qui concerne les produits pour la protection temporaire, les produits "Tectylo-Valvoline" sont peut-être les mieux connus. La maison Astral pourrait peut-être produire des produits analogues (voir chapitre II, sect. G). Le traitement se fait pour la première fois, soit chez le fabricant de voitures, soit, après l'achat, dans un garage spécialisé et doit être renouvelé tous les deux ans. La protection temporaire anti-rouille rend possible une exploitation plus économique, car le traitement n'est pas cher et est facile à appliquer.

II. VISITES REALISEES AU COURS DE LA MISSION

A. Sucrerie de Béni-Mellal

Le 15 février 1977, a eu lieu la visite de la sucrerie de Béni-Mellal avec M. Abdellah Alaoui-Kacimi, directeur général de la sucrerie de Béni-Mellal et président de l'Association professionnelle sucrière. Cette sucrerie fonctionne depuis 8 ans; elle a été construite par une société belge et, du point de vue de la protection contre la corrosion, elle présente un niveau satisfaisant. Néanmoins, quelques défauts ont été constatés, dont les principaux sont :

- L'exfoliation de la couche externe de la peinture des bâtiments;
- La non-protection de certaines surfaces qui ont, par exemple, subi des opérations de soudure;
- L'usure des hélices à cause d'un effet combiné érosion-corrosion.

Après discussion avec les ingénieurs de l'usine, la direction a pris certaines décisions, notamment :

- Un groupe de deux à quatre peintres spécialisés va commencer les travaux de protection des surfaces non recouvertes ainsi que des surfaces corrodées.
- Un groupe de métalliseurs de la société Projacier de Casablanca va commencer à protéger les hélices par métallisation avec de l'acier inoxydable sur une sous-couche de molybdène.

En ce qui concerne la protection des éléments de construction des bâtiments qui présentent une grave exfoliation de la couche externe, la direction a décidé de tout repeindre au moment de l'agrandissement de l'usine qui doit avoir lieu en 1979.

B. Sucrerie SUNAT

Le 15 février 1977, l'expert a visité la sucrerie SUNAT, construite il y a environ 5 ans par une société de la République fédérale d'Allemagne.

Du point de vue de la protection contre la corrosion, cette usine se trouve dans un état satisfaisant et presque tous les travaux de protection exécutés actuellement ne soulèvent aucun commentaire.

Pour la première fois au Maroc a été introduite, dans cette sucrerie, la métallisation des hélices par acier inoxydable. Il faudrait pourtant contrôler davantage l'épaisseur des dépôts.

Après discussion sur les méthodes de mesure de l'épaisseur des couches, les instruments suivants ont été recommandés :

Instruments moins chers et moins exacts (magnétiques)

- Microtest-Electrophysik, Cologne (République fédérale d'Allemagne)
- Powlokomierz-Labimex, Varsovie (Pologne)

Instruments plus chers et plus exacts

- Ultramet A50-Labimex, Varsovie (Pologne)

Tous ces instruments peuvent être expédiés par voie postale.

Leurs prix de vente varient de 100 à 350 dollars.

Ils peuvent être évidemment utilisés pour contrôler l'épaisseur de toutes les couches non magnétiques, telles que les couches de peinture et les couches métalliques (cuivre, laiton, aluminium et acier inoxydable 18/8).

C. Sucrerie SUNAB, à Sidi Slimane

C'est la plus ancienne sucrerie au Maroc et on pourrait déduire que depuis 14 ans l'action corrosive a dû s'exercer de façon très marquante.

La construction des bâtiments est en bon état et il n'y a pratiquement aucune destruction due à la corrosion.

L'équipement a subi une usure corrosive normale qui a été substituée soit par métallisation avec aluminium, soit par restitution avec acier inoxydable.

On a observé un cas de corrosion accélérée notamment dans l'évaporateur IV (sous vide) où il a fallu changer tous les tubes à cause de perforations. Sans avoir examiné ces tubes en laboratoire, il est très difficile d'expliquer les raisons de ce phénomène; néanmoins, on a pu constater que la corrosion commence de l'intérieur, c'est-à-dire du côté du sirop, et qu'elle s'est faite sur toute la longueur des tubes.

Pour éliminer l'influence des facteurs extérieurs, on a mis au point un procédé qui sera expérimenté dans la sucrerie même et qui permettra de démontrer l'influence du pH dans cette action corrosive.

Il a été recommandé de faire des analyses chimique et métallographique de ces tubes notamment chez le fournisseur. Après avoir reçu les résultats de ces analyses, il sera possible de les examiner et d'établir les raisons de cette corrosion accélérée.

En général, sur le plan de la protection contre la corrosion, cette sucrerie fait une impression positive surtout à cause d'un bon niveau technique du personnel et aussi d'une bonne et longue expérience (14 ans) dans cette sucrerie. Les méthodes appliquées sont modernes, efficaces et bien contrôlées.

Une analyse des travaux préparatoires avant recouvrement (par métallisation ou peinture) à l'aide d'un équipement vacublast a également été recommandée.

D. Sucrerie SUNACAS

La SUNACAS a été construite en 1974 par une société française.

Bien que cette usine ait déjà démarré, la vraie campagne sucrière commencera cette année seulement à cause du manque de matières premières. A part quelques traces de corrosion sur les surfaces de construction des supports, on n'a observé pratiquement aucune autre trace d'usure ou de corrosion.

En ce qui concerne les hélices des malaxeurs fabriquées en acier au carbone une usure négligeable a été notée.

Après avoir discuté avec l'ingénieur d'entretien, on a gagné l'assurance que tous les travaux nécessaires seront exécutés. Il sera même fait une analyse préalable pour appliquer la métallisation au pistolet sur les malaxeurs. Cette analyse se fera sur la base de l'expérience de la sucrerie de Sidi Slimane.

Dans cette sucrerie, les fournisseurs ont appliqué beaucoup d'acier inoxydable et, de ce fait, on peut espérer que les pertes corrosives seront moindres. On a toutefois souligné la formation d'un couple de corrosion galvanique dans lequel l'acier inoxydable joue toujours comme électrode plus noble un rôle de cathode. En conséquence, l'acier au carbone avec lequel l'acier inoxydable est en contact doit être très bien protégé particulièrement contre une dissolution anodique. Dans cette même sucrerie un exemple de corrosion électrolytique très sévère qui s'était produite à la surface du contact d'un couvercle d'acier inoxydable et d'un support d'acier doux de moteur a pu être établi.

E. Fabrique d'automobiles SOMACA

La visite à la SOMACA a été organisée avec l'aide du Ministère de l'industrie (M. Benomar et M. Oucouc) et a eu lieu en deux étapes.

Pour des raisons économiques, on n'a pas encore introduit la peinture électrophorétique mais on espère acheter l'installation d'ici 1978/79. Pour améliorer la protection contre la corrosion des automobiles assemblées, il faut donc prendre quelques mesures indispensables. Certaines ont déjà été pratiquées, notamment l'application d'une peinture au chromate de zinc avant la soudure et l'application du crylo-gard (après la peinture) sur les surfaces internes mais seulement pour les voitures Fiat.

Après discussion détaillée avec la direction technique de cette usine, on a recommandé de prendre contact avec les usines Opel en République fédérale d'Allemagne, dont un modèle de voiture est monté au Maroc, pour adapter aux conditions existantes un procédé très efficace qui consiste à appliquer une peinture au zinc métallique avant la soudure.

L'introduction d'une protection contre les intempéries a été aussi recommandée pour les voitures autres que Fiat avec le même crylo-gard ou Tectyl ML ou Fluidol ML. Il serait raisonnable de fabriquer au Maroc le Fluidol ML qui est basé sur la lanoline, produit du pays. La licence du Fluidol pourrait être facilement obtenue de l'Institut Mechaniki Preeyryjnei en Pologne, 0967 Varsovie, ul. Buchnicka 3.

L'application d'un autre produit pour la protection temporaire du type "châssis" pour le plancher qui se trouve sur les marchés européen et américain et dont le principal producteur en Europe est la maison Valvoline en Suisse a été recommandée. Une licence pour un produit similaire pourrait être obtenue facilement de l'Institut mentionné ci-dessus.

On a aussi souligné l'importance du contrôle des dépôts anti-corrosifs et du rôle de la normalisation dans ce domaine. Les photocopies des 10 normes internationales (ISO) sur ce sujet, avec des explications concernant leur application ont été transmises.

No

- 1456 - Revêtements métalliques - Dépôts électrolytiques de nickel + chrome
- 1457 - Revêtements métalliques - Dépôts électrolytiques de cuivre + nickel + chrome sur fer ou acier.
- 1514 - Peintures et vernis - Panneaux normalisés pour essais
- 1518 - Peintures et vernis - Essai de rayure
- 1519 - Peintures et vernis - Essai de pliage sur mandrin cylindrique
- 1520 - Peintures et vernis - Essai d'emboutissage
- 1522 - Peintures et vernis - Essai d'amortissement du pendule
- 2808 - Peintures et vernis - Détermination de l'épaisseur du seuil
- 3231 - Peintures et vernis - Détermination de la résistance aux atmosphères humides contenant du dioxyde de soufre
- 3233 - Peintures et vernis - Détermination du volume de revêtement sec (matières non volatiles) obtenu à partir d'un volume donné de produit liquide.

F. Fabrique de camions Berliet Maroo

Cette visite a été organisée avec l'aide du Ministère de l'industrie. Pendant la visite, on a pu constater que le processus de protection contre la corrosion est réalisé sans application de la peinture électrophorétique. N'ayant pas une telle possibilité, l'usine fabrique des camions relativement bien mais certaines mesures sont nécessaires pour améliorer le niveau technique de la protection.

Il faudrait introduire une opération de peinture des surfaces à souder avec un produit contenant du zinc métallique (zinc rich paint) qui assure une protection très efficace des surfaces soudées.

En outre, il faudrait introduire une protection temporaire avec un produit du type ML (Tectyl, Fluidol). Les détails de cette opération ont été discutés avec la direction technique de l'usine.

G. Fabrique de peintures Astral

Suivant le plan de visites établi avec le Ministère de l'industrie, l'expert a visité la principale usine de peinture située à Casablanca. Cette usine, appartient à un groupe de maisons très connues (Astral-France, Sikkens-Pays Bas, Lesonal-RFA), ce qui lui permet de disposer d'un choix très vaste de peinture.

Après discussion avec la direction, on a reçu l'assurance que les peintures au zinc métallique peuvent être fournies sur demande.

En ce qui concerne les produits pour la protection temporaire, on ne dispose pas d'information pour savoir si de tels produit figurent sur la liste des produits des usines affiliées, mais la direction d'Astral va faire une enquête à Paris.

La production des peintures anti-rouille pour l'acier est d'environ 600 t/an mais, sur demande, cette production pourrait être doublée. Selon des informations de la direction d'Astral, toute la production marocaine des peintures pour l'acier est de l'ordre de 1 000 t/an. La production de peintures est basée sur l'importation de résines et solvants et, pratiquement, on ne fait que le mélange et la mise en boîte.

La direction a fait savoir qu'elle allait prendre contact avec les producteurs d'automobiles pour discuter des possibilités de production de peintures spéciales (avant soudure) au zinc métallique et des produits pour la protection temporaire.

III. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

A. Conclusions

On peut dire que, jusqu'à présent, il n'y a pratiquement jamais eu de discussion sur le problème de la corrosion au Maroc.

Etant donné que les pertes causées par la corrosion sont déjà considérables et qu'elles vont en augmentant avec l'industrialisation croissante du pays, il faudrait établir une politique de lutte contre la corrosion. Pour cela, un organisme consultatif devrait être créé pour conseiller le gouvernement sur les problèmes particuliers soulevés par la corrosion, comme, par exemple, le manque d'application de protection temporaire des véhicules du gouvernement (armée et gendarmerie) et des véhicules privés. Ce problème n'a jamais été soulevé et, pendant son séjour, l'expert a pu seulement l'aborder. Dans le futur, il faudra résoudre ce problème pour diminuer les pertes de métal causées par la corrosion.

Au Maroc, il n'y a aucune possibilité d'aider l'industrie en cas de corrosion non contrôlée et il faut faire appel à l'étranger. Ceci fait perdre des devises et du temps.

Le problème de la corrosion des installations urbaines pour l'alimentation en eau - qui deviendra un problème sérieux avec l'urbanisation du pays - n'a pas été abordé. Il n'y a pas non plus d'organisme compétent pour conseiller l'administration sur ce sujet.

En ce qui concerne les techniques d'application, il n'y a pas de techniques modernes permettant une économie de peinture dont tous les composants sont de provenance étrangère. On n'applique pas de peinture électrostatique - ce qui permettrait d'économiser jusqu'à 30 % de peinture et solvants. Il faudrait donc s'efforcer d'économiser des matériaux d'importation en introduisant des techniques appropriées.

Par contre, en raison de la présence d'une société spécialisée (Projacier), la technique de protection par métallisation est bien développée; elle est cependant, insuffisamment répandue et la qualité des revêtements n'est pas toujours assez bien spécifiée et contrôlée.

Au cours de voyages dans le pays, on a constaté que des constructions très récentes ont été plutôt mal protégées contre la corrosion. Par exemple, à l'hôtel Sidi Harazem, qui est presque nouveau, les surfaces d'acier à l'extérieur sont déjà rouillées et les échelles de la piscine doivent être changées ou réparées par soudure. En se basant sur les informations données dans l'introduction, il est bien évident que la corrosion provoquée par la condensation peut se produire même dans un environnement relativement sec.

Il n'y a aucune publicité sur les effets de la corrosion au Maroc. Ce problème est assez grave et ni l'administration ni le public ne s'y intéressent. L'expert a essayé de stimuler cet intérêt en faisant une conférence au cours d'une réunion de l'Association professionnelle sucrière, le 18 mars 1977. Il y aurait d'autres possibilités pour attirer l'attention sur ce sujet, par exemple : une conférence de presse organisée par le Représentant Résident du PNUD à Rabat avec la coopération d'institutions compétentes, ou la publication de flashes sur le sujet dans les principaux journaux marocains.

B. Recommandations

1. Il faut introduire la protection temporaire des voitures neuves et en circulation, à savoir les voitures du gouvernement (armée, gendarmerie, etc.) et les voitures des particuliers, soit en organisant des stations de conservation (protection temporaire), soit en popularisant la méthode et en présentant les bénéfices de l'application d'une protection temporaire. Pour permettre au public l'application de cette méthode, il faudrait encourager certains garages à introduire ce traitement comme un traitement de routine.
2. Il faut encourager les producteurs de voitures à répandre cette méthode pour toutes les voitures fabriquées. Tous les problèmes techniques ont d'ailleurs été discutés avec eux.
3. Pour éliminer une importation excessive, il faudrait encourager dans le pays la fabrication des produits nécessaires pour cette méthode. Les possibilités d'une telle fabrication ont d'ailleurs été discutées.
4. Pour rendre possible un conseil permanent sur le problème de la corrosion à l'intention de l'administration et de l'industrie, il faudrait organiser un laboratoire central de lutte et de protection contre la corrosion. Les tâches d'un tel laboratoire ainsi qu'une proposition de projet sont décrites à

l'annexe II. Cette annexe devrait être analysée et, en cas de décision positive, les recommandations qui y sont formulées devraient être incluses dans les plans 1980-1984 du gouvernement ainsi que du PNUD/ONUUDI pour être réalisées.

5. Un petit laboratoire spécialisé attaché à l'Institut marocain d'emballage et de conditionnement (IMEC) devrait être créé. Il y a des possibilités et des discussions préliminaires avec cet institut qui ont déjà eu lieu. Un accord préalable du chef de projet existe d'ailleurs et c'est après discussion avec ce dernier que l'annexe IV a été rédigé.

Bibliographie

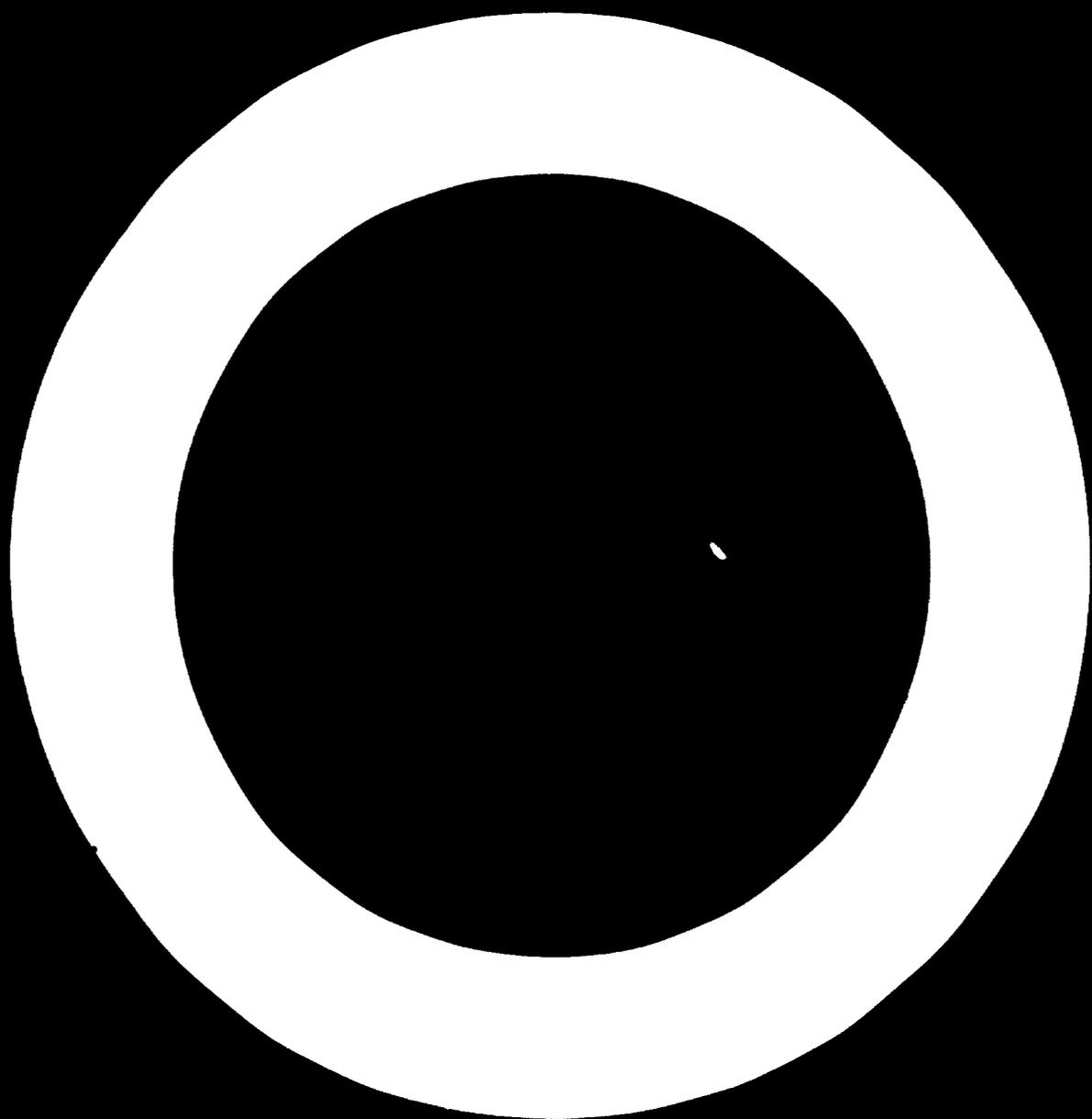
Clark S.G., Longhurst E.E. 1-st. Int. Congr. Met. Corr. 254. London, 1961.

Michalczewski J. et T. Zak, Powloki Ochr. 20, 4. Warszawa, 1974.

Zak T. et Frackiewicz S., Powloki, Ochr. 2, 1. Warszawa, 1975.

Beruksitis K. et Clark G.B., Korroziionnaja Ustojeziwost Niietalov. Moskva, 1971.

Tomaszow N.C. Jeoria Korozji i Ochrony Metalli PWN. Warszawa, 1962.



Annexe I

RENSEIGNEMENTS RELATIFS A L'ENSEMBLE DU PROJET

A. Origine et caractères du projet

1. Origine du projet

En raison de sa situation géographique et de l'étendue importante de son littoral placé sous l'influence des vents marins qui apportent avec eux une grande quantité de sel, le Maroc est soumis à une action corrosive élevée. La plupart des investissements industriels se trouvent dans la zone la plus corrosive et, de ce fait, la corrossité augmente avec les dégagements de gaz corrossifs. Dans cette zone industrialisée, habitée par la plupart de la population, circulent aussi la plupart des véhicules dont l'émission de gaz SO₂ contribue à augmenter la corrosion. Cette situation est encore plus difficile dans les usines chimiques où il y a une action corrosive supplémentaire. De là résultent des pertes excessives dues à la corrosion.

En tenant compte de ce qui précède et des plans de développement du pays il est indispensable d'élaborer et de suivre une politique de protection contre la corrosion particulièrement pour les usines, les installations industrielles et les transports en général.

En raison du manque de spécialistes en la matière, il est nécessaire de faire appel à des experts étrangers et d'octroyer des bourses de spécialisation à l'étranger dans les pays développés.

Pour réaliser un tel programme, un laboratoire central doit être créé et équipé d'appareils spéciaux pour faire les études nécessaires.

2. Cadre institutionnel

Le laboratoire central devrait être organisé et supervisé par le Ministère de l'industrie et subordonné au Bureau d'études de ce ministère. Ce laboratoire devrait coopérer avec l'Institut marocain d'emballage et du conditionnement (IMEC) et l'Ecole technique de Mohammédia ainsi qu'avec d'autres organismes et institutions concernées.

3. Devoirs du gouvernement

Le gouvernement doit garantir un partenaire pour utiliser au maximum l'aide technique.

4. Autres activités connexes

Le commencement du présent projet a été une courte mission en 1977 pour constater la nécessité d'une action dans le domaine de la protection contre la corrosion.

B. Objectifs du projet

1. Objectif final du projet

L'objectif final du projet consiste en l'établissement d'une possibilité technique pour résoudre les problèmes de la corrosion et de la protection contre la corrosion dans les usines, les installations industrielles et le transport.

2. Objectifs immédiats du projet

Conseiller les usines et installations :

- Usines d'engrais
- Usines chimiques
- Sucrieries
- Usines d'industrie alimentaire
- Chantiers et marine
- Organisations de transport

Organiser des laboratoires d'essais de matériaux de protection selon les normes internationales (ISO).

Organiser un laboratoire métallographique

Organiser un laboratoire électrochimique

Organiser un laboratoire analytique

Préparer un plan de travaux à long terme

C. Plan d'exécution

<u>1. Description des activités du projet</u>	<u>Lieu</u>	<u>Durée et date de démarrage du projet</u>
Consultation concernant l'organisation de recherches sur la corrosion	Maroc	30 mois - Septembre 1979
Consultation concernant l'interprétation des résultats des essais de corrosion accélérée et des essais en atmosphère naturelle	Maroc	6 mois - Avril 1982
Consultation concernant la protection cathodique	Maroc	3 mois - Octobre 1983
Consultation concernant l'application d'inhibiteurs pour la protection des installations industrielles contre l'eau	Maroc	3 mois - Mars 1983
Consultation concernant les essais métallographiques de la corrosion	Maroc	3 mois - Avril 1983
Spécialisation des ingénieurs de l'industrie marocaine	Maroc	6 mois - Septembre 1983
<u>2. Description de la contribution du PNUD</u>		
Expert principal pour la coordination de tous les travaux concernant l'organisation du laboratoire central	Maroc	30 mois - Septembre 1979
Consultants pour l'évaluation des résultats des essais de corrosion sur les revêtements métalliques et organiques (2 consultants)	Maroc	6 mois - Avril 1982
Consultant pour l'application de la protection cathodique des installations industrielles et de la marine	Maroc	3 mois - Octobre 1982
Consultant pour l'application d'inhibiteurs pour la protection des installations contre l'eau	Maroc	3 mois - Mars 1983
Consultant dans le domaine de la corrosion des métaux, particulièrement dans l'industrie chimique	Maroc	3 mois - Avril 1982

Dans tous les cas, les consultants doivent être de haute qualité professionnelle et avoir une bonne expérience dans les domaines mentionnés.

Dispositions nécessaires pour la formation professionnelle

Il faut prévoir 4 bourses pour spécialisation en essais de corrosion et en méthodes de protection.

<u>Description</u>	<u>Pays</u>	<u>Durée et date</u>
Les inhibiteurs de corrosion (bourse)	France Belgique	3 mois - Septembre 1981
Protection cathodique (bourse)	France Belgique	3 mois - Février 1981
Corrosion des métaux, particulièrement dans l'industrie chimique et (engrais) alimentaire	USA France Belgique	6 mois - Février 1982
Organisation de recherches sur la corrosion	USA Belgique Pologne	2 mois - Mars 1981

<u>Fourniture de matériel</u>	<u>Localisation</u>	<u>Livraison</u>	<u>Coût en dollars</u>
Equipement du laboratoire	Maroc	1981	30 000

3. Description de la contribution du gouvernement

Conditions préalables

Choix de la localisation du laboratoire, démarrage des travaux de construction en 1979 et achèvement en 1981.

Allocation du personnel national

<u>Description</u>	<u>Localisation</u>	<u>Date de commencement</u>
Un chef de laboratoire	Maroc	1979
Une secrétaire	Maroc	1979
5 ingénieurs chimistes		1981-1983
1 ingénieur métallurgiste		1981
2 chimistes		1981-1983
12 techniciens chimistes		1981-1983
6 laborantins		1981-1983
3 agents administratifs		1980-1983

Contributions du gouvernement

Un bâtiment pour le laboratoire de 400 m²
Entretien d'équipement et alimentation en électricité et en eau

**E. Budget concernant la contribution du Gouvernement en nature
(En dirhams)**

Pays : Royaume du Maroc
Titre du projet : Protection contre la corrosion des installations industrielles
N° du projet :

	Total		1980		1981		1982		1983	
	h/m	DM	h/m	DM	h/m	DM	h/m	DM	h/m	DM
PERSONNEL AFFECTE AU PROJET										
Cadres										
1 directeur de laboratoire	48	196 000	12	49 000	12	49 000	12	49 000	12	49 000
5 ingénieurs chimistes	294	816 000	24	96 000	60	240 000	60	240 000	60	240 000
1 ingénieur métallurgiste	36	144 000	-	-	12	48 000	12	48 000	12	48 000
Personnel d'appui										
12 chimistes	288	856 000	-	-	48	144 000	96	280 000	144	432 000
6 laborantins	144	360 000	-	-	24	60 000	48	120 000	72	180 000
1 secrétaire	49	120 000	12	30 000	12	30 000	12	30 000	12	30 000
3 agents administratifs	108	324 000	12	36 000	24	72 000	36	108 000	36	108 000
Total pour l'élement	876	2 816 000	60	211 000	192	643 000	276	876 000	348	987 000
FORMATION	14	42 000	-	-	8	28 000	6	21 000	-	-
MATERIEL										
Matériel durable		500 000	-	-	-	-	-	-	-	-
Locaux		2 500 000	-	-	-	-	-	-	-	-
Total pour l'élement		3 000 000	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL GENERAL	1 014	6 162 000	60	211 000	192	671 000	276	896 000	348	987 000

Annexe II

LABORATOIRE CENTRAL

Le laboratoire devrait suivre le progrès mondial en matière de protection contre la corrosion pour pouvoir transmettre les meilleures méthodes d'essai et de protection pour l'économie du pays. Il devrait aider les ingénieurs marocains à se spécialiser dans le domaine de la corrosion en organisant des conférences et des séminaires et en octroyant des bourses de spécialisation.

Le laboratoire devrait être rattaché au Ministère de l'industrie mais devrait aussi rendre service aux autres branches de l'économie telles que le transport, l'armée, etc. Il devrait être subordonné au bureau d'études du ministère de l'industrie et coopérer avec l'IMEC et l'école technique de Mohammedia ainsi que d'autres organismes et institutions concernées.

Le laboratoire comprendrait les sections suivantes :

- Bibliothèque
- Analyse chimique
- Analyse métallographique
- Essais de corrosion accélérée
- Essais électrochimiques
- Techniques d'application avec une usine pilote

Dans chaque section, sauf dans la bibliothèque, devraient travailler au moins deux ingénieurs spécialisés avec, à leur disposition, deux techniciens et un laborantin.

Le laboratoire devrait être dirigé par un ingénieur spécialisé dans le domaine de la corrosion et de la protection contre la corrosion.

Pour réaliser un tel objectif, quelques bourses seraient nécessaires pour chacune des spécialisations déjà mentionnées.

Annexe III

LISTE DES DONNES CONCERNANT LA PROTECTION TEMPORAIRE
TRANSMISE A L'INDUSTRIE AUTOMOBILE

1. Description d'une station de protection temporaire des voitures (Tectyl).
2. Bulletin de service de la Valvoline.
3. Schémas de traitement des voitures (SIMCA 1100, 1307, 1308; RENAULT 4L, 12; FIAT 127, 131, 132 Spécial et GL).
4. Description d'installation de protection des châssis.
5. Description d'installation pour corps creux.
6. Conditions techniques pour Tectyl ML.
7. Conditions techniques pour Tectyl 121 E.

Annexe IV

LABORATOIRE SPECIALISE DANS LA CORROSION DANS LES EMBALLAGES

Pendant son séjour au Maroc, l'expert a établi contact avec l'Institut marocain de l'emballage et du conditionnement (IMEC), créé avec l'assistance de l'ONUDI.

Après les discussions avec le directeur de l'IMEC, M. Bennouna, et l'expert principal de l'ONUDI, Mme Kucharska, on a constaté la nécessité d'organiser à l'Institut un petit laboratoire très spécialisé qui devrait s'occuper de tous les problèmes de corrosion, c'est-à-dire :

- D'étudier la corrosion dans les emballages et des méthodes de protection contre la corrosion;
- De perfectionner les méthodes d'emballage du point de vue de la protection contre la corrosion pendant le transport maritime et le stockage dans les conditions prévalant au Maroc.

Le laboratoire devrait élaborer les conditions techniques d'emballage, particulières pour le Maroc, pour les exportateurs étrangers.

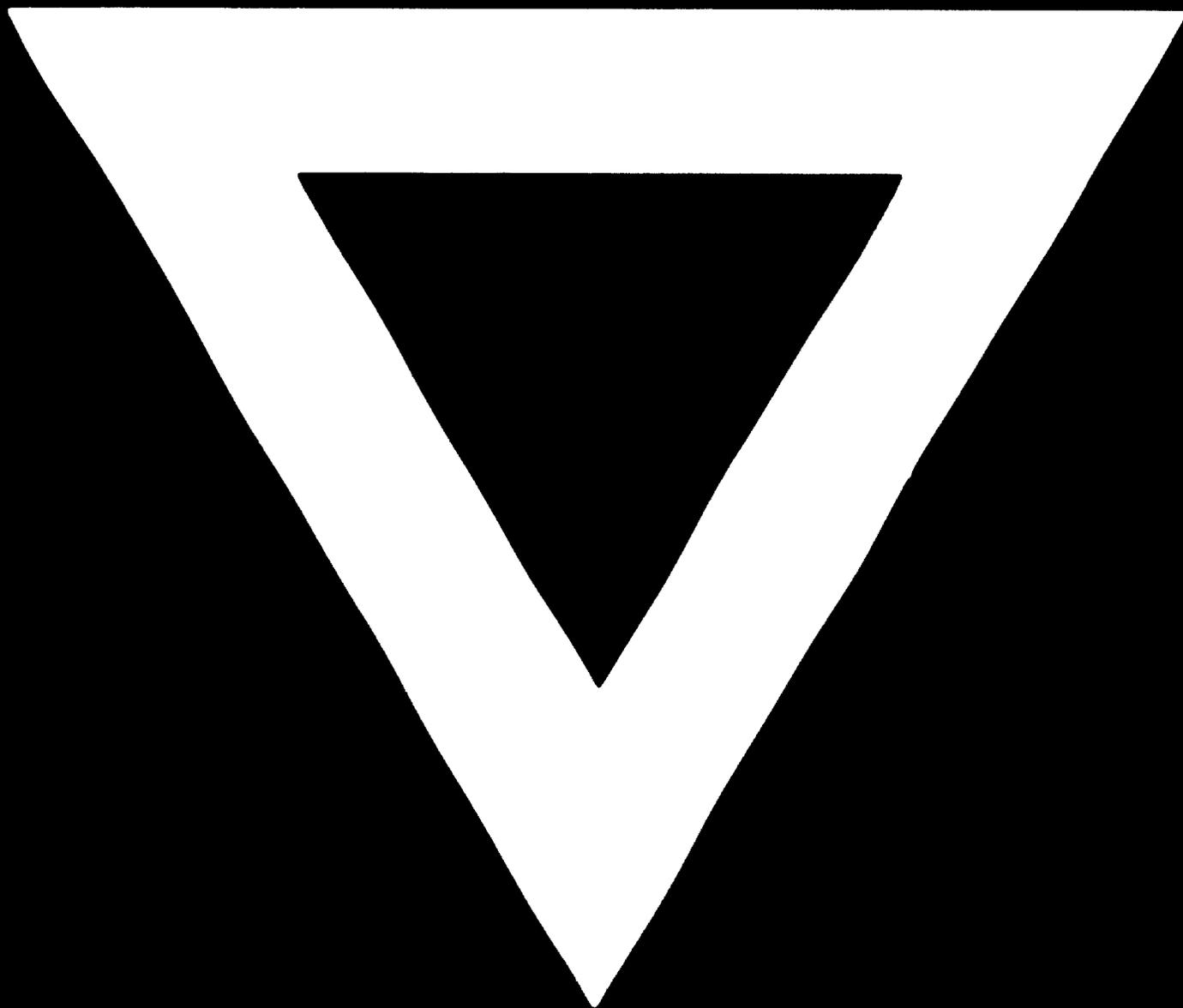
Il devrait employer deux ingénieurs, deux techniciens et un aide-laborantin.

Son équipement devrait se composer de : potentiostate complet de type Beckman; voltmètre cathodique pour les potentiels 0-3V du courant continu; chambre de corrosion accélérée; balance analytique; verre de laboratoire; digestorium; microscope métallographique; polisseuse; appareil pour mesurer l'épaisseur des couches; hygromètres différents.

Le laboratoire devrait avoir à sa disposition deux chambres, une pour les travaux chimiques, l'autre pour l'équipement métallographique et les balances. Cette surface est bien assurée dans le bâtiment actuellement en construction. Le coût de cette opération peut être estimé à 52 000 dollars environ.



C-698



78.12.08