

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -
Institut de Technologie



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أكلي محمد أولحاج
- البويرة -
معهد التكنولوجيا

Département de Technologie Chimique Industrielle

Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme
De Licence professionnalisant en

Génie des Procédés

Spécialité : **Génie Chimique**

Thème

Processus de fabrication et contrôle de qualité
d'une peinture époxydique

Réalisé par :

Mlle ZERARI Amani

Tuteur de l'institut :

Dr. HAMIDOUCHE Sabiha

Maître de conférences B -Université de Bouira-

Tuteur de l'entreprise :

Mr. TACHECHE Houcem

Ingénieur chimiste à l'ENAP –Souk Ahras-

Remerciements

Avant tous je remercie le bon Dieu qui m'a donné le courage, la force, la santé et la patience pour accomplir ce travail.

*Je tiens tous particulièrement à adresser mes remerciements à ma promotrice, **Madame le Docteur HAMIDOUCHE Sabiha** pour son soutien, son aide, sa patience et sa disponibilité ainsi pour ses conseils précieux pour l'élaboration de ce modeste travail.*

Je remercie les membres de jury pour avoir accepté de juger mon travail.

*Mes remerciements à mon promoteur au sein de l'entreprise **Monsieur TACHECHE Houcem** qui m'a encadré avec toute sa conscience professionnelle et qui n'a ménagé ni son temps ni ses efforts durant la préparation de ce rapport.*

*Je tiens à adresser mes profonds remerciements et mes extrêmes gratitude au chef de laboratoire, **Melle LAHFAYA Amel** qui a bien voulu m'accueillir et me faire bénéficier de la compétence de ses personnels et leurs conseils enrichissants et de m'avoir assisté et prise en charge durant la réalisation de mon stage.*

*Je tiens à rendre un hommage respectueux aux ingénieurs du laboratoire de l'entreprise, à savoir **Mr Brahim, Mr Housseem, Mm Karima et Mlle Nesrine**, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude pour leurs précieux conseils et leurs encouragements.*

Un grand merci à mes parents, mes chers frères et ma sœur pour leur amour, leur encouragement, leur aide et leur tendresse.

Merci 

Dédicaces

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers

A l'âme de mes grands-pères et ma grand-mère. Nous demandons à Dieu d'avoir pitié d'eux et de les garder parmi les gens du paradis.

À ma grand-mère, que Dieu prolonge sa vie.

A mes très chers parents source de vie, d'amour et d'affection, qu'ils occupent une place immense dans mon cœur.

Papa, tu es une vraie école de la vie, je ne cesse d'apprendre tous les jours avec toi.

Maman, une femme aussi adorable que toi, je n'en connais pas, tu as toujours été là pour moi, et à aucun moment tu n'as cessé de me couvrir de ta tendresse

A mes chers frères Aymen, Mouhamed & Zinou et ma sœur Nourhane sources de joie et de bonheur, c'est grâce à vous je suis ce que je suis maintenant...que Dieu vous protège

A mon amie proche et ma copine de chambre MAOUCHA Chaima, mon amour pour toi est sans limite...je remercie Dieu de t'avoir connue.

A mes chers oncles Soufiane, Sahraoui, Baghdouche, Abdellah, El arbi, Taki el dine, Boudjema, Nacer, El tayeb.

A mes chères tantes.

A mes cousines Houda, Malak, Radia, Souhaila, Amira, Ghada, Fayrouz, Khouloud, Nessrine.

A mes cousins Cherif, Khalil, Assil, Saleh, Anis & Mahdi.



Sommaire

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Etude bibliographique

| | |
|--|----|
| I.1. Présentation de l'entreprise..... | 3 |
| I.1.1. Historique | 3 |
| I.1.2. Situation géographique..... | 3 |
| I.1.3. Identification de l'unité | 4 |
| I.1.4. Plan d'organisation des départements de l'unité | 4 |
| I.1.5. Activités de l'unité | 5 |
| I.2. Généralités sur la peinture | 6 |
| I.2.1. Historique | 6 |
| I.2.2. Définition..... | 6 |
| I.2.3. Composition de la peinture..... | 7 |
| I.2.3.1. Liant (la résine) | 7 |
| I.2.3.2. Pigment | 10 |
| I.2.3.3. Charge | 11 |
| I.2.3.4. Solvants | 11 |
| I.2.3.5. Additifs..... | 12 |
| I.2.4. Types de peinture | 12 |
| I.2.4.1. Peinture en phase aqueuse..... | 12 |
| I.2.4.2. Peinture en phase solvant..... | 13 |
| I.2.5. Processus de fabrication de la peinture | 15 |

| | | |
|----------|---|----|
| I.2.6. | Système de protection par les peintures | 16 |
| I.3. | Généralités sur les résines époxydiques | 18 |
| I.3.1. | Résines époxydiques | 18 |
| I.3.1.1. | Définition | 18 |
| I.3.1.2. | Propriétés des résines époxydiques | 19 |
| I.3.1.3. | Avantages des époxy par rapport aux autres résines..... | 19 |
| I.3.1.4. | Emploi des résines époxydiques | 19 |
| I.3.2. | Durcisseurs | 20 |
| I.3.2.1. | Définition | 20 |
| I.3.2.2. | Types de durcisseur Epoxy | 20 |

Chapitre II : Matériel et méthodes

| | | |
|---------|---|----|
| II.1. | Contrôle matières premières | 22 |
| II.1.1. | Densité | 22 |
| II.1.2. | Viscosité Brookfield | 23 |
| II.1.3. | Indice de réfraction | 23 |
| II.1.4. | Prise d'huile | 24 |
| II.1.5. | Point d'éclair creuset fermé | 26 |
| II.1.6. | Dispersibilité..... | 26 |
| II.1.7. | Résistance température | 28 |
| II.1.8. | Résistance aux solvants | 28 |
| II.2. | Fabrication des peintures époxydiques | 30 |
| II.2.1. | Matériels | 30 |
| II.2.2. | Produits | 31 |
| II.2.3. | Méthodes..... | 31 |
| II.3. | Contrôle qualité des produits finis | 33 |
| II.3.1. | Extrait sec | 33 |

| | |
|--|----|
| II.3.2. Finesse | 34 |
| II.3.3. Séchage | 35 |
| II.3.4. Epaisseur d'un film humide | 35 |
| II.3.5. Epaisseur d'un film sec | 36 |
| II.3.6. Résistance mécanique | 36 |
| II.3.7. Résistance chimique | 39 |

Chapitre III : Résultats et discussions

| | |
|--|----|
| III.1. Contrôle matières premières | 41 |
| III.2. Contrôle de qualité des peintures | 44 |
| III.3. Résultats du contrôle des résistances chimiques et mécaniques | 45 |
| III.3.1. Contrôle des résistances mécaniques | 46 |
| III.3.2. Tests de résistance chimique | 47 |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| Conclusion générale | 52 |
|----------------------------------|-----------|

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des figures

Liste des figures

Chapitre I : Etude bibliographique

| | |
|--|----|
| Figure I-1 : Logo de l'ENAP. | 3 |
| Figure I-2 : Situation géographique de l'unité. | 3 |
| Figure I-3 : Organigramme de l'unité. | 5 |
| Figure I-4: Pots de peinture. | 7 |
| Figure I-5 : Résine époxy. | 7 |
| Figure I-6 : Résine polyuréthane. | 8 |
| Figure I-7 : Résine polyester. | 8 |
| Figure I-8 : Résine alkyde. | 9 |
| Figure I-9 : Résine acrylique. | 9 |
| Figure I-10 : Résine vinylique. | 10 |
| Figure I-11: Pigments. | 10 |
| Figure I-12: Charges (silice). | 11 |
| Figure I-13: Solvant (White spirit). | 11 |
| Figure I-14: Agent mouillant (stéarate d'aluminium). | 12 |
| Figure I-15: Processus de fabrication d'une peinture. | 16 |
| Figure I-16 : Système de protection par peintures. | 16 |
| Figure I-17 : Poly-époxyde. | 18 |

Chapitre II : Matériel et méthodes

| | |
|---|----|
| Figure II-1 : Pycnomètre. | 22 |
| Figure II-2 : Viscosimètre Brookfield. | 23 |
| Figure II-3 : Réfractomètre type ABBE. | 24 |
| Figure II-4 : Plaque de verre dépoli. | 24 |
| Figure II-5 : Couteau à palette à lame biseautée. | 24 |
| Figure II-6 : Appareil point éclair creuset fermé. | 26 |

| | |
|--|----|
| Figure II-7 : Disperseur. | 27 |
| Figure II-8 : Papier filtre. | 29 |
| Figure II-9 : Echelle de gris..... | 29 |
| Figure II-10: Balance de précision. | 30 |
| Figure II-11 : Thermomètre..... | 30 |
| Figure II-12 : Agitateur. | 30 |
| Figure II-13 : Fabrication du "GALZINEPOX Gris"..... | 32 |
| Figure II-14 : Coupelle en aluminium..... | 33 |
| Figure II-15 : Etuve. | 33 |
| Figure II-16 : Dessiccateur. | 34 |
| Figure II-17 : Jauge de finesse North. | 34 |
| Figure II-18 : Plaque en acier. | 35 |
| Figure II-19 : Jauge épaisseur film humide..... | 35 |
| Figure II-20 : Jauge d'épaisseur magnétique. | 36 |
| Figure II-21 : Peigne de quadrillage..... | 37 |
| Figure II-22 : Pendule Persoz. | 38 |
| Figure II-23 : Appareil d'essai au choc..... | 38 |
| Figure II-24 : Burette graduée. | 39 |

Chapitre III : Résultats et discussions

| | |
|--|----|
| Figure III-1 : Contrôle du "GALZINEPOX Gris"..... | 44 |
| Figure III-2 : Application du "GALZINEPOX Gris"..... | 45 |
| Figure III-3 : Application du système "GALZINEPOX Gris" + "EPOXAMIDE Brun Rouge". | 46 |
| Figure III-4 : Test d'adhérence pour les deux cas..... | 46 |
| Figure III-5 : Test de résistance à l'éthanol pour le cas du primaire. | 47 |
| Figure III-6 : Test de résistance à l'éthanol pour le cas du système. | 47 |

| | |
|---|----|
| Figure III-7 : Test de résistance à l'acétone pour le cas du primaire. | 48 |
| Figure III-8 : Test de résistance à l'acétone pour le cas du système. | 48 |
| Figure III-9 : Test de résistance à l'acide chlorhydrique pour le cas du primaire. | 48 |
| Figure III-10 : Test de résistance à l'acide chlorhydrique pour le cas du système. | 49 |
| Figure III-11 : Test de résistance à l'acide sulfurique pour le cas du primaire. | 49 |
| Figure III-12 : Test de résistance à l'acide sulfurique pour le cas du primaire. | 49 |
| Figure III-13 : Test de résistance à la soude pour le cas du primaire. | 50 |
| Figure III-14 : Test de résistance à la soude pour le cas du système. | 50 |

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Chapitre II : Matériel et méthodes

| | |
|---|----|
| Tableau II-1 : Quantité appropriée de pigment. | 25 |
| Tableau II-2 : Dispersibilité des pigments et des charges. | 27 |
| Tableau II-3 : Produits utilisés pour la fabrication du "GALZINEPOX Gris". | 31 |
| Tableau II-4 : Produits utilisés pour la fabrication d'"EPOXAMIDE Brun Rouge". | 32 |

Chapitre III : Résultats et discussions

| | |
|--|----|
| Tableau III-1: Densité et viscosité de la résine époxy..... | 41 |
| Tableau III-2 : Densité et viscosité d'additif anti-déposant. | 41 |
| Tableau III-3 : Densité d'agent mouillant. | 41 |
| Tableau III-4 : Contrôle de qualité de pigment anticorrosion. | 42 |
| Tableau III-5 : Contrôle qualité d'xylène. | 42 |
| Tableau III-6 : Densité, viscosité du durcisseur. | 42 |
| Tableau III-7 : Contrôle qualité de la résine époxy. | 42 |
| Tableau III-8 : Densité et indice de réfraction de plastifiant. | 43 |
| Tableau III-9 : Contrôle de qualité de l'agent d'étalement. | 43 |
| Tableau III-10 : Contrôle qualité d'oxyde de fer. | 43 |
| Tableau III-11 : Contrôle de qualité du durcisseur..... | 43 |
| Tableau III-12 : Contrôle de qualité du "GALZINEPOX Gris"..... | 44 |
| Tableau III-13 : Contrôle qualité du "EPOXAMIDE Brun Rouge"..... | 45 |
| Tableau III-14 : Résultats d'adhérence. | 46 |
| Tableau III-15 : Résultats du contrôle de dureté. | 46 |

Introduction générale

Introduction générale

Le secteur de fabrication des peintures est un secteur très important dans le tissu industriel national, il fait partie des secteurs stratégiques pour le développement économique et social de notre pays. Il est indispensable car la peinture est toujours utilisée dans des activités industrielles diverses comme le transport terrestre (automobile, camion, train...) d'autres activités générales (ameublements, machinerie, industrie aéronautique...) et aussi dans le secteur architectural (peinture intérieur et extérieur) [1].

Une peinture est une préparation fluide joue un rôle protecteur et/ou décoratif. Généralement, elle est composée d'un pigment auquel sont ajoutés un liant, un diluant et éventuellement d'autres éléments. Ces trois derniers spécifient la qualité et l'utilisation de notre peinture. Selon les composants de la peinture on peut distinguer deux types : la peinture en phase aqueuse et la peinture en phase solvant tels que la peinture époxydique.

La peinture époxydique est une peinture à base de solvant particulièrement résistante et durable utilisé aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur sur des types de support très variés (béton, pierre, carrelage, bois métal...). Elle est composée d'une base, faite d'un liant polymère époxy et un durcisseur, qui est un composant chimique agissant avec la résine afin de donner une structure extrêmement dure [2].

La peinture époxy pour métal est très utilisée pour l'application marine de par sa grande résistance face à l'agressive atmosphère marine. Elle offre une protection anticorrosive idéale pour les métaux ferreux et apporte une bonne tenue en contact avec l'eau salée.

Une belle surface est le résultat d'un processus de peinture parfait. Des contrôles de qualité ont lieu à différents moments du procédé. La réalisation des contrôles des matières premières avant la fabrication des peintures est nécessaire pour assurer qu'elles sont accord avec les exigences qualité. Les différents types de contrôle des produits finis (densité, viscosité, extrait sec, résistances aux produits chimiques et mécaniques...etc), permettent de fournir des produits répondant aux attentes des clients. En effet, l'intégration du système qualité permet d'atteindre la qualité du produit et de service souhaitée.

Alors, notre travail est basé sur :

1. Le contrôle des différentes matières premières nécessaires pour la fabrication de deux peintures époxydiques :
 - Peinture anticorrosion (*GALZINEPOX Gris*) ;
 - Peinture de finition (*EPOXAMIDE Brun Rouge*) ;
2. La formulation de deux peintures au niveau de laboratoire de l'entreprise ;
3. Le contrôle qualité de la conformité des produits (densité, viscosité, extrait sec, séchage...etc) ;
4. Appliquer la peinture sous forme d'un système protecteur par peinture contient deux couches (couche primaire anticorrosion et une couche de finition), puis contrôler sa résistance aux produits chimiques et mécaniques. Ensuite, les comparer aux résultats d'une application mono couche anticorrosion.

Les deux cas qui feront l'objet de cette étude sont :

- Cas d'une couche primaire : anticorrosion "*GALZINEPOX Gris*".
- Cas d'un système protecteur :
 - Couche anticorrosion : "*GALZINEPOX Gris*".
 - Couche de finition : "*EPOXAMIDE Brun Rouge*".

Ce document est organisé en trois parties durant la réalisation d'un stage de quatre mois au sein de l'Entreprise Nationale des Peintures de Souk-Ahras. La première est une revue bibliographique sur l'entreprise nationale des peintures de Souk-Ahras, des généralités sur les peintures et les résines époxydiques. La partie suivante sera sur les matériels et méthodes appliquées pour la formulation et le contrôle des peintures, dans la dernière, on trouve les résultats et les discussions des deux expériences. Enfin, on a focalisé par une conclusion générale qui comporte l'essentiel de notre travail.

Chapitre I

Etude bibliographique

Chapitre I : Etude bibliographique

I.1. Présentation de l'entreprise

I.1.1. Historique [3]

L'Entreprise Nationale des Peintures (ENAP), est une entreprise publique économique qui a pour métier de base la production des revêtements organiques (peintures, vernis, résines, émulsions, siccatifs et colles).

L'ENAP est composée de six (06) unités de production implantées sur le territoire national :

- Unité de production LAKHDARIA ;
- Unité de production OUAD SMAR ;
- Unité de production CHERAGUA ;
- Unité de production SIG ;
- Unité de production ORAN ;
- Unité de production SOUK-AHRAS ;



Figure I-1 : Logo de l'ENAP.

L'unité de Souk-Ahras SNIC (Société National des Industries Chimiques) dans le cadre du plan quadriennal. Les travaux de cette unité ont débuté en 1979 et sa mise en exploitation a eu lieu en 1985, transférée à l'Entreprise National des Peintures (ENAP) en 1982. L'ENAP est devenu autonome le 1^{er} avril 1990.

I.1.2. Situation géographique [4]

L'unité a été implantée dans une zone agricole, à 3 Km de la ville de Souk-Ahras, à 90 Km de l'aéroport d'Annaba et à 100 Km du port. Elle a pour avantage la facilité d'écoulement des produits par terre et mer et voie ferroviaire.



Figure I-2 : Situation géographique de l'unité.

I.1.3. Identification de l'unité [4]

- Dénomination sociale et statut : unité de production de Souk – Ahras ;
- Capital social : le montant du capital est fixé 64 millions de DA ;
- Raison sociale : la recherche, le développement et la production des peintures, vernis, émulsion, résines, colles, siccatifs et dérivés ;
- Superficie totale de l'unité : 120000 m³ dont superficie couverte 26,641 m².
- Nature fluide du terrain de l'unité de l'ENAP ;
- Certification ISO9001 / 2015 : certifiée depuis 2003.

I.1.4. Plan d'organisation des départements de l'unité [4]

L'ENAP de Souk-Ahras se compose de cinq (05) grands départements :

❖ Département laboratoire :

- ◆ Contrôle des matières premières avant l'utilisation et durant le stockage ;
- ◆ Suivi et contrôle journalier des produits finis ;
- ◆ Formulation et développement des produits finis.

❖ Département production :

- ◆ Fabrication des résines ;
- ◆ Production des peintures (blanches et teintées).

❖ Département commerciale :

- ◆ Vente, gestion des stocks et matières premières avant l'utilisation ;
- ◆ Vérification des réceptions ;
- ◆ Suivi les dossiers d'achat jusqu'à l'obtention des chèques.

❖ Département maintenance :

- ◆ Comprend le service transport maintenance et le bureau de méthodes.

❖ Services personnels et sécurité :

- ◆ Chargé de veiller sur la sécurité de l'unité et hygiène dans le poste de travail et la prévention contre les risques d'accidents de personnel et les maladies professionnelles.

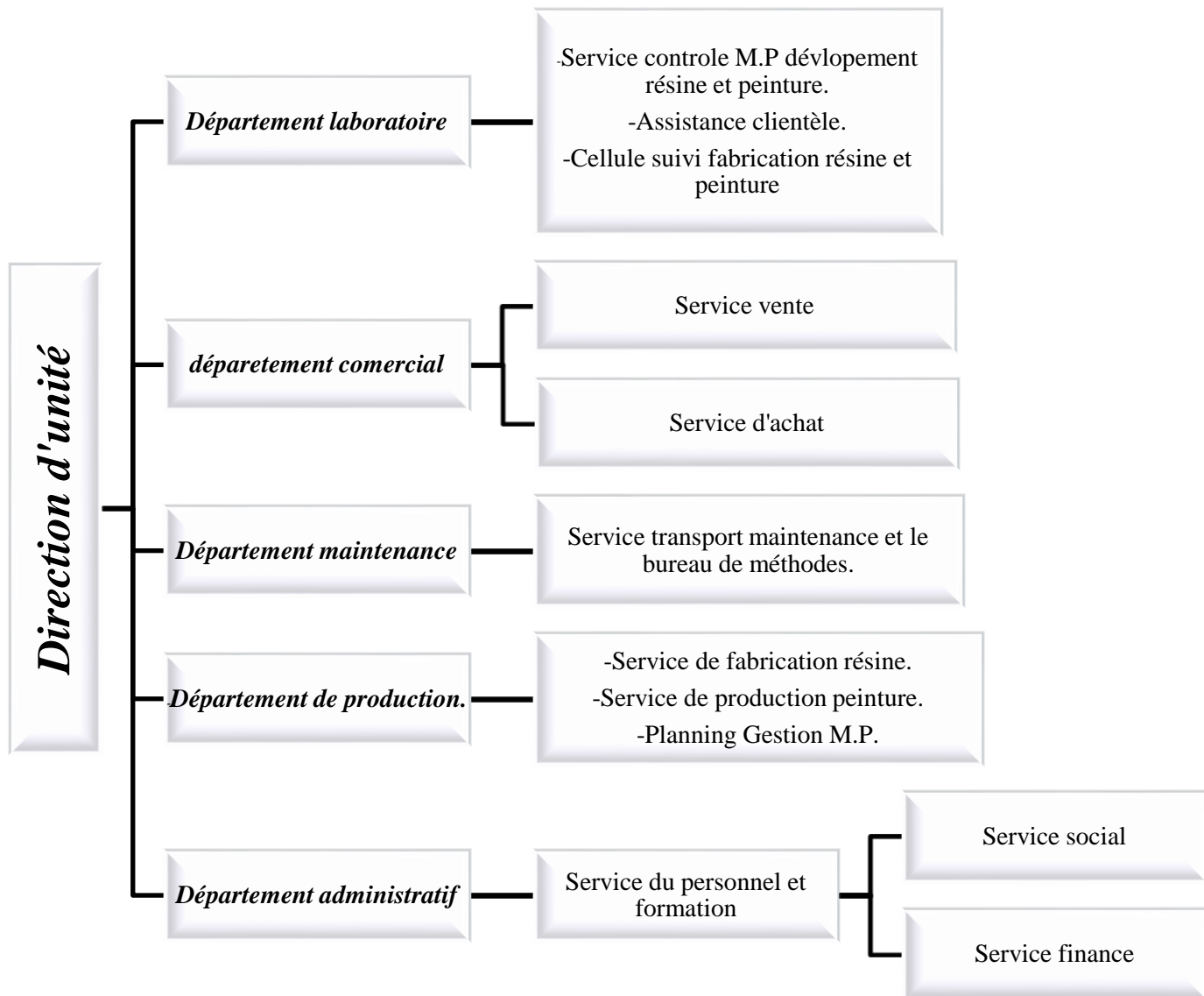


Figure I-3 : Organigramme de l'unité.

I.1.5. Activités de l'unité [4]

Fabrication des peintures, vernis, colles et semi-fini.

- Segments des semi-fini : émulsions, résines alkydes et siccatifs ;
- Segments des peintures : bâtiments, industries, carrosseries ;
- Segments des vernis : vernis à base d'eau et vernis de solvant ;
- Segments diluants, encres et colles.

I.2. Généralités sur la peinture

I.2.1. Historique [5]

L'art de peindre remonte aux débuts de la civilisation : décors rituels, à l'origine inscrits dans les profondeurs des cavernes. Les peintures murales étaient réalisées simplement par un mélange de poudres colorantes (ocre naturel ou noir de charbon), amalgamées à l'eau, et qui finissaient par s'incorporer à la pierre calcaire.

Au début des temps historiques, quelque 4 000 ans avant notre ère, c'est en Égypte que les premiers progrès dans le domaine des liants ont été réalisés pour l'amélioration de qualité de la peinture ; en ce temps, les liants étaient à base de jus de figue, de miel, puis d'encaustique.

La peinture à l'œuf commença à être utilisée de manière courante au début de l'ère chrétienne, et elle conserve son succès pendant des siècles.

Les artistes du Moyen Age, puis certains peintres de la Renaissance (Mantegna, Raphaël, et même plus tard Rubens) ont eu recours au liant à l'œuf, qui a prouvé l'excellence de la conservation de ses qualités, au long des siècles.

Depuis, la production et l'utilisation de la peinture sont restées du domaine de l'art. Ce n'est qu'à la fin du dix-huitième siècle que la fabrication de la peinture est devenue une nouvelle branche d'activité sociale.

Au cours des dix-huitièmes et dix-neuvième siècle, on enregistre de sensationnelles découvertes intéressantes sur les matières premières essentielles pour la fabrication des peintures, cela grâce aux travaux de nombreux chercheurs tels que Berthelot.

I.2.2. Définition [6]

Une peinture est une préparation fluide qui peut s'étaler en couche mince sur différents supports pour former par évaporation d'un solvant un feuil adhérent, résistant, opaque, blanc ou coloré. La peinture est caractérisée par :

- **La couleur** : est le principal critère esthétique.
- **L'opacité** : est liée à la présence de pigments.

- **L'aspect** : cette surface se comporte de différentes façons avec la lumière, elle peut être brillante (la surface réfléchit la lumière), mate ou satinée (la surface diffuse la lumière).



Figure I-4: Pots de peinture.

I.2.3. Composition de la peinture

I.2.3.1. Liant (la résine) [7]

Il lie les particules de pigments et les charges en un film uniforme et continu qui lui permet d'adhérer à la surface. En principe, tout ce qui colle peut être utilisé comme liant. Le terme « peinture » est toujours suivi de la désignation chimique du liant utilisé. Par exemple, une peinture au latex utilise le latex comme liant. La nature et la quantité de liant déterminent la plupart des propriétés solubilité, dureté, rétention du couleur, souplesse et durabilité. La quantité de ces produits dans les peintures est variable mais généralement se situe entre 20 et 35 % du poids total.

On distingue différents types de résines selon leur composition. Parmi ces types on a :

↳ L'époxy [8] :

C'est une combinaison de molécules chimiques. Cette substance présente une grande rigidité ainsi qu'une bonne résistance. De ce fait, elle convient parfaitement à un usage intensif et démontre une grande facilité d'installation.



Figure I-5 : Résine époxy.

↳ **Le polyuréthane [8] :**

Est une résine composée de molécules organiques. Elle se caractérise par sa souplesse accrue par rapport à l'époxy. De plus, ce revêtement présente une résistance remarquable aux chocs ainsi qu'aux changements de température.



Figure I-6 : Résine polyuréthane.

↳ **Les résines polyesters [9] :**

Ce sont des matières plastiques thermodurcissables disposant de deux avantages significatifs : facilité de mise en œuvre et faible cout de fabrication. La résine polyester est un liquide ayant sensiblement la même fluidité que l'huile de ricin, sa couleur varie à un léger jaune.



Figure I-7 : Résine polyester.

↳ **La résine alkyde [10] :**

Résine synthétique est obtenue par la réaction chimique de l'acide gras, du polyalcool, du polyacide et de différentes l'huiles sélectionnées. Les principaux domaines d'utilisation sont dans l'anticorrosion, la métallerie, le bâtiment ou l'industrie par exemple.

L'alkyde fait partie d'une grande famille de résine générique. En effet, les résines glycéros, glycérophtaliques, alkydes uréthanes, alkydes silicones ou alkydes hydrodiluable sont des sous familles de ce liant. Elles s'utilisent principalement pour les primaires, les apprêts, les impressions ou les finitions.



Figure I-8 : Résine alkyde.

↳ **Résine acrylique [10] :**

Elle se présente sous la forme d'une résine synthétique. Elle résulte d'une polymérisation de différents monomères avec d'autres monomères à base d'acryliques. Cependant, ils peuvent ne pas être exactement les mêmes.

Une résine acrylique se rencontre sous forme d'émulsion dans de l'eau pour les peintures en phase aqueuse. On la retrouve aussi sous forme de solution dans du solvant pour les peintures en phase solvant. Cependant, on évolue de plus en plus vers des revêtements à base d'eau pour une meilleure protection de l'environnement.



Figure I-9 : Résine acrylique.

↳ **Résine vinylique [10] :**

Famille de résine synthétique généralement utilisée dans le bâtiment ou l'industrie. Elle comporte de nombreuses variétés de résines copolymères. Elle forme une classe importante de liants filmogènes dans le milieu de la peinture.

Ces liants se présentent le plus souvent sous la forme d'une suspension aqueuse de polymères ou de copolymères vinyliques. Ils sont généralement d'une couleur blanche souvent laiteuse. Ils sont plus ou moins visqueux selon leur provenance.



Figure I-10 : Résine vinylique.

I.2.3.2. Pigment [11]

C'est une substance sèche, colorée qui se présente en poudre fine insoluble dans le liant ou le solvant, qui confère à la peinture sa couleur, son opacité et souvent son degré de lustre. On distingue trois (03) types de pigments :

- Pigment organique (oxyde de fer rouge) ;
- Le pigment minéral (vert phtalocyanine) ;
- Le pigment métallique (poussière de zinc).



Figure I-11: Pigments.

I.2.3.3. Charge [11]

Les charges minérales sont des substances généralement d'origine naturelle, insolubles dans le milieu de suspension. Elles se présentent sous forme de poudres fines de substances inertes sans pouvoir colorant propre, mais de nuance généralement blanche ou gris.

Les charges minérales sont incorporées dans les peintures dans le but d'obtenir certaines propriétés et pour de nombreuses raisons :

- Augmentation de la densité de la peinture ;
- Modification de la rhéologie de la peinture en pot, en général accroissement de la viscosité apparente ;
- Réduction de la tendance des pigments à sédimenter au stockage ;
- Renforcement de la résistance mécanique et chimique du feuil peinture.



Figure I-12: Charges (silice).

I.2.3.4. Solvants [12]

Le solvant est une substance importante dans la formulation et la fabrication des peintures. Notamment pour le réglage de sa viscosité de telle sorte que son application est adéquate. Les solvants sont aussi des composées qui servent à solubiliser le liant polymère (résines) et pour faciliter l'étalement sur le support. Après leur utilisation, ils sont éliminés du film par évaporation pendant le séchage. A l'exception de l'eau, les solvants sont aussi appelés composés organiques volatils (COV).



Figure I-13: Solvant (White spirit).

I.2.3.5. Additifs [13]

Sous le nom d'additifs, également appelés adjuvants, on désigne des produits de nature chimique très variée qui peut être liant, pigment, charge ou solvant et dont l'addition aux peintures en petites proportions (parfois même à dose homéopathique- infinitésimale, moins de 1% du poids total de la peinture) leur donne une propriété supplémentaire et spécifique de l'additif considéré. Ils maintiennent notamment l'homogénéité et la stabilité de la peinture.

Les principaux additifs utilisés sont : les antioxydants, siccatifs, agents de tension, agents dispersants, agents épaississants ou anti-déposants, agents thixotropiques, agents fongicides, agents antisalissure. Leur action intervient à toutes les étapes de la fabrication et de l'emploi de la peinture :

- Fabrication : agents mouillants, dispersants, anti mousses ;
- Produit en pot : agents épaississants, anti sédiments, anti-peaux ;
- Formation du feuil : agents de tension, modificateurs de rhéologie, anti-flottation ;
- Séchage : siccatifs, catalyseurs, agents de coalescence.
- Feuil sec : absorbeurs UV, fongicides.



Figure I-14: Agent mouillant (stéarate d'aluminium).

I.2.4. Types de peinture [14]

I.2.4.1. Peinture en phase aqueuse

Comme leur nom l'indique, ces produits sont fabriqués avec de l'eau. Elles sèchent en générale rapidement, ne sentent pas beaucoup et elles ont tendance à être moins nuisible à l'environnement. Une peinture à l'eau contient des résines, des liants, des pigments, des charges, des antigels et des siccatifs. Tous ces constituants sont indispensables pour obtenir une bonne fabrication. Cependant, d'autres molécules dans la formulation sont loin d'être

complètement anodines pour les êtres vivants. Il est donc important de prendre toutes les précautions nécessaires. Alors qu'elles se sont depuis longtemps établies comme peintures d'intérieur pour les murs et les plafonds. Aujourd'hui, les progrès technologiques montrent que les produits à base d'eau conviennent également de plus en plus pour les surfaces en bois et les substrats métalliques. On distingue deux (02) types :

↳ **Peinture acrylique**

La peinture acrylique, autrefois appelée peinture à l'eau, est la plus courante des peintures à base aqueuses. Elle se compose d'un mélange de pigments liés par une résine acrylique, à laquelle elle doit son nom.

La peinture acrylique quasiment sans odeur, elle est utilisable en intérieur comme en extérieur, facile à appliquer. La peinture acrylique sèche rapidement et ne jaunit pas au fil du temps, d'un bon pouvoir couvrant et résistant à l'humidité. Elle laisse cependant le support respirer. Le nettoyage des outils est également facilité puisqu'il suffit de les rincer à l'eau. Enfin, la peinture acrylique est réputée moins toxique que les peintures à l'huile.

↳ **Peinture vinylique**

Elle est moins utilisée que la peinture acrylique, la peinture vinylique est composée d'un mélange d'acétate et de vinyle. Offrant des caractéristiques proches de celle d'une peinture à l'huile, elle n'en reste pas moins une peinture à l'eau, avec des avantages de cette dernière.

La peinture vinylique est élastique, très adhérente et dotée d'un fort pouvoir couvrant, elle s'utilise en intérieur comme en extérieur. Parfaite pour des peintures décoratives et à effets lorsqu'elle est mélangée à d'autres composants, la peinture vinylique constitue également une très bonne sous-couche pour les fonds poreux, à condition toutefois que ces derniers soient secs à cœur. Elle est facile à appliquer, sèche rapidement et reste peu onéreuse.

I.2.4.2. Peinture en phase solvant

Un revêtement solvanté contient principalement des résines, des liants, des pigments, des charges et des additifs. La nature de sa formulation entraîne un point éclair relativement bas. Elle est ainsi très facilement inflammable. Elle reste donc nocive pour la santé par contact cutané ou par inhalation.

La peinture au solvant que l'on peut diluer avec une matière organique comme un diluant synthétique, cellulosique. Le matériel utilisé pour l'application de ce type de peinture se nettoie avec le même solvant que celui utilisé pour la mise en œuvre.

On trouve trois types (03) de peintures en phase solvant :

↳ **Peinture glycérophtalique (alkyde)**

Autrefois appelée peinture à l'huile, la peinture glycéro est comme son nom l'indique, une peinture contenant une résine glycérophtalique faisant office de liant. C'est une peinture en phase solvant.

La peinture glycéro se sèche par évaporation des solvants organiques qu'elle contient et par oxydation de son liant, contrairement à la peinture à l'eau, qui se sèche par évaporation de l'eau. Elle compte de nombreux atouts, elle est particulièrement couvrante et offre un joli aspect tendu. Résistante aux chocs comme à l'humidité et aux intempéries, elle a longtemps été considérée comme idéale pour les pièces humides. Elle offre également de très beaux effets laqués, elle est de moins en moins utilisée, principalement en raison de sa toxicité (contient des composés organiques volatils (COV) nocifs pour l'homme et l'environnement).

↳ **Peinture époxy**

La peinture époxy est composée d'une base et d'un durcisseur. La base est un liant polymère époxy qui réagit en contact avec le durcisseur.

Les peintures époxy permettent la rénovation et la protection des surfaces formant un revêtement résistant aux trafics. Elles possèdent une bonne adhérence aux supports poreux tels que le ciment, le béton, la pierre.... Elles sont destinées aux surfaces soumises à des passages intenses tels que les sols industriels, atelier...

↳ **Peinture polyuréthane**

Dans la catégorie des peintures à l'huile, la peinture polyuréthane est souvent employée pour les sols, contrairement aux peintures glycérophtaliques.

Résistante comme les époxy, elle trouve sa place en intérieur sur les sols béton ou carrelages mais aussi sur tous types de support même en extérieur.

Les peintures polyuréthanes entrent dans la composition des peintures mixtes. Elles sont, par exemple, combinées avec des alkydes ou des acryliques mais pas avec les vinyliques.

I.2.5. Processus de fabrication de la peinture [15]

Le processus de fabrication d'une peinture passe par plusieurs étapes après sa formulation :

1) Empattage (mouillage)

Le mouillage consiste en la pénétration du liant dans les interstices des agglomérats de pigment avec déplacement de l'air absorbé, il s'agit donc de remplacer l'interface solide/air par l'interface solide/milieu de dispersion. Cette méthode est facilitée par l'emploi d'agent mouillant.

2) Broyage (dispersion)

Ce premier mouillage reste insuffisant, il doit être complété par le broyage, qui consiste en la séparation mécanique des gros agglomérats des plus petits dispersés dans le liant. Cette opération est réalisée par les forces de cisaillement transmises par les microbilles du broyeur ou le tri-cylindre. Ainsi, un broyage correct confère des propriétés optimales pour la peinture : pouvoir couvrant, teinte, brillance, propriétés mécaniques, stabilité...etc.

3) Dilution

Elle consiste en l'addition sous agitation du complément de la formule (résines, solvants et additifs), pour stabiliser la dispersion et développer certaines propriétés telles que l'étalement, le séchage, la résistivité...etc. Après dilution, les paramètres communs et spécifiques à chaque peinture sont contrôlés pour conformité ou correction de qualité. Les paramètres contrôlés sont généralement : la viscosité, la finesse, la densité, l'adhérence, le rendement et l'épaisseur du film sec.

4) Mise à la teinte

En fonction des étalons de teinte à réaliser, le coloriste intervient après la phase de dilution pour contrôler la teinte et la corriger éventuellement. Les teintes sont réalisées soit :

- Par broyage : Tous les pigments sont dans une même formule comme le dioxyde de titane, l'oxyde de fer jaune, le noir de carbone entre autres. Cette méthode nécessite la plupart du temps des corrections de teinte.
- Par mélange de teintes de bases rayées séparément à l'exemple des bases polyuréthanes bleus, le noir oxyde jaune etc.

5) Filtration

Après l'opération de dilution, les produits finis ont généralement besoin d'être filtrés afin d'éliminer les impuretés éventuelles (peau, grumeaux etc.). On utilise, pour cette opération des tamis, des filtres à cartouches ou des poches.

6) Conditionnement

Les produits contrôlés conformes aux normes sont conditionnés manuellement, sur des conditionneuses pondérales ou volumétriques dans divers emballages tels que : fûts, bidons, boîtes etc. Les produits sont ensuite stockés dans le magasin de produits finis en vue de leur expédition vers les clients.

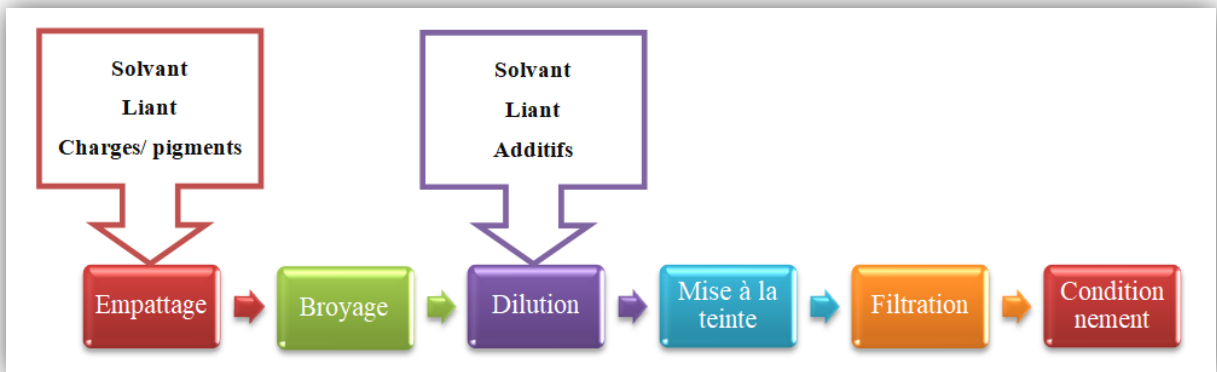


Figure I-15: Processus de fabrication d'une peinture.

I.2.6. Système de protection par les peintures [16]

Un système de protection par les peintures est généralement constitué de plusieurs couches qui ont chacune un but bien précis. Il se compose d'un primaire, d'une couche ou plusieurs couches intermédiaires et d'une couche de finition, comme suit (figure I-16).

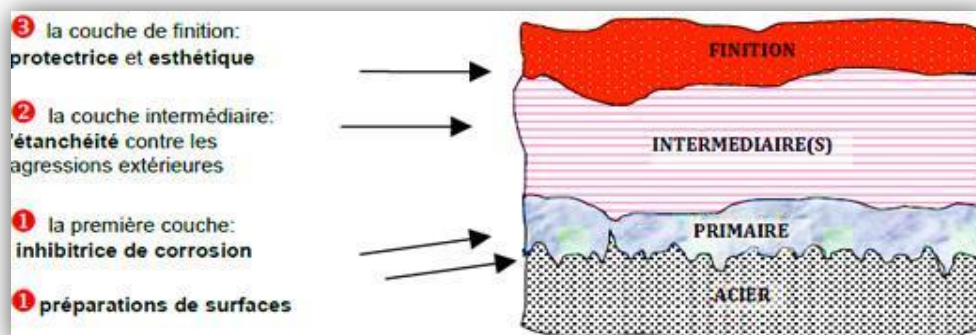


Figure I-16 : Système de protection par peintures.

a. Couche de primaire :

Un primaire assure l'adhésion avec le métal, le lien avec la couche immédiatement supérieure qui est chargée de la fonction protectrice principale et la couche de finition qui remplit souvent un rôle esthétique. Un primaire assure aussi la mouillabilité au support et possède souvent des propriétés d'inhibition aux endroits où la couche se détériore afin de limiter la propagation de la dégradation. Les primaires destinés au traitement des surfaces métalliques sont habituellement formulés pour inhiber la corrosion. Il y a deux types de base de primaires :

- Des primaires pigmentés avec des éléments métalliques anodiques à l'acier. Lorsque le revêtement est endommagé et que le substrat en acier est exposé, le pigment se comporte comme une anode sacrificielle et ceci jusqu' à son épuisement.
- Les primaires à base de zinc (40 à 80 % de zinc) sont les plus utilisés. Des primaires ayant une bonne adhérence et des propriétés de résistance chimique élevées et dont le genre type est l'époxy à deux composantes. L'adhérence nécessaire est obtenue seulement sur une surface complètement nettoyée. Ces primaires peuvent contenir des pigments inhibiteurs de corrosion. Le phosphate de zinc est largement répandu dans des formulations modernes de primaires.

b. Couches intermédiaires :

Ce sont des couches d'étanchéité qui protègent le primaire contre un accès d'eau, d'oxygène et d'ions. Elles sont placées entre la couche du primaire et la couche de finition. Les couches intermédiaires sont appliquées pour donner une épaisseur finale au film du système. Certaines couches minces dites d'accrochage sont parfois nécessaires quand les différentes couches d'un système ne sont pas compatibles. Plusieurs couches garantissent l'absence de défauts. Il faut noter que ces couches doivent rester compatibles avec la couche de finition.

c. Couche de finition :

C'est la dernière couche d'un système de peinture, tout en complétant l'étanchéité. Elle a plusieurs avantages : forte résistance aux chocs mécaniques, thermiques, abrasions, attaques chimiques ou physique (hydrocarbures, solvants), aspect décoratif.

I.3. Généralités sur les résines époxydiques

Une résine est un polymère solide ou très visqueux de source végétale ou synthétique qui a pour but de fabriquer des matières plastiques, textiles, peintures (liquides ou en poudre), adhésifs, vernis, mousses de polymère. Elle est personnalisée par sa grande élasticité qui assure la résistance impeccable aux chocs, elle peut être thermoplastique ou thermodurcissable.

Les résines époxydiques appartiennent à la famille des matériaux composites. Elle a été découverte peu avant la deuxième guerre mondiale par un dentiste suisse qui a vendu son brevet à la firme bâloise Ciba [17].

I.3.1. Résines époxydiques [17]

I.3.1.1. Définition

La résine époxy est un composé contenant des groupes époxydiques susceptibles de réagir avec un durcisseur pour donner un film de peinture très résistant. Les résines époxy sont des résines thermodurcissables présentant de bonnes propriétés mécaniques et chimiques.

Le terme exact est résine poly-époxyde mais on admet de parler d'époxyde. Pourtant, on parle couramment d'époxy par abus de langage. Un revêtement époxy possède deux composants principaux qui sont une base et un durcisseur. Il faut bien sur les incorporer très soigneusement.

Une résine époxy est généralement de couleur transparente. Par contre, le durcisseur a une couleur ambrée. Ce liant se caractérise par sa tenue, sa durabilité et sa solidité. On l'utilise donc fréquemment pour recouvrir des surfaces en béton telles que les sols de garage, d'atelier ou d'usine.

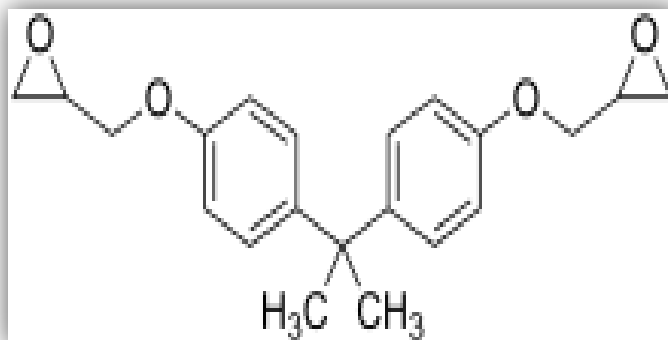


Figure I-17 : Poly-époxyde.

I.3.1.2. Propriétés des résines époxydiques

Matières plastiques thermodurcissables très utilisées à cause de leurs exceptionnelles qualités mécaniques et chimiques.

- ◆ Solidité ;
- ◆ Élasticité ;
- ◆ Résistance aux produits chimiques ;
- ◆ Adhésivité ;
- ◆ Qualité d'isolant électrique ;
- ◆ Produit très apprécié avec de multiples possibilités d'utilisation.

I.3.1.3. Avantages des époxy par rapport aux autres résines

Les résines époxy sont importantes et recherchées en raison de caractéristiques uniques par rapport aux autres polymères, qui sont :

- ◆ L'adhésion excellente et rapide ;
- ◆ Faible contraction ;
- ◆ Force physique et la résistance ;
- ◆ Bonnes propriétés électriques ;
- ◆ Excellente résistance chimique ;
- ◆ Absence de résidu volatil pendant l'application.

I.3.1.4. Emploi des résines époxydiques

Elles entrent dans la composition de :

- ◆ Peintures (peinture pour béton, peinture marine anticorrosion, peinture automobile) ;
- ◆ Vernis ;
- ◆ Matériau et produit de collage (Araldite, Epitoke) ;
- ◆ Ciments imperméables et d'enduits ;
- ◆ Fabrication de stratifiés dans l'industrie aéronautique ;
- ◆ L'enrobage des circuits électroniques ou électriques ;
- ◆ La fabrication de moules et de noyaux de fonderie ;
- ◆ De matériaux stratifiés ;
- ◆ La fabrication de planche à voile, de skis ou de bateaux de plaisance à hautes performances.

I.3.2. Durcisseurs [18]

I.3.2.1. Définition

Le durcisseur est le second composant de la peinture. Sa composition chimique dépend de la nature du film souhaité. Il s'agit d'une solution de résine dans un mélange de solvants.

Les prépolymères époxy sont susceptibles de réagir avec un certain nombre de composés par ouverture de groupe oxirane ou par réaction avec le groupe hydroxyle.

Il existe plusieurs types de durcisseurs dont les plus utilisés sont les amines primaires et secondaires, les acides organiques et les composés soufrés. Leur choix détermine le type de liaisons formées et le degré de réticulation. Ils influent sur la vitesse de réaction et la température de transition vitreuse. De cette façon ; ils agissent directement sur la résistance chimique et les propriétés mécaniques du réseau époxy.

I.3.2.2. Types de durcisseur Epoxy

Parmi les produits susceptibles de réagir à température ambiante sur les résines d'époxyde, ceux qui contiennent des hydrogènes aminés occupent une place forte importante. Toutefois, si ce choix est souvent déterminé par des questions économiques (prix, disponibilités) ou techniques (installations de fabrication, main-d'œuvre qualifiée pour la mise en œuvre), il n'en reste pas moins qu'une seule application finale envisagée, donc les performances chimiques requises, devra guider l'utilisateur dans son choix. Deux catégories de durcisseurs sont cependant plus spécialement utilisées :

❖ Les amines :

Ethylène diamine (EDA), di-éthylène tri-amine (DETA) ou tri-éthylène tétra-amine (TETA). Ces durcisseurs sont les plus anciens utilisés pour le durcissement des résines d'époxyde. Cependant, ils présentent des inconvénients de mise en œuvre tels que forte réactivité, disproportion des emballages, odeur, durée de vie en pot courte, qui leur font préférer les polyamides.

❖ Les polyamides :

Ces produits sont proviennent de la réaction de condensation entre un acide gras et une amine. Ce type de durcisseur donne aux revêtements des propriétés de souplesse et résistance à l'eau.

Chapitre II

Matériels et méthodes

Chapitre II : Matériel et méthodes

L'utilisation des revêtements organiques protecteurs est une méthode utilisée pour l'amélioration de la durabilité et la résistance à la corrosion des structures métalliques. Les films des peintures constituent une couche isolante entre la surface du métal et l'environnement agressif.

En pratique, les films présentent des défauts (trous, rayures) par lesquels les espèces agressives pénètrent jusqu' au métal où la corrosion s'initie. Les processus de corrosion sous le revêtement organique sont complexes et dépendent de plusieurs paramètres comme, par exemple, les propriétés intrinsèques de la peinture, les constituants du revêtement (pigments, résines, mélange de solvants, additifs), et de l'interface métal/peinture en termes d'adhérence (rugosité de la surface ...).

Notre travail est basé sur deux parties essentielles :

1. Contrôle des matières premières : cette opération est nécessaire destinée à déterminer avec des moyens appropriés, si les matières premières sont conformes ou non aux normes, pour assurer la qualité du produits finis.
2. Formulation et contrôle d'un système protecteur par peintures contient deux (02) couches :
 - Couche primaire "*GALZINEPOX Gris*" : est une peinture époxydiques riche en zinc utilisé comme sous couche anticorrosion bio-composant pour structures en acier, en ambiances marine et industrielle. Elle est caractérisée par une bonne résistance à la corrosion, bonne adhérence et le séchage rapide.
 - Couche de finition "*EPOXAMIDE Brun Rouge*" : peinture de finition à base d'époxy bio-composant, sans solvants utilisé pour les réservoirs en acier ou en béton. Le produit est homologué pour les stockages de produits alimentaires. Il a la propriété de résistance à la corrosion et une bonne adhérence.

II.1. Contrôle matières premières

II.1.1. Densité

C'est la détermination de la masse d'un volume de matière bien déterminé.

Appareillage :

- Balance de précision
- Pycnomètre 100



Figure II-1 : Pycnomètre.

Mode opératoire :

- ♦ Après avoir nettoyer et sécher le pycnomètre, la mesure de son poids vide m_0 est nécessaire.
- ♦ Verser une quantité et appuyer bien sur le couvercle.
- ♦ Nettoyer la surface et peser m_1 à T entre 20 et 25°C.

Pour déduire la densité on a :

$$d = \frac{\varphi_m}{\varphi_e} \quad (\text{II. 1})$$

d : Densité.

φ_m : Masse volumique de mélange (g/mL).

φ_e : Masse volumique de l'eau (g/mL).

$$\varphi \left(\frac{g}{mL} \right) = \frac{m_1 - m_0}{v} \quad (\text{II. 2})$$

v : Volume du pycnomètre.

II.1.2. Viscosité Brookfield

Cette méthode consiste à mesurer la viscosité en poises au moyen d'un viscosimètre Brookfield.

Appareillage :

- Viscosimètre Brookfield



Figure II-2 : Viscosimètre Brookfield.

Mode opératoire :

- ♦ Placer le mobile dans Brookfield et l'immerger dans le pot du produit qui a une température environ 20-25°C.
- ♦ Choisir la vitesse puis mettre le mobile en rotation.
- ♦ Après trois tours de l'aiguille, faire la lecture sur l'échelle et l'utilisation de la grille permet de déterminer la viscosité.

$$\vartheta(p_0) = \frac{\textit{lecture} \times \textit{fraction}}{100} \quad (\text{II. 3})$$

II.1.3. Indice de réfraction

Cette méthode consiste à déterminer l'indice de réfraction des matières premières à contrôler.

Appareillage :

- Réfractomètre



Figure II-3 : Réfractomètre type ABBE.

Mode opératoire :

- ♦ Étalonner l'appareil par l'eau distillée et nettoyer la lame de réfractométrie en utilisant le papier de Joseph ;
- ♦ Déposer quelques gouttes de fluide (solvant) sur la lame et régler le cercle de chambre sombre et claire à la moitié ;
- ♦ Effectuer la lecture en prenant compte la température environ 20-25°C.

II.1.4. Prise d'huile

Cette méthode consiste à déterminer la prise d'huile des pigments et des charges.

Appareillage :

- Burette de 10 cc graduée en 0,1 cc.
- Plaque de verre dépoli



Figure II-4 : Plaque de verre dépoli.

- Couteau à palette à lame biseautée

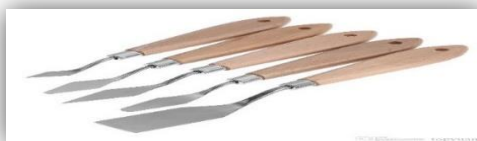


Figure II-5 : Couteau à palette à lame biseautée.

Mode opératoire :

- ♦ Peser une quantité appropriée de pigment à soumettre à l'essai correspondant à sa prise d'huile probable. Les valeurs de prise d'huile sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau II-1 : Quantité appropriée de pigment.

| Prise d'huile | Masse de la prise d'essai (g) |
|---------------|-------------------------------|
| Moins de 5 | 20 |
| 10 à 30 | 10 |
| 30 à 50 | 5 |
| 50 à 80 | 2 |
| Plus de 80 | 1 |

- ♦ Placer la prise d'essai sur la plaque, ajouter lentement l'huile de lin, à raison de quatre à cinq gouttes à la fois, au moyen d'une burette ;
- ♦ Après chaque addition, incorporer l'huile dans le pigment avec le couteau à palette et continuer d'ajouter l'huile à cette cadence jusqu'à la formation de conglomerats d'huile et de pigment ;
- ♦ A partir de ce moment, ajouter l'huile à raison d'une goutte à la fois et faire suivre chaque addition d'huile par une trituration énergique avec le couteau ;
- ♦ Cesser l'addition d'huile lorsqu'on obtient une pâte ferme et lisse. Cette pâte doit se laisser étendre sans craquelures ni formation de grumeaux.

La prise d'huile est calculée par la formule suivante :

$$PH = \frac{93 \times V_h}{m} \quad (\text{II. 4})$$

V_h : Volume en millilitres d'huile nécessaire ;

m : Masse en grammes de pigment utilisé ;

93 : Densité huile de lin x 100 (masse d'huile de lin).

II.1.5. Point d'éclair creuset fermé

Cette méthode consiste à déterminer le point d'éclair en vase clos des peintures, vernis, solvants et diluants.

Appareillage :

- Appareil point éclair creuset fermé



Figure II-6 : Appareil point éclair creuset fermé.

Mode opératoire :

- ♦ Introduire dans le creuset un échantillon de 2 mL ;
- ♦ Après environ 1 min, l'échantillon est à la température du creuset, puis actionner le curseur pour plonger la flamme à l'intérieur du creuset ;
- ♦ Si l'échantillon ne s'enflamme pas, tourner le potentiomètre sur la position de chauffage ;
- ♦ Vérifier l'inflammation tous les °C ;
- ♦ Dès qu'a lieu l'inflammation, on connaît le point d'éclair.

II.1.6. Dispersibilité

Cette méthode permet d'apprécier la facilité de dispersion d'un pigment ou d'une charge dans un milieu donné.

Appareillage :

- Balance de précision ;
- Boite 01 Kg ;
- Jauge de finesse North ;

▫ Disperseur



Figure II-7 : Disperseur.

Mode opératoire :

La méthode s'applique à tous les pigments et charges destinés à être utilisés par simple dispersion et ne nécessitant pas un broyage.

Les quantités de pigment ou charge et de liant à utiliser sont déterminées en fonction des pigments et charges à contrôler.

Tableau II-2 : Dispersibilité des pigments et des charges.

| Désignation | Quantité (g) | Quantité (g) |
|--------------------|--------------|--------------|
| Résine alkyde | 145 | 120 |
| Agent mouillant | - | 0.4 |
| Dioxyde de titane | 225 | 24 |
| Charge dispersible | - | 20 |

- ♦ Dans une boîte de 1 kg, introduire la quantité totale résine.
- ♦ Mettre en place la turbine du disperseur.
- ♦ Tourner à vitesse lente en incorporant le pigment ou la charge.
- ♦ Disperser à grande vitesse.
- ♦ Déterminer la finesse à la jauge North au bout de 5, 10 et 15 min de dispersion pour le dioxyde de titane.
- ♦ Déterminer la finesse à la jauge North au bout de 5, 10, 15 et 30 min de dispersion pour les autres pigments et charges.

Expression des résultats :

On considère :

- ✓ Le titane comme facilement dispersible si la finesse est de 8 à 9 au bout 15 min maximum.
- ✓ Le pigment comme facilement dispersible si la finesse est de 8 à 9 au bout 30 min maximum.
- ✓ La charge comme facilement dispersible si la finesse est de 6 à 7 au bout 30min maximum.
- ✓ La charge traitée comme facilement dispersible si la finesse est de 8-9 au bout de 30 min maximum.

II.1.7. Résistance température

Cette méthode consiste à déterminer la température maximale pour laquelle un pigment minéral ou organique ne présente aucune altération par rapport à l'échantillon témoin.

Appareillage :

- Balance de précision ;
- Etuve réglable de 25 à 300 °C ± 5 °C ;
- Coupelle en aluminium.

Mode opératoire :

- ♦ Dans une coupelle en aluminium (pour test < 200 °C) on pèse de 2 à 5 g de pigment que l'on soumet à une température donnée pendant un temps donné (température et temps sont indiqués dans les fiches techniques matières premières).
- ♦ On étale ensuite le produit sur une plaque de verre à côté de l'échantillon témoin (produits non soumis au test) et on note toute altération de l'aspect ou de la teinte.

II.1.8. Résistance aux solvants

Cette méthode permet à déterminer la solidité des pigments aux solvants.

Appareillage :

- Balance de précision ;
- Thermomètre ;

- Bécher ;
- Papier filtre.



Figure II-8 : Papier filtre.

- Echelle de gris.



Figure II-9 : Echelle de gris.

Mode opératoire :

- ♦ Placer 0,5 g de pigment à contrôler dans le creux d'un papier filtre plissé de faible porosité ;
- ♦ Puis, le plonger jusqu'à la moitié de sa hauteur dans 20 mL de solvant à 20°C ;
- ♦ Après 24 h, le papier est retiré et l'intensité de coloration du liquide est évaluée par comparaison à l'échelle de gris.

Expression des résultats :

Evaluation de la résistance aux solvants du pigment à tester doit se faire selon la cotation suivante :

- ✓ Indice 5 : aucune coloration (très bonne résistance aux solvants) ;
- ✓ Indice 4 : traces ;
- ✓ Indice 3 : faible coloration ;
- ✓ Indice 2 : nette coloration ;
- ✓ Indice 1 : forte coloration (mauvaise résistance aux solvants).

II.2. Fabrication des peintures époxydiques

II.2.1. Matériels

- Balance de précision



Figure II-10: Balance de précision.

- Thermomètre



Figure II-11 : Thermomètre.

- Agitateur



Figure II-12 : Agitateur.

II.2.2. Produits

Pour la fabrication du "GALZINEPOX Gris" on a utilisé :

- ♦ Résine époxy ;
- ♦ Additif anti-déposant ;
- ♦ Agent mouillant ;
- ♦ Pigment anticorrosion (poussière de zinc) ;
- ♦ Xylène ;
- ♦ Durcisseur (01) « résine époxy ».

Pour la fabrication du "EPOXAMIDE Brun Rouge" on a utilisé :

- ♦ Résine époxy ;
- ♦ Pigment "oxyde de fer" ;
- ♦ Plastifiant ;
- ♦ Agent d'étalement ;
- ♦ Durcisseur (02) « résine époxy ».

II.2.3. Méthodes

⇒ **Fabrication du "GALZINEPOX Gris" :**

Pour préparer 100 g d'une peinture "GALZINEPOX Gris" on utilise :

Tableau II-3 : Produits utilisés pour la fabrication du "GALZINEPOX Gris".

| Produits | Quantité (g) |
|---------------------------|--------------|
| Résine époxy | ≈ 10 |
| Additif anti-déposant | ≈ 6 |
| Additif -agent mouillant- | ≈ 6 |
| Pigment anticorrosion | ≈ 40 |
| Xylène | ≈ 38 |

□ Mode opératoire

- Tous d'abord, peser toutes les matières premières nécessaires à la formulation.
- Puis, dans un pot métallique introduire progressivement et sous agitation la résine époxy et le mélange des additifs.

- Après une agitation de 15 à 20 min, ajouter le pigment anticorrosion avec une quantité de solvant.
- Arrêter l'agitation tandis que la finesse est bonne.



Figure II-13 : Fabrication du "GALZINEPOX Gris".

⇒ **Fabrication du "EPOXAMIDE Brun Rouge" :**

Pour préparer 100 g d'une peinture "EPOXAMIDE Brun Rouge" on utilise :

Tableau II-4 : Produits utilisés pour la fabrication d'"EPOXAMIDE Brun Rouge".

| Produits | Quantité (g) |
|-----------------------------|--------------|
| Résine époxy | ≈ 40 |
| Additif –plastifiant- | ≈ 10 |
| Additif –agent d'étalement- | ≈ 10 |
| Oxyde de fer | ≈ 40 |

□ Mode opératoire

- Après la préparation des matières premières, introduire dans une boîte métallique la résine époxy et le pigment, "oxyde de fer rouge", mettre l'ensemble sous agitation modérée pendant 15 min.
- Ajouter les additifs et continuer l'agitation jusqu'à l'obtention d'une bonne finesse.

Remarque :

1. Avant l'application de la peinture il faut faire le mélange base + durcisseur :
 - "GALZINEPOX Gris" : mélange de base 97% ; durcisseur 03%.
 - "EPOXAMIDE Brun Rouge" : mélange de base 78% ; durcisseur 22%.
2. Après le mélange de ces deux composants, la viscosité de ces produits ne pose aucune difficulté à l'application, ils présentent une excellente adhérence aux subjectiles.

II.3. Contrôle qualité des produits finis

II.3.1. Extrait sec

C'est la détermination de la matière non-volatile, entrant dans la composition de la résine.

Appareillage :

- Coupelles à extrait sec en aluminium ou couvercles de boîtes 1/4.



Figure II-14 : Coupelle en aluminium.

- Etuve



Figure II-15 : Etuve.

- Dessiccateur



Figure II-16 : Dessiccateur.

Mode opératoire

- ◆ On pèse la coupelle vide soit m_1 , après on mesure environ 1.5 à 2 g de produit qu'on veut tester dans la coupelle soit m_2 .
- ◆ On met la coupelle dans une étuve thermostatique pendant environ 1h30 à 150°C, et après on la laisse refroidir dans le dessiccateur puis on pèse à nouveau la coupelle, soit m_3 .

$$ES = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100 \quad (\text{II. 3})$$

ES : extrait sec

II.3.2. Finesse

Appareillage :

- Jauge de finesse North.



Figure II-17 : Jauge de finesse North.

Mode opératoire

- ◆ Placer la jauge propre et sèche sur une surface plane et mettre un échantillon de la peinture à l'extrémité la plus profonde puis étaler à l'aide de la raclette en position inclinée sur la surface de Jauge North.
- ◆ Mettre le bloc à hauteur des yeux et déterminer le point de mesure pour lequel de grosses particules ou des traces sont visibles.

- ♦ L'échelle Hegman s'étend de 0 à 8. Plus la valeur Hegman est élevée, plus les particules ne sont petites.
 - 0 Hegman : taille de particule = 100 μm .
 - 4 Hegman : taille de particule = 50 μm .
 - 8 Hegman : taille de particule = 0 μm .

II.3.3. Séchage

Le film appliqué sur la plaque d'acier est laissé sécher à l'air libre pendant une certaine période de temps.

II.3.4. Epaisseur d'un film humide

Cette méthode consiste à déterminer l'épaisseur d'un film humide d'une peinture appliqué sur un support approprié.

Appareillage :

- Plaque d'acier.



Figure II-18 : Plaque en acier.

- Jauge d'épaisseur film humide



Figure II-19 : Jauge épaisseur film humide.

Mode opératoire :

- ♦ Appliquer, selon le mode d'application adéquat, la peinture ou le vernis sur le support approprié préalablement traité
- ♦ Relever aussitôt après l'épaisseur film humide comme suit :

- Effectuer en appliquant une légère pression de courts mouvements de la jauge d'épaisseur film humide.
- Soulever la jauge verticalement relevé l'épaisseur du film humide à la première dent mouillée.

II.3.5. Epaisseur d'un film sec

Cette méthode consiste à mesurer l'épaisseur d'un film sec de peinture.

Appareillage :

- Plaque d'acier.
- Jauge d'épaisseur magnétique.



Figure II-20 : Jauge d'épaisseur magnétique.

Mode opératoire :

- ♦ Tourner la molette dans le sens des aiguilles d'une montre et amener le chiffre 0 en face de l'index du cadran ;
- ♦ Appliquer la jauge d'épaisseur magnétique sur la surface du film sec ;
- ♦ Tourner la molette dans le sens contraire des aiguilles d'une montre jusqu'à la retombée du pôle qui est aussi caractérisé par un bruit sec provoqué par la détente du ressort intérieur ;
- ♦ Lire l'épaisseur film sec en microns sur le cadran de la jauge ;
- ♦ Refaire trois fois la mesure en trois endroits différents et faire la moyenne des lectures.

II.3.6. Résistance mécanique

□ Adhérence

Cette méthode permet de déterminer le comportement d'un film de peinture ou de vernis après incision en quadrillage.

Appareillage :

- Plaque en acier ;
- Ruban adhésif normalisé ASTM D 1000 ;
- Peigne 1 mm ou 2 mm.

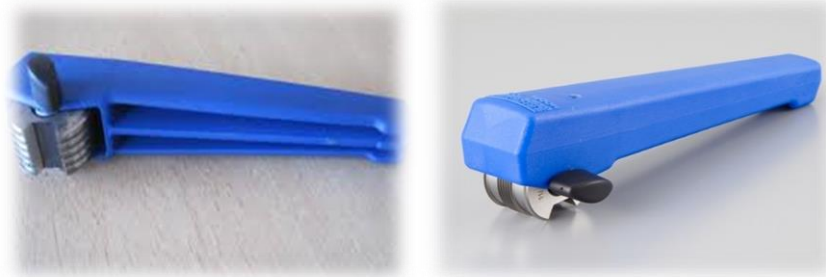


Figure II-21 : Peigne de quadrillage.

Mode opératoire :

- ♦ Le revêtement ou le système complet à tester doit être appliqué et réticulé dans les conditions normales d'utilisation de ces produits ;
- ♦ Pour les produits à séchage air, laisser sécher au moins 24 h à température ambiante ;
- ♦ Pour les produits à séchage four, après étuvage, laisser séjourner les plaques peintes à température ambiante pendant 12 h maximum ;
- ♦ Selon le type de peigne utilisé, pratiquer des incisions espacées de 1 ou 2 mm dans un sens puis dans le sens perpendiculaire afin d'obtenir un quadrillage. Il est important que la pression exercée sur le peigne soit constante et que le feuil soit incisé jusqu'au support ou jusqu'à la couche immédiatement en dessous (dans le cas d'essais d'adhérence entre couches) ;
- ♦ Souffler ensuite sur la partie quadrillée pour éliminer les fines particules qui se sont détachées de l'incision ;
- ♦ Appliquer une bande ruban adhésif de façon à ce qu'elle colle entièrement sur la partie quadrillée et qu'il n'y ait aucune bulle d'air entre le ruban et le film de peinture ;
- ♦ Arracher le ruban d'un mouvement rapide et continu ;
- ♦ Examiner les parties quadrillées et les traces sur le ruban et noter les résultats selon le tableau en annexe.

□ Dureté

Cette méthode consiste à déterminer la dureté Persoz au pendule Persoz d'un film de peinture.

Appareillage :

- Plaque d'acier.
- Pendule Persoz.



Figure II-22 : Pendule Persoz.

Mode opératoire :

- ♦ Avant l'essai, laissé séjourner les plaques peintes pendant au moins douze heures dans un local où la température est de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ et l'humidité relative de $65 \pm 5\%$;
- ♦ Fixer la plaque sur la plate-forme dont l'horizontalité a été réglée au préalable à l'aide du niveau à bulle ;
- ♦ S'assurer de la propreté des billes du pendule puis poser celui-ci sur le film à contrôler ;
- ♦ La pointe de l'aiguille du pendule doit se trouver au repos en face de la graduation 0° ;
- ♦ Ramener la pointe de l'aiguille du pendule à la graduation 12° , le lâcher pour déclencher les oscillations du pendule ;
- ♦ Lire le résultat affiché en secondes par le pendule.

☐ Résistance au choc

L'essai consiste à soumettre la laque recouverte d'un film sec à un choc recto ou verso et à noter la hauteur d'impact selon les normes fixées sans craquelure ni décollement du film.

Appareillage :

- Plaque d'acier ;
- Appareil d'essai au choc.



Figure II-23 : Appareil d'essai au choc.

Mode opératoire :

- ♦ Appliquer la peinture sur une plaque d'acier dans les mêmes conditions que celle utilisées pour le client (épaisseur, séchage, étuvage...).
- ♦ Après séchage, on détermine l'épaisseur du film sec.
- ♦ Placer la plaque sur le support de l'appareil d'essai au choc 1 Kg. Laisser tomber la masse de 1000g à la hauteur de chute fixée par la norme sans craquelure ni décollement.

II.3.7. Résistance chimique

Appareillage :

- Plaque d'acier.
- Burette graduée.

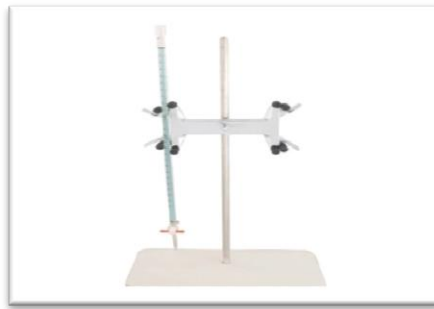


Figure II-24 : Burette graduée.

Produits :

- Ethanol (pur) ;
- Acétone (pure) ;
- Acide chlorhydrique (5%) ;
- Acide sulfurique (5 %) ;
- Soude (20 %).

Mode opératoire :

- ♦ Appliquer la peinture sur une plaque d'acier dans les mêmes conditions que celle utilisées pour le client (épaisseur, séchage, étuvage...) ;
- ♦ Les produits testés sont appliqués sous forme de gouttes sur la surface ;

- ♦ Dans le cas de produits hautement volatils (isopropanol, éthanol...), les zones de test sont scellées avec un composé jointif étanche à l'air ;
- ♦ Les produits mouillant bien la surface sont appliqués à l'aide d'un pliage de matériaux filtrants ;
- ♦ A la fin de la période de stress chimique, les produits sont enlevés de la zone de test à l'aide d'un chiffon en papier ;
- ♦ La surface est alors nettoyée avec de l'eau, la zone testée est marquée et évaluée ;
- ♦ Afin de mettre en évidence un possible temps de régénération, des tests de condition de surface sont effectués (scratch test) 1 heure et 24 heures après l'élimination du réactif de test ;
- ♦ La zone de test est analysée visuellement selon les critères suivants :
 - ✓ Altération du degré de brillance ;
 - ✓ Altération de la couleur ou jaunissement ;
 - ✓ Gonflement ;
 - ✓ Ramollissement ou résistance au grattage.

Chapitre III

Résultats et discussions

Chapitre III : Résultats et discussions

Après avoir exposé dans le chapitre précédent, le mode d'élaboration de deux types de peinture époxydique la présentation des modes opératoires des différents essais programmés pour la caractérisation des matières premières et de ces peintures, le chapitre présent sera consacré à la présentation des résultats et leurs discussions.

III.1. Contrôle matières premières

○ Résine époxy :

Tableau III-1: Densité et viscosité de la résine époxy.

| T (20-25°C) | Norme | Résultats |
|-------------|-------------|-----------|
| Densité | 1,08 ± 0.02 | 1,1 |
| Viscosité | 120 Po | 120 Po |

○ Additif anti-déposant :

Tableau III-2 : Densité et viscosité d'additif anti-déposant.

| T (20-25°C) | Norme | Résultats |
|-------------|-------------|-----------|
| Densité | 0,88 ± 0.02 | 0,882 |
| Viscosité | 2650 ± 3 Po | 2651 Po |

○ Agent mouillant :

Tableau III-3 : Densité d'agent mouillant.

| T (20-25°C) | Norme | Résultat |
|-------------|-------------|----------|
| Densité | 0,95 ± 0.02 | 0,94 |

○ Pigment anticorrosion (poussière de zinc):

Tableau III-4 : Contrôle de qualité de pigment anticorrosion.

| T (20-25°C) | Norme | Résultat |
|----------------|---------------|----------|
| Densité | $7 \pm 0,2$ | 7,12 |
| Prise d'huile | $6,3 \pm 0,3$ | 6,2 |
| Dispersibilité | $3 \pm 0,5$ | 3 |

○ Xylène :

Tableau III-5 : Contrôle qualité d'xylène.

| T (20-25°C) | Norme | Résultat |
|----------------------|------------------|----------|
| Densité | $0,86 \pm 0,01$ | 0,862 |
| Indice de réfraction | $1,491 \pm 0,01$ | 1,491 |
| Point d'éclair (°C) | 24 ± 1 | 24 |

○ Durcisseur :

Tableau III-6 : Densité, viscosité du durcisseur.

| T (20-25°C) | Norme | Résultats |
|-------------|-----------------|-----------|
| Densité | $0,95 \pm 0,02$ | 0,95 |
| Viscosité | 13 ± 3 Po | 14 Po |

○ Résine époxy (utilisé dans la préparation d'*EPOXAMIDE Brun Rouge*) :

Tableau III-7 : Contrôle qualité de la résine époxy.

| 4T (20-25°C) | Norme | Résultats |
|--------------|-----------------|-----------|
| Densité | $1,17 \pm 0,02$ | 1,18 |
| Viscosité | 260 ± 10 Po | 263 Po |

○ **Plastifiant :****Tableau III-8 :** Densité et indice de réfraction de plastifiant.

| T (20-25°C) | Norme | Résultats |
|----------------------|--------------|-----------|
| Densité | 0,982 ± 0.01 | 0,982 |
| Indice de réfraction | 1,487 ± 0,01 | 1,486 |

○ **Agent d'étalement :****Tableau III-9 :** Contrôle de qualité de l'agent d'étalement.

| T (20-25°C) | Norme | Résultats |
|-------------|--------------|-----------|
| Densité | 0,925 ± 0,01 | 0,924 |

○ **Oxyde de fer :****Tableau III-10 :** Contrôle qualité d'oxyde de fer.

| T (20-25°C) | | Norme | Résultats |
|-------------------------|--------------|---------|------------------|
| Densité | | 5 ± 0,2 | 5 |
| Prise d'huile | | 22 ± 3 | 22,6 |
| Résistance température | | 180°C | Bonne résistance |
| Résistance aux solvants | White spirit | 5 | 5 |
| | Xylène | 5 | 5 |

○ **Durcisseur (utilisé dans la préparation d'EPOXAMIDE Brun Rouge) :****Tableau III-11 :** Contrôle de qualité du durcisseur.

| T (20-25°C) | Norme | Résultats |
|-------------|------------|-----------|
| Densité | 0,9 ± 0,02 | 0,89 |
| Viscosité | 15 ± 3 Po | 15 Po |

Discussion :

- D'après les résultats montrés dans les tableaux ci-dessus on peut dire que toutes les matières premières contrôlées sont conformes aux normes de qualité exigées, alors on peut les utiliser pour la fabrication des deux peintures.

III.2. Contrôle de qualité des peintures

a) La peinture "GALZINEPOX Gris"

Tableau III-12 : Contrôle de qualité du "GALZINEPOX Gris".

| T (20-25°C) | | Norme | Résultats |
|--|--------------------|-----------------|------------------|
| Densité | | 3,18 ± 0.05 | 3,21 |
| Viscosité (M₅ / V₂) | | 1240 Po ± 50 Po | 1280 |
| Finesse | | 3 Hegman | 3 Hegman |
| Extrait sec | | 88 ± 1 | 88,23 % |
| Epaisseur film humide | | 90 – 100 μ | 100 μ |
| Epaisseur film sec | | 40 – 50 μ | 47 μ |
| Séchage | Hors touché | 20 – 30 min | 21 min |
| | Sec | 8 – 10 h | 8 h |



Figure III-1 : Contrôle du "GALZINEPOX Gris".

b) La peinture "*EPOXAMIDE Brun Rouge*"

Tableau III-13 : Contrôle qualité du "*EPOXAMIDE Brun Rouge*".

| T (20-25°C) | | Norme | Résultats |
|---|-------------|----------------|-----------|
| Densité | | 1,51 ± 0,05 | 1,53 |
| Viscosité (M ₄ /V ₂) | | 265 Po ± 10 Po | 268 |
| Finesse | | 7 Hegman | 7 Hegman |
| Extrait sec | | 99 % | 98,88 % |
| Epaisseur film humide | | 350 – 400 μ | 350 μ |
| Epaisseur film sec | | 350 – 400 μ | 384.7 μ |
| Séchage | Hors touché | 8 – 10 h | 8h |
| | Sec | 16 – 18 h | 16 h |

Discussion :

- D'après les résultats montrés dans les tableaux (III.12 et III.13) ci-dessus on peut dire que les deux peintures fabriquées sont conformes aux normes de qualité exigées.

III.3. Résultats du contrôle des résistances chimiques et mécaniques

L'application de la peinture est nécessaire pour faire ces types de contrôles, elle est effectuée à l'aide d'une brosse sur des plaques en acier. Les contrôles des résistances chimiques et mécaniques sont réalisés pour deux cas :

- Cas du primaire : composé d'une seule couche du "*GALZINEPOX Gris*" (épaisseur 47μ).



Figure III-2 : Application du "*GALZINEPOX Gris*".

- Cas du système : le système de peinture est composé du primaire "GALZINEPOX Gris" (épaisseur 47μ), et une deuxième couche de finition "EPOXAMIDE Brun Rouge" (épaisseur 384.7μ).

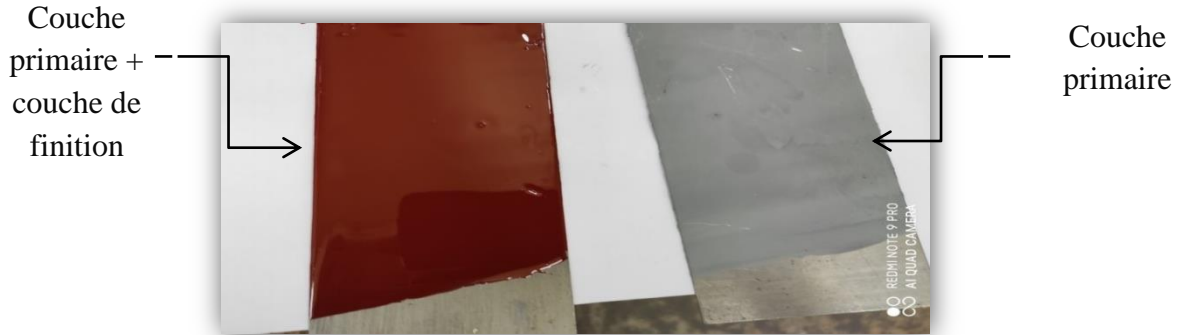


Figure III-3 : Application du système "GALZINEPOX Gris" + "EPOXAMIDE Brun Rouge".

III.3.1. Contrôle des résistances mécaniques

❖ Adhérence :

Tableau III-14 : Résultats d'adhérence.

| | Primaire | Système complet |
|-----------|----------|-----------------|
| Adhérence | Bonne | Bonne |



Figure III-4 : Test d'adhérence pour les deux cas.

❖ Dureté

Tableau III-15 : Résultats du contrôle de dureté.

| | Primaire | Système complet |
|--------|----------|-----------------|
| Dureté | 79 s | 136 s |

❖ **Résistance au choc 1Kg / 36 cm**

Observation :

Pour les deux cas, on n'a pas observé aucune craquelure ou découlement au niveau de l'impact resto ou verso.

Discussion :

- Les deux cas présentent une bonne adhérence et une bonne résistance au choc ;
- L'application du système présente une dureté plus élevée (136 s) que celle du primaire (79 s).

III.3.2. Tests de résistance chimique

⇒ **Après une heure d'exposition**

❖ Ethanol (pur)

- Cas d'une seule couche : après une heure d'exposition, on n'a pas remarqué aucun changement de surface.



Figure III-5 : Test de résistance à l'éthanol pour le cas du primaire.

- Cas du système : il n'y a aucun changement pour la surface.



Figure III-6 : Test de résistance à l'éthanol pour le cas du système.

❖ Acétone (pure)

- Cas d'une seule couche : on n'a pas remarqué aucun changement de la surface.



Figure III-7 : Test de résistance à l'acétone pour le cas du primaire.

- Cas du système : on n'a pas remarqué aucun changement pour la surface de test.



Figure III-8 : Test de résistance à l'acétone pour le cas du système.

❖ Acide chlorhydrique (5%)

- Cas d'une seule couche : après une heure d'exposition on a observé un changement de couleur de la surface de test.



Figure III-9 : Test de résistance à l'acide chlorhydrique pour le cas du primaire.

- Cas du système : après une heure d'exposition on n'a pas remarqué aucun changement de la surface de test.



Figure III-10 : Test de résistance à l'acide chlorhydrique pour le cas du système.

❖ Acide sulfurique (5%)

- Cas d'une seule couche : on observe un changement de couleur de la surface de test.



Figure III-11 : Test de résistance à l'acide sulfurique pour le cas du primaire.

- Cas du système : on n'a pas remarqué aucun changement pour la surface de test.



Figure III-12 : Test de résistance à l'acide sulfurique pour le cas du primaire.

❖ Soude (20%)

- Cas d'une seule couche : après une heure d'exposition, on observe un changement de couleur de la surface de test.



Figure III-13 : Test de résistance à la soude pour le cas du primaire.

- Cas du système : on n'a pas remarqué aucun changement pour la surface de test.



Figure III-14 : Test de résistance à la soude pour le cas du système.

⇒ **Après trois heures d'exposition (cas de système)**

Après une d'exposition chimique pendant trois heures par éthanol (pur), acétone (pure), acide sulfurique (5%), acide chlorhydrique (5%), soude (20%), on n'a pas remarqué aucun changement pour la surface du test.

⇒ **Après 24 heures d'exposition (cas du système)**

Après un jour d'exposition par les mêmes solutions utilisées dans les précédentes expositions, la zone testée est inchangeable.

Discussion :

- Cas du primaire (une seule couche de "GALZINEPOX Gris") : après une exposition d'une heure les résultats démontrent que le revêtement n'est pas résistant à la solution d'acide chlorhydrique (5%) , à la solution d'acide sulfurique (5%) ou à la soude (20%), Nous justifions cela par la présence d'un petit pourcentage de la résine dans la peinture.
- Cas du système (deux couches "GALZINEPOX Gris"+"EPOXAMIDE Brun Rouge") : les résultats démontrent que le système présente une bonne résistance aux produits chimiques, alors, il faut appliquer ces peintures sous forme d'un système multicouche (couche primaire + couche de finition), avec le respect des épaisseurs mentionnées dans les fiches techniques.

Conclusion générale

Conclusion générale

Notre étude s'est portée sur la formulation, la caractérisation et l'application de deux peintures époxydiques, l'une utilisée contre la corrosion et l'autre pour la finition des réservoirs en acier ou en béton.

La caractérisation préliminaire des deux types de peinture par mesure de viscosité, densité, extrait sec et séchage nous a permis de dire que les produits fabriqués dans ce travail sont conformes aux spécifications de la peinture et pour son domaine d'utilisation.

Les résultats des tests de résistance mécanique des deux cas sont bons, sauf que la dureté est élevée dans le cas d'un système protecteur.

Les résultats de contrôle de résistance aux produits chimiques montrent que le système présente une bonne résistance aux alcools, acétones, acides forts et bases fortes ; mais le primaire ne résiste pas aux acides forts et aux bases fortes.

Après cette étude comparative et les résultats satisfaisants lors des différents contrôles et tests, on peut ajouter aux propriétés des deux peintures "*GALZINEPOX Gris*" et "*EPOXAMIDE Brun Rouge*" qu'ils ont une bonne résistance mécanique. Aussi, on peut dire que le système époxydique permet de répondre à l'optimisation recherchée de l'imperméabilité, de sa capacité à inhiber la corrosion et de sa la bonne résistance (mécanique et aux produits chimiques).

Ce travail rentre dans le cadre de mon projet de fin d'étude de 3^{ème} année licence professionnelle en génie chimique au niveau de l'entreprise national des peintures à Souk-Ahras.

Ce stage m'a permis d'une part, d'évaluer mes compétences théoriques acquises durant mes études et surtout de les pratiquer, d'autre part, d'avoir une vision sur le monde de travail et d'éprouver le sens de la responsabilité tout en découvrant jour après jour l'importance des atouts pratiques.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Journeau, Karam, Levaillant, Analyse sectorielle finale : fabrication de peinture et vernis. Ecole des mines d'ALABI CARMAUX, Octobre 2006.
- [2] Peinture époxy : ce qu'il faut savoir Par Bricolo Factory, 22 Juin2015, URL : https://www.cotemaison.fr/peintures-carrelages-papier-peint/peinture-epoxy_24762.amp.html.
- [3] Présentation ENAP. URL : <https://www.enapdz.dz>.
- [4] Présentation de l'unité de Souk-Ahras.
- [5] GRANDOU P. peinture et vernis : technique et industrie Paris HERMANN ,1988.
- [6] P. GRANDOU, P. PASTOR. Les peintures et les vernis, les constituants : liants, solvants, plastifiants, pigments, colorants, charges, adjuvants, Ed. HERRMANN, Paris1966. PP 9-50.
- [7] Composants-des-peintures-écologiques-naturelles- URL : <http://azurecologis-peintures.e-monsite.com/medias/files/composants-des-peintures-ecologiques-et-naturelles.pdf>.
- [8] Quels sont les différents types de résine ? URL : <https://www.maison-travaux.fr/maison-travaux/renovation-par-type/revetement-renovation-par-type/revetement-de-sol/differents-types-de-resine-fp-163743.html>.
- [9] Jansam, résine polysester le guide d'utilisation, Mai 2011, URL : https://www.over-blog.com/Resine_polyester_le_guide_dutilisation-1095204284-art197749.html.
- [10] <https://www.metaltop.fr/>
- [11] Claude H et Lise V et Sylvie. Guide environnemental sur l'application des peintures, Mars 2008, URL : <http://www.santecom.qc.ca/Bibliothequevirtuelle/santecom/35567000044443.pdf>.
- [12] LEBRETON, Rodolphe. Peintures en solvant : Composition, risques toxicologiques, mesures de prévention. INRS, 2005.
- [13] Dr.Aida Rebaia N, Peintures et vernis, 2004.
- [14] Types de peinture, URL : <https://peinture.ooreka.fr/747795/rubrique/747797/types-de-peinture>.

[15] Mahdjouba.A, Evaluation de la gestion des déchets peintures dans l'entreprise nationale de peinture – unité de lakhdaria, Mémoire étudiant, 2016.

[16] Système peinture, URL : <https://www.metaltop.fr/content/579-definition-systeme-peinture>.

[17] Dr. M. VELTEN, résines époxydiques, 10-12 Janvier 2005.

[18] Marcus. P, corrosion mechanisms in theory and practice second edition, revised and expanded, New - York: Marcel Dakkler, Corrosion technology.vol.17.2002.

Annexes



ANTICORROSION

GALZINEPOX GRIS

216212000

Entreprise Nationale
des Peintures - Algérie

FICHE TECHNIQUE

| | |
|-------------------------------|--|
| Nature | Epoxy/Polyaminoamide |
| Utilisation | Sous couche anticorrosion bicomposant riche en zinc pour structures en acier en ambiances marine et industrielle. |
| Proprietes | Bonne adhérence. Bonne résistance à la corrosion. Séchage rapide. |
| Caracteristiques | Densité: 3.180 ± 0.050 Viscosité à 20-25°C (Brookfield M5/V2): $1240Po \pm 50Po$ Rendement: $3.5m^2/kg \pm 0.5$ ou $11m^2/l$ pour une épaisseur du film humide de $90-100\mu(40-50\mu \text{ sec})$. Séchage à 20-25°C: - HT : 20-30' - Sec : 8-10h Rapport de mélange en poids EA/EB: 97/03 Durée de vie en pot à 20-25°C: 7-8h Aspect: Mat Délai de stockage sous abri: 06mois dans son emballage d'origine fermé. Conditionnement: - Galzinepox EA(216212000): 29.1kg. - Galzinepox EB(durcisseur)(216212100): 0.9kg. |
| Preparation de surface | Support bien dérouillé, dégraissé et sec. |
| Application | Brosse, rouleau. |
| Conseils d'emploi | Bien mélanger les deux éléments A et B dans le rapport 97/03. Diluer éventuellement avec le diluant Epoxamine et filtrer. Laisser mûrir 10-15'avant application. Ne pas appliquer à des températures $<5^{\circ}C$ et $>40^{\circ}C$ et à un taux d'humidité $>80\%$. |



N.B: Les indications ci-dessus sont données à titre d'informations de base. Les circonstances d'emploi échappant à notre contrôle, nous ne sommes responsables que d'une qualité constante de nos produits. pour tous cas particuliers , il y a lieu de nous consulter.

ملخص

الطلاء عبارة عن خليط من جزيئات صلبة منتشرة بشكل جيد ، وينتشر في طبقة رقيقة فوق جميع أنواع المواد لتشكيل طلاء يلعب دورًا وقائيًا و / أو زخرفيًا بعد التجفيف أو التشابك. دهان الايبوكسي هو أحد الدهانات ذات الأساس المذيب ، ويتكون من قاعدة تحتوي على مواد رابطة بوليمر إيبوكسي ، والتي تتفاعل عند تلامسها مع المادة المصلبة للتجفيف الكيميائي.

كجزء من هذا المشروع ، نحن مهتمون بتصنيع والتحكم في دهان إيبوكسي ، ثم دراسة المقاومة الكيميائية والميكانيكية لحالتين: تطبيق أحادي الطبقة ، وتطبيق متعدد الطبقات.

تثبت نتائج التحكم أن التطبيق متعدد الطبقات (نظام الحماية) يحسن مقاومة طبقة الطلاء.

الكلمات المفتاحية: دهان - دهان إيبوكسي - مادة رابطة إيبوكسي - مقوي - نظام حماية بواسطة الطلاء.

Résumé

La peinture est un mélange de particules solides finement pré-dispersées, elle s'étale en couche mince sur toutes sortes de matériaux pour former après séchage ou réticulation un revêtement jouant un rôle protecteur et/ou décoratif. La peinture époxydique est l'une des peintures en phase solvant, elle est composée d'une base contenant des liants polymères époxydiques, qui réagissent en contact avec le durcisseur pour un séchage chimique.

Dans le cadre de ce projet nous sommes intéressés à fabriquer et contrôler deux peintures époxydiques, puis étudier la résistance chimique et mécaniques pour deux cas : une application monocouche, et une application multicouche.

Les résultats du contrôle prouvent que l'application multicouche (système protecteur) améliore la résistance du film de peinture.

Mots clés : peinture, peinture époxydique, liant époxydique, durcisseur, système protecteur par peinture.

Abstract

The paint is a mixture of finely pre-dispersed solid particles, it is spread in a thin layer over all kinds of materials to form, after drying or crosslinking, a coating playing a protective and / or decorative role. Epoxy paint is one of the solvent-based paints, it is composed of a base containing epoxy polymer binders, which react in contact with the hardener for chemical drying.

As part of this project we are interested in manufacturing and controlling two epoxy paints, then studying the chemical and mechanical resistance for two cases: a single-layer application, and a multi-layer application.

The results of the control prove that the multilayer application (protective system) improves the resistance of the paint film.

Keywords: paint, epoxy paint, epoxy binder, hardener, protective paint system.