

II.1. INTRODUCTION

Généralement, il est nécessaire avant de traiter ou d'observer une « surface » de préparer celle-ci. La nature de la préparation dépend de l'objet à atteindre.

Il nous faut cependant distinguer deux cas : le premier cas est la préparation de la surface dans le but de l'obtenir le plus « propre » possible afin d'analyser ses propriétés intrinsèques (cristallographie de surface, état électronique de surface...). Il est alors nécessaire d'éliminer toutes les impuretés et polluants qui pourront fausser les mesures ultérieures.

Le second cas consiste à préparer la surface dans le but de la recouvrir ultérieurement. L'idéal d'une bonne préparation est alors de permettre un contact aussi intime que possible entre la surface à recouvrir et le revêtement exécuter[13].

II.2. CONTAMINATION SUPERFICIELLE

Au cours des étapes de fabrication, les matériaux métalliques sont sujets à une modification en profondeur ou superficielle de leur microstructure entraînant une transformation physico-chimique de l'interface métallique. Cette évolution résulte des nombreuses interactions entre la surface et son environnement : huiles de lubrification, matrice de frappe, atmosphère de four...

La surface d'une pièce industrielle est toujours souillée par différents polluants :

Les souillures organiques (huiles, graisses...) et les composés métalliques (oxydes, graisses, carbures...) dont il s'agira d'éliminer afin de conférer à l'interface hydrophile l'aspect souhaité [14].

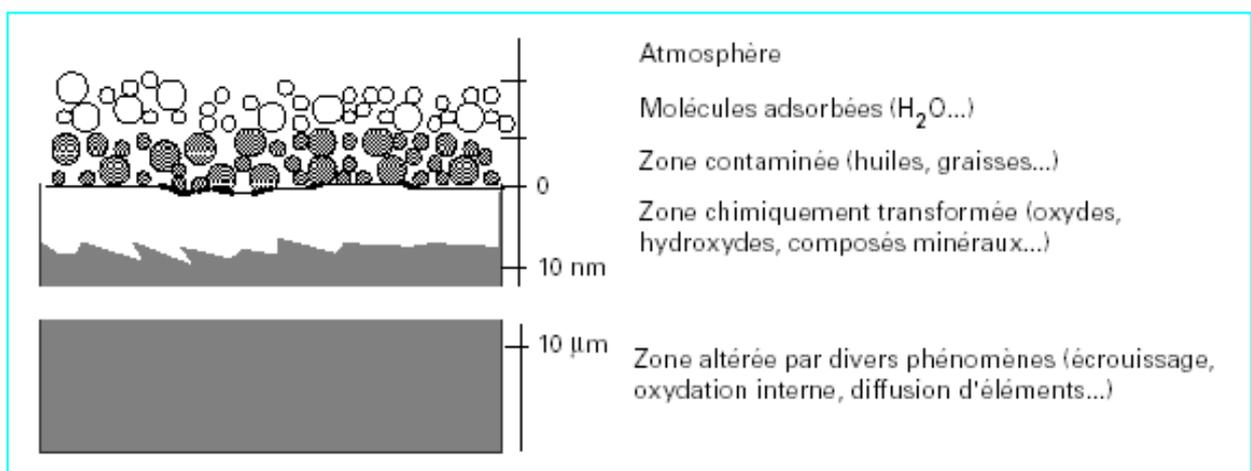


Fig. (II. 1) Représentation schématique d'une surface industrielle

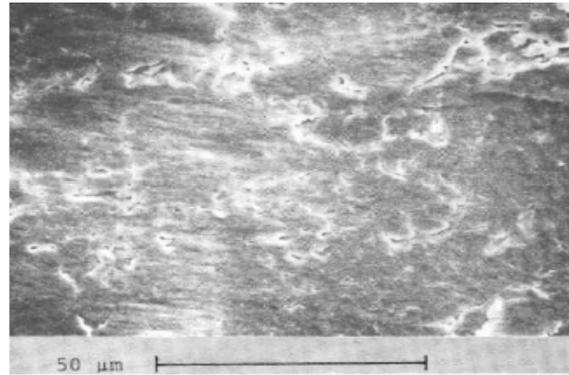


Fig. (II.2) Schéma de l'acier avant le traitement

II. 3. NETTOYAGE ET MISE A VIF DE LA SURFACE

II. 3. 1. Décapage

II. 3. 1. 1. Le décapage mécanique

Le but de cette opération est d'éliminer les couches chimiques, adhérentes à la surface telles que les oxydes, produits de corrosion revêtements de protection anciens...

Le décapage mécanique peut être réaliser de diverses façons : grattage, grenaille, microbillage, brossage, sablage,.... Ces opérations peuvent s'opérer à sec comme la grenaille ou par voie humide comme le sablage humide.

L'abrasif utilisé lors du grenaillage peut être des plusieurs divers : grenailles métalliques, abrasif minéraux naturels (sable, silex), abrasif synthétiques (verre, nylon) [13].

II.3.1.2. Décapage ionique

Le principe de ce décapage est le même que celui du décapage mécanique de microbillage. Il s'effectue grâce à des ions de gaz rare, focalisés sous forme d'un faisceau qui balaie la surface à nettoyer. Ce type de décapage est le plus intéressant[13].

II.3.1.3. Décapage chimique

Le but de cette opération, comme la précédente, est d'éliminer les produits de surface indésirables (en particulier les oxydes). Dans le cas des aciers ordinaires, acier inoxydable, cuivre et alliage cuivreux, nickel, titane et leurs alliages. On utilise généralement une solution aqueuse acide (mélange d'acide sulfurique, chlorhydrique ...) pour enlever les couches organiques, les huiles ou les anciennes couches de peinture, il n'est guère possible d'utiliser des solutions acides, il est préférable d'utiliser alors, soit des solutions aqueuses alcalines, soit des solvants organiques. Parfois, le décapage chimique est effectué par voie électrolytique.

L'électrolyte est soit une solution acide (sulfurique et / ou nitrique), soit une solution neutre (sulfate de sodium par exemple), la pièce à décaper constitue alors l'anode de la cellule d'électrolyse. Les pointes en relief sont dissoutes préférentiellement. Il est nécessaire de faire suivre ce décapage chimique d'un excellent rinçage afin d'éliminer toutes traces de produit corrosif [13].

II.3.2. Dégraissage

Cette technique est évidemment utilisée pour éliminer les corps gras, graisses animales et végétales saponifiables ou huile minérale non gras qui souillant la surface. Très et « trop » souvent, c'est la seule méthode de traitement de la surface avant tout revêtement. Le dégraissage peut être soit chimique, soit électrolytique[13].

II.3.2.1. Dégraissage chimique

Il est très souvent utilisé, mais pour qu'il s'avère efficace, il doit être parfaitement adapté au matériau à dégraisser, car son rôle n'est pas uniquement de nettoyer la surface, mais aussi de la conditionner au traitement ultérieur.

Les produits dégraissant couramment utilisés peuvent être classés en deux catégories.

D'une part, les dégraissant à base de solvants organiques (trichloréthylène, perchloréthylène, benzène,...) qui assurent un prédégraissage de la surface par solubilisation des matières grasses, plus spécialement les huiles minérales non saponifiables. D'autre part, des solutions alcalines de pH 7 à 14 (soude, carbonate de soude ...) qui enlèvent la salissure (graisses animales saponifiables) suivant un processus plus complexe.

Le choix du dégraissant dépend essentiellement de la nature de la salissure et du matériau.

Après un dégraissage, il faut éliminer tout les produits et ceux formés lors des réactions. Cette étape est très importante, car il n'est pas toujours facile d'éliminer ces produits comme par exemple les composés colloïdaux hydrophiles. Aussi, les conséquences d'un mauvais dégraissage peuvent être plus catastrophiques que celles de la pollution initiale [13].

II. 3.2.2. Dégraissage électrolytique

La différence principale avec le dégraissage chimique réside dans le fait que la solution aqueuse de dégraissage est utilisée comme électrolyte dans une cellule où les pièces à dégraisser sont placées soit en position d'anode, soit en position de cathode.

Au niveau de ces électrodes, il se produit un dégagement gazeux, oxygène à l'anode, hydrogène à la cathode.

Ces dégagement, générateurs d'une agitation locale, associés aux propriétés dégraissantes du bain, assure un excellent nettoyage de la surface et des microfissures sous-jacentes.

Cette technique donne de très bons résultats, cependant certains effets secondaires sont parfois néfastes (formation d'oxydes à l'anode, attaque du métal par la solution basique à la cathode, fragilisation du substrat par hydrogène, redéposition d'impuretés à partir de bain pollué).

Pour pallier ces inconvénients, il existe des systèmes qui permettent d'alterner périodiquement les polarités des pièces à dégraisser. Les principaux produits alcalins utilisés sont là encore, la soude caustique, les carbonates, les phosphates et divers silicates, etc. Le choix du bain, comme pour le décapage chimique, est lié à la nature du substrat à nettoyer [13].

II.3.2.3. Paramètres de dégraissage électrolytique

II.3.2.3.1. Agitation : Les forces mécaniques sont très importantes dans le dégraissage où elles interviennent à tous les stades pour mettre le métal continuellement en contact avec de la solution fraîche, arracher les salissures, enfin les maintenir dispersées. Elles sont donc été l'objet d'études approfondies qui ont permis à Bacon et Smith d'aboutir à la relation suivante:

$$S = K(CFT)^n$$

Avec, S : efficacité du dégraissage (pourcentage de souillure éliminée),

K : constante,

C : concentration du détergent,

F : force mécanique,

T : temps,

n: exposant compris entre 0 et 1.

Elle montre que l'efficacité du dégraissage S est une fonction croissante de F. Pratiquement, l'agitation permet de différencier très nettement les différents modes d'application du dégraissant : immersion, aspersion, lance haute pression[15].

II.3.2.3.2. Temps de traitement : dans la pratique, celui-ci est souvent imposé par la cadence de l'installation déjà existante. Il est de quelques secondes à quelques minutes en aspersion et de quelques dizaines de minutes en immersion.

II.3.2.3.3. Concentration du dégraissant : elle dépend essentiellement du type de traitement est de l'ordre de 5 à 10 g/ l pour l'aspersion, il faut monter de 20 à 100g/l pour l'immersion, de manière à compenser le manque d'effet mécanique[15].

II.3.2.3.4. Températures de traitement : Une température élevée est encore actuellement un atout appréciable de la détergence ; si l'abaissement de tension interfaciale qu'elle procure est négligeable devant le pouvoir des tensions actives, elle accélère les réactions de saponification et surtout elle ramollit les huiles épaisses et visqueuses ainsi que les cires et les graisses qui, sans cet effet, seraient très difficiles à retirer de la surface[15].

II .3.2.4. Dégraissage U. V- Ozone

Il est aussi possible de supprimer certains contaminants organiques par l'action combinée du rayonnement ultraviolet et de l'ozone. Cette action combinée permet la rupture des liaisons organiques et contribue à leur oxydation sous forme d'eau et de dioxyde de carbone. Ces produits formés sont plus facilement éliminés par la suite[13].

II.4. REACTION AUX ELECTRODES

II.4.1. Rappels élémentaires d'électrochimie

En solution, les ions soumis à un champ électrique se déplacent sous l'effet de l'attraction du celui-ci entre les électrodes. Les anions se déplacent vers le pôle positif (anode) et les cations à l'inverse des anions se déplacent vers le pôle négatif (cathode). La solution est alors conductrice, ce sont les ions donc équivalent à un courant d'intensité i donné par la relation suivante:

$$I = \frac{\chi \cdot S \cdot E}{L}$$

Où : I : intensité du courant en (A).

E : différence de potentiel entre deux électrodes en(V).

L : longueur de la cellule d'électrolyse(cm).

S : surface des électrodes(cm²).

χ : conductivité de la solution($\Omega \cdot \text{cm}$)⁻¹.

La conductivité de la solution dépend de l'aptitude des ions de migrer. Cette dernière varie avec plusieurs paramètres et plus particulièrement de la concentration saline et de la température.

On considère que le domaine de résistivité usuelle des bains de dégraissage électrolytique se situe entre 5 et 10 ($\Omega \cdot \text{Cm}$) [16].

II.4.1.1. Réactions cathodiques

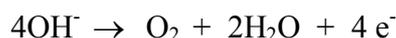
Les cations attirés au pôle négatif (cathode) provoquent le dégagement d'hydrogène et quelque fois le dépôt des métaux dissous présent au sein de l'électrolyte[16].

- Dégagement d'hydrogène : en présence des cations Na^+ , l'électrolyte de la solution de soude se traduit par la réduction de l'eau.



II.4.1.2. Réactions anodiques

Les anions migrent vers le pôle positif et se déchargent. Parmi les principales espèces réactives, seules les hydroxydes donnent naissance au dégagement d'oxygène selon la réaction suivante[16].



Les radicaux hydroxydes proviennent principalement de l'alcalinité de la solution puisque l'eau est faiblement dissociée. L'oxygène naissant facilite la détergence en oxydant, puissamment, les impuretés organiques de surface, à savoir corps gras, savons et inhibitrices. Ces produits agissent en milieu acide. Ils protègent les parties cathodiques du métal. L'action de l'acide s'exerce alors sur les parties anodiques oxydées.

Le dégraissage électrolytique doit alors s'adapter aux conditions particulières de ce traitement selon le métal à dégraisser.

II.5. AMELIORATION DE L'ASPECT DE LA SURFACE

II.5.1. Le polissage

II.5.1.1. Le polissage mécanique

Il a pour but de donner à une surface initiale quelconque, par des actions mécaniques abrasives, une finition qui dépendra de l'usage que l'on désire faire de la surface. On peut distinguer néanmoins un polissage décoratif qui consiste à donner un aspect agréable à l'œil et un polissage scientifique qui doit être le plus parfait possible. On souhaite dans ce cas, que les irrégularités de la surface soient inférieures à $0,01\mu\text{m}$.

Ce dernier type de polissage est généralement recherché lorsqu'on désire faire une étude métallographique de la surface.

Le polissage mécanique se réalise souvent en deux étapes :

Tout d'abord avec un abrasif grossier comme le carbure de silicium, puis un abrasif fin tel que l'alumine par exemple.

L'abrasif, suivant sa nature, joue des rôles différents. Il peut soit sectionner les aspérités de la surface, soit provoquer l'échauffement du métal jusqu'à son fluage, recouvrant ainsi les imperfections de la surface.

Lors d'un polissage mécanique, la surface du matériau poli-est perturbée, il y'a donc, une formation d'une couche mince dont les caractères sont différent du métal sous-jacent. Cette mince couche est fortement écrouie et n'est pas caractéristique du métal de base. Il est donc nécessaire de la faire disparaître si possible. Si l'on souhaite vraiment étudier le substrat.

On y parvient soit par une légère attaque chimique qui dissout les couches perturbées, soit en complétant le polissage mécanique par un polissage chimique ou électrolytique[13].

II.5.1.2. Le polissage électrolytique

L'échantillon à polir est placé en position d'anode dans un électrolyte qui permet une dissolution préférentielle des aspérités de la surface (région où la densité du courant est la plus importante). Ainsi, on obtient assez rapidement une surface plane qui peut présenter néanmoins quelques ondulations. Le principal avantage du polissage électrolytique est le gain de temps et l'absence de couche mince superficielle écrouie. Mais on note aussi quelques inconvénients : en particulier, il a tendance à aggraver la porosité et il ne peut donc pas être utilisé pour des échantillons à forte porosité. De même, les inclusions sont souvent déchaussées et à leur place, il apparaît des piqûres. Par ailleurs, il est nécessaire de prendre en compte la stabilité de certaines monocouches qui se forment sur quelques métaux et alliages[13].

II.5.1.3. Le polissage chimique

Le polissage chimique est en fait une attaque chimique contrôlée de la surface par une solution dont la composition dépend du matériau à polir (par exemple, pour l'acier : solution aqueuse d'acier oxalique et d'eau oxygénée) [13].

II.6. Lavage, rinçage, égouttage, séchage

Les lavages éliminent les éléments solubles ou les particules peu adhérentes de la surface. Après un traitement en phase liquide, les rinçages arrêtent la réaction et évitent le transfert de matière[13].

II.7. CONCLUSION

La préparation de surface est une opération élémentaire pour celle qui la suit. Pour l'élimination des divers contaminants superficiels, le choix peut s'effectuer parmi les nombreux procédés classiques, et généralement efficaces lorsqu'ils sont bien employés, selon la nature, la forme, les dimensions des pièces, ainsi que l'objectif à atteindre, techniquement et économiquement.