

- 6 OCT 1959

LA PROTECTION DU MATERIEL UTILISE EN CLIMAT TROPICAL

A. DELRIEU

Ingénieur, Chef du Laboratoire de Tropicalisation de l'O.R.S.T.O.M.

Particularité des différents climats rencontrés outre-mer : climat tropical humide, climat tropical sec. Les différents facteurs du climat. Leur action nocive vis-à-vis des différents matériaux et du matériel.

Problème de l'emballage, du transfert par mer et par terre et du stockage. Matériaux barrières. Problèmes spéciaux posés par l'utilisation du matériel en climat tropical. Evacuation des calories. Isolation électrique.

Les solutions apportées par les techniques modernes. Les matériaux synthétiques nouveaux.

Toutefois il ne faudra pas perdre de vue que les solutions auxquelles on arrive sont rarement entièrement satisfaisantes, il s'agit presque toujours de compromis entre les exigences souvent contradictoires de l'efficacité, de la facilité de mise en œuvre et du prix de revient.

DIVERS CLIMATS

La température est un facteur qui fait varier souvent d'une manière considérable les propriétés physiques des corps, ramollissement, baisse de la résistance d'isolement électrique.

D'autre part elle accélère beaucoup toutes les réactions chimiques d'oxydation.

En dehors de ces deux facteurs très importants il en existe beaucoup d'autres, et qui peuvent devenir déterminants

Le caoutchouc lorsqu'il est d'origine naturelle, n'est pas particulièrement résistant lui non plus, l'action de l'oxygène et surtout des rayons UV provoquant des polymérisations rapides qui le rendent dur, cassant et lui font perdre les qualités qui justifieraient son emploi.

Les textiles non synthétiques se comportent bien tant qu'ils sont en emploi. En stock ils posent rapidement des problèmes de protection contre les moisissures. De même le cuir, et il n'est pas rare de trouver des champignons dans ses souliers au bout de très peu de temps.

C'est également le gonflement par absorption d'humidité et la prolifération des moisissures qui rendent l'emploi des colles d'origine animale difficile, dans des climats où les collages sont soumis à rude épreuve du fait des dilatations et des retraites importants.

Les matériaux de construction traditionnels, ciment, plâtre peuvent être employés généralement sans difficulté, sauf en ce qui concerne leur stockage qui est un peu plus délicat du fait de l'humidité. C'est alors un problème d'emballage. ~~Toujours on peut noter que ces matériaux de construction~~

ner vers de nouveaux matériaux, soit en eux-mêmes, ou; le plus souvent, en conjonction avec des matériaux classiques auxquels ils confèrent des propriétés d'imperméabilité à la vapeur d'eau.

LE STOCKAGE

Un problème auquel doivent particulièrement s'intéresser les emballeurs, est celui du stockage.

En effet on peut toujours penser qu'un voyage sera plus ou moins rapide et qu'une légère détérioration de l'emballage n'aura pas le temps de produire de graves dégâts. Mais il faut bien penser que la plupart du temps le matériel n'est pas à pied d'œuvre à son déchargement du bateau. D'autres étapes peuvent suivre qui seront précédées par un séjour quelquefois fort long dans des endroits plus ou moins bien aménagés quelquefois en plein air, sur les quais d'un port.

C'est pendant ce séjour que l'humidité ou l'eau de pluie pénétrera par les fissures qui ont pu se produire précédem-

Sauf exception, le matériel fonctionne à peu près normalement à sa mise en marche même s'il n'a pas été particulièrement soigné. Ce qui arrive le plus souvent c'est que ce fonctionnement disons normal, ne se prolonge pas très longtemps et qu'il y a rapidement des signes de défaillance.

Nous abordons ici un aspect très particulier et très courant, que rencontrent tous ceux qui envoient du matériel outre-mer.

Le matériel est arrivé, il a été mis en service chez un utilisateur quelquefois isolé de tout centre, et il a fonctionné normalement pendant un certain temps, puis un incident s'est produit.

Cet incident, le constructeur n'en aura connaissance que très longtemps après, il en aura relation à travers de nom-

de traitements de surface dont nous parlerons un peu plus loin et qui sont de plus en plus employées, semblent indispensables si l'on veut que la couche de protection qui suivra et qui est souvent de qualité rende les services qu'on est en droit d'en attendre.

Ces couches de protection pourront être de nature diverses, résines alkydes, résines vinyliques, silicones, caoutchoux chlorés, résines formophénoliques.

La polymérisation qui donne naissance au film protecteur se produira à la température ambiante, ou si l'on veut une tenue encore meilleure, sera obtenue par une cuisson au four ce qui exige que le matériel ne soit pas trop volumineux, bien qu'il existe des batteries mobiles de chauffage par infrarouge qui ont été employées sur des charpentes métalliques.

Conçu pour l'étude du comportement du matériel en climat tropical le laboratoire de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer à Saint-Cyr reproduit deux genres de climat :

Le climat chaud et humide des forêts qu'on rencontre à Abidjan, à Madagascar, etc... et le climat chaud et sec des confins du Sahara qu'on rencontre à Kayes, Bamako.

Chacun de ces climats est reproduit dans une chambre séparée, isolée thermiquement, de $3,50 \times 4 \times 2,85$ m. assez volumineuse pour qu'on y fasse entrer du gros matériel.

Nous avons eu par exemple en essai, une Jeep, un groupe électrogène en marche, et 8 tonnes de ciment en sac ce qui montre bien que la capacité utile des enceintes est déjà importante.

La particularité de ces chambres réside surtout dans le fait que ni la température, ni l'humidité ne sont constantes, mais varient continuellement pour reproduire les cycles de jour et de nuit correspondant à un climat réel.

Cette disposition est plus conforme à la réalité que les étuves à température et humidité constantes, elle est également plus nocive pour le matériel.

En effet les dilatations et les retraites, ainsi que les changements du pourcentage d'humidité de l'atmosphère qui peuvent amener des migrations de l'humidité contenue à l'intérieur des matériaux ont une influence très importante sur la tenue du matériel.

Tel qu'il est conçu le laboratoire fonctionne continuellement jour et nuit; un cycle d'essai complet dure en principe un mois en chambre sèche et deux mois en chambre humide ce qui correspond à l'avant-projet de norme UTE.

Bien entendu les essais peuvent être prolongés et nous avons eu des conditionnements de produits pharmaceutiques pendant deux ans et plus.

Il importe de remarquer en effet que les essais effectués ne sont pas à proprement parler des essais accélérés, les températures et humidités reproduites sont voisines de la réalité et les vitesses de variation également.

Les essais accélérés pour être significatifs doivent donner lieu à de longues comparaisons portant sur un grand nombre d'échantillons. Ils doivent porter sur un facteur seulement et ne sont valables en principe que pour une catégorie de matériau.

Nous pensons qu'on peut obtenir des renseignements au moins aussi sûrs en procédant d'une manière peut-être un peu plus longue mais qui reste valable pour n'importe quel matériau, soumis à plusieurs facteurs simultanément, en observant et en notant les changements, peut-être plus petits, qui apparaissent dès les premiers temps puisque, malgré tout, la détérioration du matériel se fait généralement de manière continue.

Les chambres du laboratoire de Saint-Cyr sont équipées de manière à ce qu'on puisse y faire fonctionner un moteur à explosion.

Enfin on peut y reproduire artificiellement le rayonnement solaire au moyen de lampes à rayons ultra-violetes.

RESULTATS OBTENUS DANS DIFFERENTS SECTEURS

L'étude du comportement de la protection du matériel métallique a fait l'objet de nombreux essais au laboratoire.

Ils ont porté sur des meubles de bureau, des armoires contenant des appareils radio, des containers, etc...

La protection est souvent réalisée par plusieurs couches de peinture cuite au four et se montre satisfaisante. Nous avons remarqué des défaillances dans des détails, tels que visserie non protégée ou dont la couche protectrice n'est pas assez épaisse.

A propos de la visserie il semble que la conception n'en soit pas toujours bien étudiée.

Exécutée en acier, elle est souvent protégée par un dépôt de nickel, de chrome ou de zinc, mais cette protection est très mince et est éliminée par la moindre action mécanique telle que celle que peut produire un tourne-vis dont les angles sont un peu vifs.

Nous avons vu des ferrures de volets, qu'on avait préalablement cadmiées pour les protéger et qui étaient ensuite rivées à la machine. La protection était complètement enlevée sur le rivet après la pose.

Un autre point dans la protection des ensembles métalliques est la protection des bords vifs.

Ceux-ci sont à éliminer bien sûr, mais il arrive qu'on en rencontre, surtout dans la tôlerie.

Il semble que la solution la plus satisfaisante pour le moment soit de peindre vers le bord et de repasser ensuite une couche supplémentaire sur le bord mince.

Le comportement du bord des tôles dépend sans doute de la manière dont elle a été découpée mais l'utilisateur peut rarement agir dans ce sens.

La protection des métaux, il faut bien le souligner, dépend d'abord de la manière dont elle est exécutée. Nous avons eu l'occasion de faire des essais sur des protections réalisées sur des surfaces ayant subi des phosphatations, des chromations etc... et pu apprécier les améliorations que de tels traitements préalables de la surface peuvent apporter.

Par contre des revêtements appliqués à dessein sur des tôles rouillées, à la demande des fabricants du revêtement qui prétendaient que celui-ci remplirait son office même sur une surface non préparée, ont donné des résultats mauvais.

Des essais ont eu lieu en chambre humide pendant deux ans sur des métallisations, cadmiages, zingages.

Le zingage a été attaqué assez rapidement mais la couche d'oxyde formée a empêché l'attaque du métal sous jacent.

Des essais sur des emballages de produits chimiques et d'engrais en sacs papier, et en sacs jute, ont permis d'autre part d'éliminer des fabrications défectueuses.

D'autres essais ont porté sur des emballages contenant des conserves alimentaires, notamment du fromage, lequel a fermenté et produit une déformation importante des boîtes métalliques.

Du matériel électrique de toute sorte a été essayé. Nous avons eu l'occasion de faire de nombreuses remarques. Par exemple pour des petits outils portatifs à usages multiples, le souci des constructeurs de réduire au minimum le poids et l'encombrement se fait quelquefois au détriment des distances entre parties conductrices et l'isolement électrique en atmosphère humide est parfois insuffisant.

Du petit outillage a été souvent essayé, protégé par vernis pelable ou par cires microcristallines. De bons résultats ont été observés. La protection du même outillage avec des inhibiteurs de corrosion a été essayée aussi avec des résultats variés.

Quelquefois satisfaction a été obtenue mais nous avons aussi observé une plaque d'acier préalablement nettoyée et enveloppée dans un papier inhibiteur de corrosion, qui était attaquée au bout d'un séjour de huit jours en chambre humide.

De la visserie protégée, du matériel de bureau ont été essayés à maintes reprises avec des résultats toujours intéressants pour le constructeur.

Signalons par exemple un essai portant sur des tubes protégés par chromage sur zinc. Ce dernier n'a pas tenu, le zinc étant attaqué à travers le chromage.

Nous voyons ici encore qu'une protection supposée correcte et l'étant lorsqu'on recherche simplement un but esthétique pour un emploi en climat tempéré, ne donne pas toujours satisfaction pour un emploi outre-mer.

LIMITE DE LA PROTECTION —
CONCEPTION DU MATERIEL DEVANT ETRE
PROTEGE CONTRE LE CLIMAT

Nous venons de voir que l'adaptation du matériel à un emploi outre-mer pose souvent des problèmes très difficiles. D'autant que la totalité des agents destructeurs peut quelquefois se trouver réunis.

On nous a récemment demandé des conseils en vue de l'édification d'une usine devant traiter du minerai de fer dans l'extrême sud-marocain.

Le lieu où cette usine devra s'élever est situé non loin de la mer, si bien que selon le vent souffle du nord ou du sud on a à faire au vent de sable ou au brouillard salin. L'humidité varie dans des proportions énormes et la température comme dans les régions voisines du Sahara.

Dans de telles conditions (qui sont heureusement assez rares) il est certain qu'on ne peut s'attendre à une vie très longue du matériel courant et que tout devra être étudié très attentivement. L'étanchéité totale pour certains matériels étant une solution à envisager dans des cas semblables, ou bien le fonctionnement en chambre climatisée.

Mais il est bien évident que des opérations de grosse in-

dustrie peuvent être difficilement exécutées en chambre climatisée.

Ce sera donc comme toujours des solutions de compromis qui prévaudront et le plus sage sera sans doute de prendre un certain nombre de précautions et de prévoir une usure plus rapide que la normale du matériel utilisé.

Pour terminer nous soulignerons l'intérêt qu'il y a de prévoir dès la conception du matériel le climat dans lequel il sera utilisé. Ceci évitera les adaptations plus ou moins réussies. En particulier, nous pensons que celui qui conçoit le matériel doit toujours avoir présent à l'esprit qu'une protection par peinture ou autre doit être appliquée et s'en soucier pour donner à ce matériel une forme pratique.

Tous les peintres savent qu'il y a des assemblages impossibles à peindre efficacement et tous ceux qui font des dépôts électrolytiques qu'il y a des pièces impossibles à recouvrir d'une épaisseur à peu près uniforme.

Moyennant toutes ces précautions et en faisant des contrôles sévères et des essais de résistance en climat artificiel on peut s'attendre à l'heure actuelle à l'aide de tous les nouveaux matériaux et en observant scrupuleusement les modalités d'application à de bons résultats dans la protection du matériel utilisé à climat tropical.