

# وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Mohamed Chérif  
Messadia Souk Ahras



جامعة محمد الشريف مساعديّة  
سوق أهراس

Mohamed Chérif Messadia  
University Souk-Ahras

Faculté des Sciences et de la Technologie

Année : 2024

Département de Génie des Procédés

## MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

### AMELIORATION DE PEINTURE SATINÉE A BASE D'EAU

**Filière**

Génie des Procédés

**Spécialité**

Génie chimique

**Par**

**Ines Bourouina**

**DIRECTEUR DE MEMOIRE :** Ilhem DJAGHOUT MCA U. SOUK-AHRAS

### **Devant le jury**

**PRESIDENT :** Saliha BOURANENE Pr U. SOUK-AHRAS

**EXAMINATEUR :** Mouhamed Laid OUZZAR MCB U. SOUK-AHRAS

**N°..... /2024**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ  
عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ  
أَدْخِلْنِي بِرَحْمَتِكَ فِي عِبَادِكَ الصَّالِحِينَ"

صدق الله العظيم

﴿ ١٩ ﴾ النمل ﴿

# REMERCIEMENT

*Le grand merci c'est à Dieu le très haut pour m'avoir accordé la plus grande patience, la force, le courage et la volonté pour accomplir ce travail*

*J'adresse non sincères remerciements à mon encadreur Dr. Ilhem DJAGHOUT d'avoir suivi et soutenu la réalisation de ce travail. Je lui exprime ma grande reconnaissance pour sa disponibilité, ses précieux conseils et pour le soutien qui nous apporté tout au long de la préparation de ce mémoire.*

*Un remerciement spécial au responsable du laboratoire de L'ENAP. Amel Lahfaya, ainsi que Mlle Nesrine pour l'honneur qu'il m'on fait en acceptant de diriger ce travail, et pour ses conseils et encouragements réguliers, À toute l'équipe du laboratoire d'analyse au niveau de l'entreprise de l'ENAP en particulier Mr Housseem Sahtout et Mdm Kawther.*

*Je remercie Pr. S. BOURANENE enseignante à l'université Mohamed Chérif Messaidia SOUK-AHRAS, d'avoir accepté de présider le jury de mon travail.*

*Je remercie également, Dr. M.Ouzzar, membre de jury et enseignante à l'université Mohamed Chérif Messaidia SOUK-AHRAS, de nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*Par la même occasion je remercie tous les enseignants du Département de Génie des procédés.*

*Enfin mon remerciement&& est adressé plus particulièrement à mes collègues de cette la promotion 2024.*

*Un spéciale remerciement à mon amie , ma chérie, mon jumeaux Amel Zerari.*

# *Dedication*

*My parents "Kamel" and "Fulla"*

*My little sisters "Amira" and "Riheb"*

*My uncles and aunts especially "Djael" and "Yasmina"*

*My deceased grandfather "Abd El Karim"*

*All My friends: Anfel, Fatma, Manel, Sara, Fatma*

*Zouhra, Fatma, and Rahma.*

## Liste des figures

Figure I.1 : Poste de peinture	02
Figure I.2 : Emulsion acrylique	05
Figure I.3 : Résine vinylique	06
Figure I.4 : Résine epoxy	06
Figure I.5 : Résine polyurethane	07
Figure I.6 : Résine polyester	07
Figure I.7 : Résine alkyde	07
Figure I.8 : Pigments	08
Figure I.9 : Charges (carbonate de calcium. Silice)	11
Figure I.10: Solvant (white spirit)	13
Figure I.11 : Différents étapes de la fabrication d'une peinture.	21
Figure I.12 : Procédé de fabrication des peintures.	23
Figure I.11 : Différents étapes de la fabrication d'une peinture.	21
Figure I.12 : Procédé de fabrication des peintures.	23
Figure II.1: Situation géographique de L'ENAP.	28
Figure II.2: Schéma descriptif de l'ENAP "SOUKAHRAS"	29
Figure II.3: Viscosimètre « Brookfield »	37
Figure II.4: Thermomètre	38
Figure II.5 : Appareillages utilisé pour les mesures de l'extrait sec	39
Figure II.6 : Etapes de mesure de pouvoir couvrant avec un cryptomètre	39

Figure II.7: Un abrasimètre	41
Figure II.8: Un brillancemètre	42
Figure II.9: Application d'une peinture sur un papier contraste	42
Figure III.1 : Influence de changement de taux de liant vinylique et acrylique sur la viscosité de la peinture.	44
Figure III.2 : Influence du taux de liant vinylique et acrylique sur la densité	44
Figure III.3 : Influence du taux d'émulsion acrylique et vinylique sur l'extrait sec de produit fini.	46
Figure III.4: Influence du taux d'émulsion acrylique et vinylique sur le pouvoir couvrant.	47
Figure III.5: Influence du taux d'émulsion vinylique sur la quantité de peinture retiré par abrasimètre.	50
Figure III.6: Influence du taux d'émulsion acrylique sur la quantité de peinture retiré .	52
Figure III.7 : Influence de taux d'émulsion vinylique sur la brillance de peinture.	54
Figure III.8: Influence de taux d'émulsion acrylique sur la brillance de peinture.	56

## Liste des tableaux

Tableau I.1. Pigments utilisés dans tous types de peinture.	11
Tableau I.2 : Différents types de charges.	13
Tableau I.3 : Comparaison des propriétés des peintures en phase aqueuse et en phase solvant.	18
Tableau II.1: formulation de peinture ENAP à base de copolymère vinylique 20% d'émulsion.	30
Tableau II.2: formulation de peinture ENAP à base de copolymère vinylique 35% d'émulsion.	31
Tableau II.3: formulation de peinture ENAP à base de copolymère vinylique 50% d'émulsion.	31
Tableau II.4: formulation de peinture ENAP à base de copolymère vinylique 65% d'émulsion.	32
Tableau II.5 : formulation de peinture à base d'acrylique 20% d'émulsion.	33
Tableau II.6 : formulation de peinture à base d'acrylique 35% d'émulsion.	34
Tableau II.7 : formulation de peinture à base d'acrylique 50% d'émulsion.	34
Tableau II.8 : formulation de peinture à base d'acrylique 65% d'émulsion.	35
Tableau III.1 : Influence du taux de liant vinylique sur la lavabilité de peinture vinylique.	49
Tableau III.2 : Influence du taux de liant acrylique sur la lavabilité de peinture acrylique.	51
Tableau III.3 : Résultats de contrôle de la brillance d'une peinture vinylique	53
Tableau III.4 : Résultats de contrôle de la brillance de peinture acrylique.	55

## Liste d'abréviations

VP : Volume de pigments

VS : Volume de solution

ENAP : Entreprise National de Peinture

SNIC : Société Nationale des Industries Chimiques

SPA : Production Souk Ahras

UCA : Unité commerciale ALGER

UCE : Unité commerciale EST

USPA : Unité de Production Souk Ahras

Po : Poise

ES : Extrait de sec

d : La densité

UB : Unité brillante

g/mol: Gramme par mole

M/V : la mèche sur la vitesse

## Résumé

L'objectif de ce travail était de formuler une peinture vinylique et acrylique avec un aspect brillant. Les essais pratiques ont été réalisés à l'entreprise ENAP de Souk Ahras. Différents échantillons de peinture ont été créés avec des taux variés d'émulsion vinylique (20%, 35%, 50%, 65%). Les résultats ont montré que la viscosité et la densité étaient conformes aux normes, avec une viscosité optimale à 50% d'émulsion. Le pouvoir couvrant était bon entre 50% et 65% d'émulsion. La brillance a considérablement augmenté avec un maximum à 65% (62,26 UB). Pour les échantillons d'émulsion acrylique (20%, 35%, 50%, 65%), les résultats ont révélé une viscosité et une densité conformes, avec une brillance maximale à 65% (73,1 UB). En comparaison, seule la peinture acrylique avec 65% d'émulsion répondait entièrement aux normes, se distinguant par sa lavabilité, son pouvoir couvrant élevée et sa brillance supérieure, en faisant une option idéale pour des applications exigeantes.

**Mots clés :** Formulation, Emulsion, Peinture acrylique, Peinture vinylique, Brillance.

## المخلص

الهدف من هذا العمل هو صناعة طلاء الفينيل و الاكريليك بمظهر لامع هذا العمل انجز على مستوى المؤسسة الوطنية للدهن بولاية سوق اهراس

اختلاف كبير في التجارب و العينات المتحصل عليها ب 35-50-20-65 - بالمئة من مستحلب الفينيل و الاكريليك

العينات المتحصل عليها تثبت ان درجة الميوعة و الكثافة هي نتائج جيدة بالنسبة لعينة 65 و 50 بالمئة و درجة اللمعان تزداد الى 62,26 وحدة لمعان عند استعمال 65 بالمئة من المستحلب اما بالنسبة لمستحلب الاكريليك درجة الكثافة و الزوجة و درجة اللمعان عالية حيث تصل الى 73,1 عند استعمال 65 بالمئة من المستحلب و عند المقارنة نجد ان الطلاء المصنوع ب65 بالمئة من مستحلب الاكريليك هو الوحيد الذي يخع للمعايير يتميز بقابليته للغسل تغطيته العالية و لمعانه الفائق مما يجعله خيارا مثاليا للتطبيقات المطلوبة

الكلمات المفتاحية صناعة مستحلب طلاء الفينيل طلاء الاكريليك لمعان

### **Abstract**

The aim of this work was to formulate vinyl and acrylic coating with a glossy appearance. Practical tests were conducted at ENAP in Souk Ahras market. Different coating samples were created at varying rates of vinyl emulsion (20%, 35%, 50%, 65%). The results showed that viscosity and density met the standards, with a perfect viscosity of 50% emulsion. The coverage strength was good between 50% and 65% emulsion. The glitter increased significantly by a maximum of 65% (62.26 UB). For acrylic emulsion samples (20%, 35%, 50%, 65%), the results revealed two viscosity and density, with a maximum gloss of 65% (73.1 UB). By comparison, only acrylic coating containing 65% emulsion meets the standards perfectly, distinguishing itself through its washability, high coverage power and super glitter, making it an ideal choice for required applications.

Keywords: Formulation, Emulsion, Acrylic coating, Vinyl coating, Glossy.

## Sommaire

Remerciements	i
Dedicaces	ii
Listes des figures	iii
Liste des tableaux	iiii
Liste des abbreviations	v
Résumé	vi
ملخص	vii
Abstract	viii
Introduction générale	01

## ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Introduction	03
I.2. Définition de la peinture	03
I.3. Composition de la peinture	04
I.3.1. Les liants	04
I.3.1.1. Résine à base d'eau	05
I.3.1.1.1. Résine acrylique (Emulsion acrylique)	05
I.3.1.1.2. Résine vinylique (Emulsion vinylique)	06
I.3.1.2. Résine à base solvant	07
I.3.1.2.1. Résine époxy	07
I.3.1.2.2. Résine polyuréthane	07
I.3.1.2.3. Résines polyesters	08
I.3.1.2.4. Résine alkyde	08
I.3.2. Les pigments	09
I.3.3. Les charges	12
I.3.4. Les solvants	13
I.3.5. Les additives	14

I.4. Différents types de peintures	15
I.4.1. Peinture en phase aqueuse	15
I.4.1.1. Peinture Acrylique	15
I.4.1.2. Peinture Vinylique	16
I.4.2. Peinture en phase solvant	16
I.4.2.1. Peinture Glycérophtalique (alkyde)	17
I.4.2.2. Peinture polyuréthane	17
I.4.2.3. Peinture Epoxy	17
I.4.3. Peinture en poudre	19
I.5. Formulation de la peinture	19
I.6. Fabrication de la peinture	20
I.6.1. Procédés de fabrication de la peinture	21
I.6.2. Caractéristique de la fabrication	23
I.7. Différentes gammes de peinture	21
I.7.1. Peinture pour bâtiments	24
I.7.2. Peinture carrosseries	25
I.7.3. Peintures marines	25
I.7.4. Le vernis	25
I.8. Action sur la consistance des peintures	26
I.9. Conclusion	26

## **Matériels et méthodes**

II.1. Présentation de l'entreprise National de Peintures (ENAP)	27
II.1.1. Historique	27
II.1.2. Objet Social	287
II.1.3. Présentation de l'UPSA (unité de production de SOUK AHRAS)	28
II.1.3.1. Situation géographique	28
II.1.3.2. Description Générale	28

II.1.3. La fiche technique de l'entreprise	29
II.2. Protocole expérimentale de préparation d'une peinture acrylique	30
II.2.1. Formulation de la peinture vinylique	30
II.2.1.1. Réactifs chimiques	30
II.2.1.2. Mode opératoire	31
II.2.2. Formulation de la peinture acrylique	31
II.2.2.1. Réactifs chimiques	31
II.2.2.2. Mode opératoire	31
II.3. Méthodes et matériels d'analyse spécifique des peintures	33
II.3.1. Détermination de la viscosité « Brookfield »	33
II.3.2. Détermination de la densité « Pycnomètre »	34
II.3.2. Détermination de l'extrait sec	35
II.3.3. Pouvoir couvrant	36
II.3.5. La lavabilité (la résistance)	37
II.3.6. La brillance	39
II.4. Conclusion	39

## **Résultats et discussions**

III.1. Introduction	43
III.2. Détermination de la viscosité	43
III.3. Détermination de la densité	44
III.4. Détermination de l'extrait sec	45
III.5. Détermination de pouvoir couvrant	46
III.6. Détermination de la lavabilité	47
III.6.1. Peinture vinylique	47
III.6.2. Peinture acrylique	50
III.7. Détermination de la brillance	52

Conclusion Générale

# INTRODUCTION GENERALE

### Introduction générale

La peinture a été créée par l'homme des cavernes il y a 25 000 ans. À travers les siècles, la peinture a été utilisée pour la décoration, et ce n'est qu'au XIII<sup>e</sup> siècle que la valeur protectrice des peintures et vernis a été reconnue. L'importance de protéger les bâtiments et les installations avait une origine économique, ce qui a entraîné une augmentation de la demande pour ces produits. Avec la révolution industrielle, l'industrie des peintures s'est développée à l'échelle mondiale[1].

Aujourd'hui l'industrie des peintures est considérée l'un des grands secteurs de l'industrie chimique avec des revenus de 125 milliards de dollars pour une production annuelle de 41,75 millions de tonne, ce qui montre l'importance du marché des peintures et vernis.

En Algérie, l'industrie des peintures et vernis a connu une grande croissance ces dernières années à cause de l'augmentation de la consommation de ces produits, aujourd'hui cette industrie se développe dans le but de satisfaire la demande du marché Algérien[2].

La peinture est une substance liquide, généralement composée de pigments colorés, liant (résine ou émulsion), solvants et d'autres additifs. Il existe plusieurs types de peinture, en citant les peintures à base d'eau, les peintures à base de solvant et les peintures en poudre. Les peintures à base d'eau sont généralement caractérisées et classifiées selon les types d'émulsion qui les constitue. En effet, dans la formulation des peintures la résine ou liant permet l'attachement des différents composants de la peinture [3].

L'objectif de ce travail est la formulation d'une peinture vinylique et acrylique à base d'une émulsion ainsi que l'influence de changement de taux d'émulsion sur les caractéristiques finales de peinture obtenue à savoir la viscosité, la densité, l'extrait sec, le pouvoir couvrant, la lavabilité et spécialement sur l'aspect du produit formulé tel que le degré de brillance.

Le présent travail est structuré en trois chapitres dont chacun est muni d'une introduction et conclusion. Le premier chapitre consiste en une étude bibliographique sur les peintures, leurs compositions, leurs types ainsi que les processus de fabrication.

Le second chapitre passera en revue la description des différents réactifs et matériel d'élaboration et de caractérisation des peintures.

## Introduction générale

---

Le troisième chapitre comportera une exposition des différentes phases des manipulations pratiquées en laboratoire ainsi que la discussion des résultats obtenue.

Enfin, une conclusion générale qui englobe les principaux résultats obtenus est présentée à la fin de ce mémoire.

## Références Bibliographiques

---

### Références bibliographiques:

[1] G.Ghanem, Processus de fabrication de la peinture Production et contrôle de qualité, Université Akli Mouhamed Oulhadj –Bouira- Institut de technologie, 2021/2022.

[2] M.Hadhrya, A.Rachid, Amélioration d'un polyster modifié à l'huile pendant sa synthèse, Université Mouhamed Chérif Méssaidia –Souk Ahras- 2019/2020.

[3] B.Mouhamed Foudil, A.Soufiane, Formulation et caractérisation d'une peinture retard feu à phase aqueuse, Université Saad Dahlab, Blida 1, 2020,2021.

# ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

## I.1. Introduction

L'art de la peinture remonte aux premiers âges de l'humanité. Son aspect décoratif, protecteur et lumineux fait d'elle un élément de revêtement important. Le domaine de la peinture est très vaste et il est aussi d'actualité. Maitriser ce domaine et arriver à une fabrication qualitative et quantitative est un point très sensible pour le producteur. Donc cela conduit à rechercher une méthode pour atteindre ces résultats. L'Entreprise Nationale des Peintures ENAP est chargée dans le cadre du plan national du développement des activités de production des peintures et de ces dérivés, dans le but de couvrir les besoins dans ce volet. Elle a plusieurs spécialités, puisqu'elle produit la peinture des véhicules, des vernis, les émulseurs, les solvants, les colles et les résines. Ces dernières ce sont des produits semi fabriquées qui entre dans la composition de toutes les peintures. Dans cette partie, on présentera des notions sur les peintures, leurs compositions, leurs types, ainsi que leurs processus de fabrication.

## I.2. Définition de la peinture

La peinture (ou vernis) est une préparation fluide, liquide, pâte ou poudre qui peut être étalée en fines couches sur divers matériaux (appelés substrats) et qui sèche (durcit) pour former une fine couche (film) Adhésif et résistant, protecteur et/ou décoratif. La peinture peut également être définie comme un mélange de particules solides préalablement finement dispersées dans un liant, généralement un polymère synthétique, placé ou dilué dans un liquide. Lorsqu'il est appliqué sur un substrat, le liquide s'évapore, provoquant une interpénétration des chaînes polymères, créant de plus en plus d'interactions entre elles et emprisonnant les charges (pigments et autres additifs) intégrées dans la formulation initiale) [1].



**Figure I.1** : Poste de peinture

### I.3. Compositions de la peinture

Une peinture est une dispersion de poudre (appelés selon leurs matières pigments et charges) dans des substances macromoléculaires plus ou moins visqueux (appelés matières filmogènes ou liants), liquides volatiles (appelés solvants ou diluant permettre de régler la viscosité de l'ensemble).

Les peintures comprenant essentiellement divers constituants, non classons ces derniers en cinq grandes catégories :

- Les liants
- Les solvants et les diluants
- Les pigments
- Les charges
- Les additifs

#### I.3.1. Les liants (la résine)

Le liant appelé également résine ou polymère, est le constituant principal d'une peinture ou d'un vernis. C'est une substance d'origine naturelle ou synthétique capable de se présenter sous forme liquide, visqueuse ou solide. Il doit avoir de bonnes caractéristiques filmogènes (capacité à former un film liquide mince lorsqu'on étale la peinture ou le vernis).

Mises à part les propriétés optiques (couleur et opacité) toutes les autres qualités d'une peinture ou d'un vernis sec sont amenées par le liant dont la composition constitue l'essentiel de la formulation. C'est le liant qui est responsable de la formation du film à partir de la peinture ou le vernis liquide grâce à son pouvoir filmogène propre ou provoqué. Il est aussi responsable de l'adhérence du film sur son support, par ailleurs la dureté du film et sa souplesse dépendent de la composition équilibrée du liant. Enfin, la nature chimique du liant filmifié assure par son inertie la qualité et la durabilité de la protection du support. Le liant est en quelque sorte l'âme de la peinture. Le liant d'une peinture est lui-même constitué d'un mélange de résines, de gommes et souvent aussi de plastifiants ; cet ensemble complexe forme la partie non volatile de la peinture dans laquelle sont dispersés les pigments et les charges ; le tout, donne le film de peinture sèche. Les matières utilisables comme liant pour peintures sont extrêmement nombreuses et variées. Certaines sont des produits naturels, d'origine le plus souvent végétale, transformés et améliorés

## Chapitre I: Etude bibliographique

---

par des procédés physiques et chimiques ; d'autres sont entièrement élaborés par synthèse totale à partir d'éléments simples tirés du pétrole [1].

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

### **I.3.1.1. Résine à base d'eau**

Une résine à base d'eau est un polymère synthétique ou naturel qui forme une dispersion colloïdale dans l'eau. Ces résines sont généralement obtenues par polymérisation de monomères en présence d'eau ou par dispersion de résines préformées dans un milieu aqueux. Dans le cas de résine à base d'eau l'émulsion est le moyen par lequel la résine est dispersée dans l'eau pour former une dispersion colloïdale stable. Les particules de résine, souvent sous forme de polymères insolubles dans l'eau, sont émulsifiées grâce à des agents de surface ou des émulsifiants pour empêcher leurs agglomérations et assurer une réparation uniforme dans le milieu aqueux. Cette émulsion de résine peut ensuite être utilisée comme liant dans diverses applications industrielles tel que la peinture, ou elle forme un film solide après évaporation de l'eau. Ainsi, l'émulsion est essentielle pour la formulation et l'application des résines à base d'eau [2].

#### **I.3.1.1.1. Résine acrylique (Emulsion acrylique)**

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. L'émulsion acrylique est une émulsion formée par copolymérisation de monomères d'acrylate purs et également appelée émulsion de polymère acrylique, émulsion de résine acrylique ou émulsion de copolymère acrylique. Les résines acryliques sont aujourd'hui bien connues et utilisées dans de nombreux domaines de la restauration. Elles offrent des propriétés physiques variées et ont généralement une bonne stabilité dans le temps et une très bonne tenue aux ultraviolets. Elles sont thermoplastiques (ramollissement sous l'effet de la chaleur) et sont solubles dans de nombreux solvants organiques. Les résines acryliques sont à la base des liants pour fixatifs, adhésifs, consolidants, produits de retouches et vernis, enduits et mastics, peintures...etc. Il est utilisé dans les peintures acryliques pour créer un film résistant à l'eau après séchage [3].



**Figure I.2 :** Emulsion acrylique

### **I.3.1.1.2. Résine vinylique (Emulsion vinylique)**

Ces liants se présentent le plus souvent sous la forme d'une suspension aqueuse de polymères ou de copolymères vinyliques. La résine vinylique est fabriquée à partir d'un mélange d'acétate et de vinyle. L'acétate de polyvinyle (PVA) est un polymère thermoplastique. Dans le domaine industriel, ses applications sont extrêmement variées. Les objets, les films, les vernis, les peintures, ...etc, sont en fait. En conservation, il est souvent employé comme adhésif, en particulier pour le bois et la céramique. Le processus de séchage de la PVA est assez rapide et demande un serrage.

La résine vinylique se présente sous forme d'une émulsion dans l'eau à laquelle on peut ajouter des tensioactifs, des cryoprotecteurs (protégeant contre le gel) et des plastifiants. Au cours de la production, il est également possible de polymériser la PVA avec un autre polymère, comme l'alcool polyvinylique. Au cours du séchage, cet adhésif peut libérer de l'acide acétique. De plus, il n'a pas une grande stabilité, il se jaunit et s'acidifie même dans l'obscurité et devient insoluble en raison de sa réticulation. Il y a plus ou moins de qualités, c'est-à-dire plus ou moins pures et avec des chaînes plus ou moins longues, ce qui change leurs caractéristiques.

Ils sont généralement d'une couleur blanche souvent laiteuse. Ils sont plus ou moins visqueux selon leur provenance [4].



**Figure I.3 :** Résine vinylique

### **I.3.1.2. Résine à base solvant**

#### **I.3.1.2.1. La résine époxy**

Est une combinaison de molécules chimique. 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 [5].



**Figure I.4 :** Résine époxy

#### **I.3.1.2.2. La résine polyuréthane**

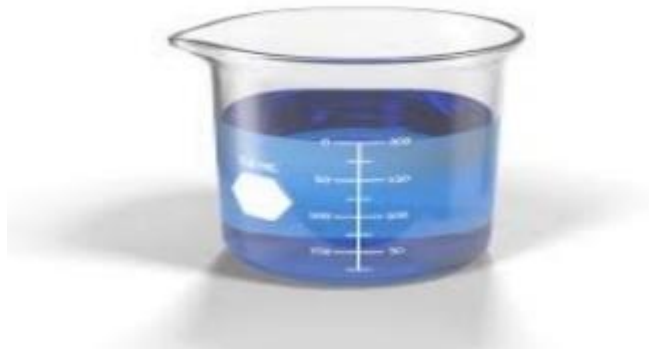
Est une résine composée de molécules organiques. Elle se caractérise par sa souplesse accrue par rapport à l'époxy. De plus, ce revêtement présente une résistance remarquable aux chocs ainsi qu'aux changements de température [5].



**Figure I.5 :** Résine polyuréthane

### I.3.1.2.3. Les résines polyesters

Ce sont des matières plastiques thermodurcissables disposant de deux avantages significatifs : Facilité de mise en œuvre et faible coût 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 [5].



**Figure I.6 :** Résine polyester

### I.3.1.2.4. La résine alkyde

On distingue trois types de résines alkydes. Elles sont issues de l'estérification de polyalcools par des acides organiques tels que l'acide phtalique et les acides gras insaturés contenus dans les huiles végétales. Les résines présentent des propriétés différentes selon leur teneur en huile, notamment au niveau du temps de séchage :

- **Résines alkydes longues en huile :** Elles contiennent plus de 55% d'huile et présentent donc les temps de séchage les plus longs et une tendance au jaunissement. Les résines alkydes longues en huile sont principalement utilisées dans le milieu du bâtiment.

## Chapitre I: Etude bibliographique

---

- **Résines alkydes moyennes en huile** : Elles contiennent 30 à 55% d'huile. Leur temps de séchage est rapide et elles ne jaunissent pas. Les résines alkydes moyennes en huile ont surtout des applications industrielles.

- **Résines alkydes courtes en huile** : Elles contiennent moins de 30% d'huile. Les résines alkydes courtes en huile forment un film plus dur et cassant, au séchage très rapide. Elles peuvent être utilisées en mélange dans des vernis polyuréthanes à 2 composants.

Ces résines peuvent en effet être modifiées par l'ajout d'un autre type de liant. Des résines alkydes uréthanes, acryliques ou encore silicone existent. Ces résines modifiées permettent de combiner certaines propriétés intéressantes des deux types de liants [6].



**Figure I.7** : Résine alkyde

### I.3.2. Les pigments

Ce sont des substances minérales ou organiques, généralement sous forme de fines particules (poudres), pratiquement insolubles dans le milieu en suspension, et utilisées pour leurs propriétés protectrices et décoratives. Le meilleur pigment qui nous donne la couleur blanche est le dioxyde de titane ( $\text{TiO}_2$ ) [7].



**Figure I.8** : Pigments

## Chapitre I: Etude bibliographique

---

Les pigments sont classés comme suit :

➤ **Les pigments organiques :**

Parmi les composés de pigment organiques les plus utilisés en peintures en citant :

- Diascozine: violet.
- Le mono azoïque de la série des naphthols : rouge.
- Diazoïque : jaune organique.

➤ **Les pigments métalliques :**

Se trouvent sous forme de poudre brillant comme l'aluminium et le zinc.

➤ **Les pigments minéraux :**

Ils sont regroupés par la couleur, les pigments minéraux sont classés par importance d'utilisation décroissante dans le **Tableau I.1**.

## Chapitre I: Etude bibliographique

**Tableau I.1.** Pigments utilisés dans tous types de peinture.

Nom	Formule
Blanc	
Dioxyde de Titane	TiO <sub>2</sub>
Oxyde de Zinc	ZnO
Bleu	
Bleu de cobalt	CoO, AlO <sub>3</sub> O <sub>2</sub>
Bleu outremer	Al <sub>6</sub> Na <sub>7</sub> O <sub>24</sub> S <sub>3</sub> Si <sub>6</sub>
Vert	
Oxyde de Chrome	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Chromate de Plomb	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , nH <sub>2</sub> O
Jaune de Zinc	ZnCrO <sub>4</sub>
Jaune	
Oxyde de Fer	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Chromate de Plomb	PbCrO <sub>4</sub>
Jaune de Zinc	Pb <sub>2</sub> CrO <sub>5</sub>
Orange	
Orange de Chrome	Pb <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>
Rouge	
Rouge de Calcium	Cd S, Cd Se
Oxyde de Fer	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Brun	
Oxyde ferrique et ferreux	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Noir	
Oxyde de Fer	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>

### ● Le rôle de pigments

- ❖ **Aspect de la couleur:** Les pigments ont la particularité d'absorber et de dévier la lumière en étant dispersés dans des solvants.
- ❖ **Effet mécanique:** Si les particules de pigment comblent tous les vides qui existent entre les particules plus grosses, le pigment agit comme une résistance mécanique (résistance à l'absorption) de la peinture et parfois aussi comme une force d'adhésion.

- ❖ **Effet de protection:** Les pigments sont de bons isolants électriques et peuvent protéger les métaux de la corrosion.

### I.3.3. Les charges

Les pigments ayant un faible pouvoir d'opacification sont désignés comme ainci, ce qui donne à la pellicule finale des propriétés spécifiques bénéfiques. En sélectionnant judicieusement les types spécifiques de charges, il est possible d'améliorer les caractéristiques finales d'une peinture et de modifier ses propriétés rhéologiques (régler sa viscosité). Ils sont employés afin de réduire le coût de production de la peinture [7].



**Figure I.9 :** Charges (carbonate de calcium. Silice)

Les principaux types des charges utilisées dans les peintures sont portés dans le **Tableau I. 2.**

## Chapitre I: Etude bibliographique

**Tableau I.2 :** Différents types de charges.

Type de compose	Nom	Formule
Sulfates	Barytine	BaSO <sub>4</sub>
	Blanc fixe	BaSO <sub>4</sub>
Carbonates	Carbonates de calcium	CaCO <sub>3</sub>
	Dolomite	(CaCO <sub>3</sub> , MgCO <sub>3</sub> )
Oxydes	Silicate	SiO <sub>2</sub>
Silicates	Talc (Silicate se magnésium hydraté)	Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>
	Mica	K(Mg,Fe)-3AlSi-3O-10OH
	Silicates de calcium	Ca <sub>2</sub> O <sub>4</sub> Si

### I.3.4. Les solvants

Dans l'industrie de la peinture, le diluant désigne le mélange de solvants qui est ajouté à la peinture concentrée et qui permet d'obtenir la peinture prête à l'emploi. Dans ces conditions pour éviter des ennuis, il faut se conformer rigoureusement au mode d'emploi de la peinture. Le choix des solvants est très important car il règle la facilité d'application d'une peinture et conditionne le résultat obtenu.

On classe les solvants en trois catégories :

- **Solvants légers** : Point d'ébullition inférieure à 100.
- **Solvants moyens** : Point d'ébullition inférieure à 130.
- **Solvants lourds** : Points d'ébullition supérieure à 130.

Dans un film de peinture, l'évaporation des solvants doit être continue et régulière, sans paliers pour éviter leur emprisonnement, les solvants légers partant les premiers. L'évaporation se fera rapidement au départ pour éviter les coulures au moment de l'application mais pas trop cependant, pour ne pas risquer la rétention des solvants lourds. Le dernier solvant à partir doit être un bon solvant des éléments filmogènes contenus dans la peinture.

La prise du film, son temps de hors poussières, le blush, la tension de la pellicule, le brillant final obtenu, sont conditionnés par le choix et l'équilibre des solvants. Chimiquement on distingue

plusieurs familles de solvants : alcools, esters, cétones, hydrocarbures aliphatiques et aromatiques [5].



**Figure I.10:** solvant (white spirit)

### I.3.5. Les additifs

Les additifs sont des composés en petites quantités qui ont différentes fonctions pour développer des qualités spécifiques et améliorer les conditions de production, de conservation et/ou d'application, ainsi que certaines propriétés spécifiques. Parmi ces agents, on retrouve les agents de mouillage et de dispersion des charges et des pigments, les agents anti-sédimentation, les agents anti-peaux, les fluidifiants et les agents épuisants, qui jouent un rôle de catalyseur dans la fabrication du film de peinture en apportant une protection supplémentaire contre certaines agressions (agents hydrophobes) [8] [9].

On peut distinguer selon le rôle des additifs les différents types suivants :

- **Les siccatifs** : Ce sont des accélérateurs de séchage pour les peintures qui sèchent par oxydation (le séchage à l'air) [10].
- **Les agents anti-peaux** : Ce sont des adjuvants susceptibles de ralentir ou empêcher la formation des peaux à la surface des peintures au contact de l'air.
- **Les agents anti-mousses** : Ce sont des adjuvants susceptibles de diminuer ou d'éviter la formation des mousses intempestives soit en cours de fabrication, soit au cours de l'application.
- **Les agents mouillants** : Ce sont des adjuvants qui confèrent aux peintures la propriété de mouiller plus facilement la surface à peindre.

- **Les agents fongicides et bactéricides** : Ce sont des adjuvants susceptibles de réduire ou d'empêcher l'attaque des peintures (liquides ou sous forme de film sec) par des champignons.
- **Les agents divers** : Dispersants, émulsionnants, épaississants, stabilisants, ...etc [11].

### I.4. Différents types de peintures

A partir de la matière première décrites précédemment sont formulées des peintures liquides parmi lesquelles on distingue celles en phase solvant, en phase aqueuse et celles durcissent sous rayonnement ultraviolet, et des peintures en poudre.

#### I.4.1. Peinture en phase aqueuse

Les peintures sont fabriquées en utilisant des liants hydro dispersés et/ou hydrosolubles, dont les caractéristiques principales sont expliquées ci-dessous:

**Liants hydrosolubles**: La présence de macromolécules de type alkyde, acryliques en solution, d'apparence transparente, de masse moléculaire allant de 1000 à 5000, et d'un diamètre inférieur à 0,001 $\mu\text{m}$ . En règle générale, ces liants sont dissous dans un mélange de solvant composé de glycol et d'eau. La quantité de mélange pondéral entre l'éther de glycol et l'eau varie en fonction de la nature chimique du polymère et de la solubilité de l'éther de glycol dans l'eau.

**Liants hydrodispersé** : parmi lesquels on distingue les dispersions colloïdales et les émulsions :  
**Les dispersions colloïdales** : Les particules transparentes sont des suspensions de particules polluantes dans l'eau. Ces particules, dont la masse moléculaire varie de 50000 à 200000, ont un diamètre variant de 0,001  $\mu\text{m}$  à 0,1  $\mu\text{m}$ .

**Les dispersions émulsions** : Il s'agit de dispersions de liquides qui ne peuvent pas se mélanger entre eux. La phase continue (eau) est formée par l'un des liquides. La phase dispersée discontinue est une autre forme composée de particules polymériques dont le diamètre est habituellement d'environ 0,1  $\mu\text{m}$  et dont la masse moléculaire varie entre 200000 et 1000000 [12].

De cela on distingue deux types de peintures :

### **I.4.1.1. Peinture Acrylique**

La peinture acrylique, autrefois connue sous le nom de peinture à l'eau, est la variante la plus répandue des peintures à base d'eau. Sa composition est constituée d'un mélange de pigments qui sont liés par une résine acrylique, ce qui lui donne son nom. Il existe de nombreuses peintures acryliques. Environ sans parfum, elle peut être utilisée tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Appliquée aisément, la peinture acrylique sèche rapidement et ne prend pas de couleur jaune au fil du temps. D'une excellente capacité de couverture et de résistance à l'humidité, elle permet néanmoins au support de respirer. Il est également simple de nettoyer les outils en les rinçant à l'eau. Finalement, on considère que la peinture acrylique est moins nocive que les peintures à base solvant [13].

### **I.4.1.2. Peinture Vinylique**

La peinture vinylique, contrairement à l'acrylique, est fabriquée à partir d'un mélange d'acétate et de vinyle. Étant donné qu'elle présente des caractéristiques similaires à celles d'une peinture à l'huile, elle demeure néanmoins une peinture à l'eau, avec les bénéfices associés.

La peinture vinylique élastique, extrêmement résistante et offrant un fort pouvoir de couverture, peut être utilisée tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. La peinture vinylique, idéale pour les peintures décoratives et à effets lorsqu'elle est associée à d'autres éléments, offre également une excellente sous-couche pour les fonds poreux, à condition que ces derniers soient secs à l'intérieur. Facile à mettre en place, elle sèche rapidement et reste abordable [13].

### **I.4.2. Peinture en phase solvant**

Les peintures en phase solvant sont des solutions polymériques qui, une fois durcies, créent une pellicule filmogène continue, adhérente et insoluble sur le support en présence des solvants habituels. Le durcissement, également appelé séchage, est le processus physico-chimique qui permet de passer de l'état liquide à celui de solide. La formation de liaisons chimiques dans l'état solide permet d'obtenir un réseau macromoléculaire tridimensionnel [13].

On trouve trois types de peinture en phase solvant :

### **I.4.2.1. Peinture Glycérophtalique (alkyde)**

La peinture glycérophtalique, autrefois connue sous le nom de peinture à l'huile, est une peinture qui contient une résine glycérophtalique qui sert de liant. Il s'agit d'une peinture avec un solvant. La peinture à base de glycéro se dessèche en évaporant les solvants organiques qu'elle renferme et en oxydant son liant, contrairement à la peinture à base d'eau, qui se dessèche par évaporation de l'eau. Elle possède de multiples bénéfices, (elle est particulièrement) imperméable et offre une apparence agréable, cependant son utilisation diminue de plus en plus, principalement en raison de sa toxicité. Elle renferme des substances organiques volatiles dangereuses pour l'être humain et l'environnement [13].

### **I.4.2.2. Peinture polyuréthane**

Dans la catégorie des peintures à l'huile, la peinture polyuréthane est souvent employée pour les sols, contrairement aux Glycéro. 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 [13].

### **I.4.2.3. Peinture Epoxy**

La peinture époxy est composée d'une base et d'un durcisseur. La base contient des liants polymères époxy, qui réagissent en contact avec le durcisseur. La peinture époxy permet 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 et les ateliers [13].

## Chapitre I: Etude bibliographique

**Tableau I.3 :** Comparaison des propriétés des peintures en phase aqueuse et en phase vante.

Propriétés	Peinture en phase aqueuse			Peinture en phase solvants
	Hydrodiluable		Les hydrosolubles	
	Emulsion	Dispersions Colloïdales		
<b>Propriétés physiques du liant</b>				
Aspect	Opaque blanc	Moléculaire	Limpide	
Diamètre du particules	0,1 à 10 µm	0,01 à 0,1 µm	<0,001 µm	
Masse moléculaire (g/mol)	10 <sup>5</sup> à 10 <sup>6</sup>	2× 10 <sup>2</sup> à 2×10 <sup>5</sup>	5×10 <sup>3</sup> à 5×10 <sup>4</sup>	
Viscosité	Indépendante de la masse moléculaire	Partiellement dépendante de la masse moléculaire	Direction dépendante de la masse moléculaire	
<b>Formulation</b>				
Contrôle de la viscosité	Nécessité d'épaississant	Epaississement par tiers solvant	Viscosité fonction de la masse moléculaire	
Dispersion des pigments	Difficile	Bonne	Excellente	
Extrait sec pondérale	Elevé	Moyen	Moyen à faible	
Formulation	Complexe	Intermédiaire	Aisée	
<b>Application</b>				
Difficultés d'application	Nombreuses	Moyennement importantes	Peu importantes	
Formation de film	Coalescence	Coalescence et séchage physique	Séchage physique	

### I.4.3 Peinture en poudre

Il s'agit d'une peinture sans aucun solvant. Afin de pouvoir faire une comparaison entre ces divers types de peinture, il est nécessaire de prendre en compte les aspects techniques (comme la spécificité de l'installation), le coût énergétique du solvant, la quantité de produit, les coûts de composition (comme les additifs spécifiques) et l'impact environnemental, en particulier la présence de co-solvants résiduels. Afin de les distinguer rapidement, les peintures à haut extrait sec n'ont pas été à la pointe des avancées technologiques. Ainsi, elles sont légèrement négligées par rapport aux deux autres produits. Les vernis à l'eau semblent bénéfiques, car ils peuvent être utilisés à partir des installations déjà utilisées pour les vernis solvantés. En outre, il est essentiel d'utiliser une quantité limitée de peinture afin de créer un film homogène qui présente les mêmes propriétés optiques et de résistance chimique [12].

### I.5. Formulation de la peinture

Avant de concevoir une formule, il est essentiel que le chimiste soit au courant des caractéristiques souhaitées et des exigences d'utilisation. Dans la majorité des situations, une formule existante est modifiée en modifiant un ou plusieurs composants, ce qui constitue en réalité un savoir-faire. On demande au chimiste de fournir une formule qui détermine le pourcentage de chaque composant. Le but est de disposer d'un système de dispersion des pigments stable, mais le défi réside dans le choix du liant, du solvant et de l'additif approprié. Afin d'accomplir cela, nous nous appuyons sur l'efficacité du mouillage garanti par le couple liant-solvant. Il existe des courbes de mouillage (The wetting efficiency curves) qui permettent de choisir le couple liant-solvant optimal pour obtenir un mouillage optimal. Pour construire ces courbes, nous testons différentes solutions de liant et de solvant sur un pigment, puis nous traçons le volume de pigment VP% en fonction du volume de la solution VS%). On obtient les résultats en utilisant un Torque Rhéomètre. Le chimiste a également la possibilité de mesurer la concentration d'huile (titrage du pigment par une résine) afin de choisir la résine appropriée, mais cette méthode ne permet pas d'obtenir des informations sur l'efficacité du mouillage assuré par le système liant-solvant. D'autres méthodes incluent la détermination de la taille des particules, de l'intensité de la couleur, de la viscosité, etc. Grâce à toutes ces techniques, nous pouvons obtenir une représentation graphique du problème et guider le chimiste vers la création d'une formule qui présente des caractéristiques appropriées. Parfois la formule est de source empirique, c'est-à-dire

## Chapitre I: Etude bibliographique

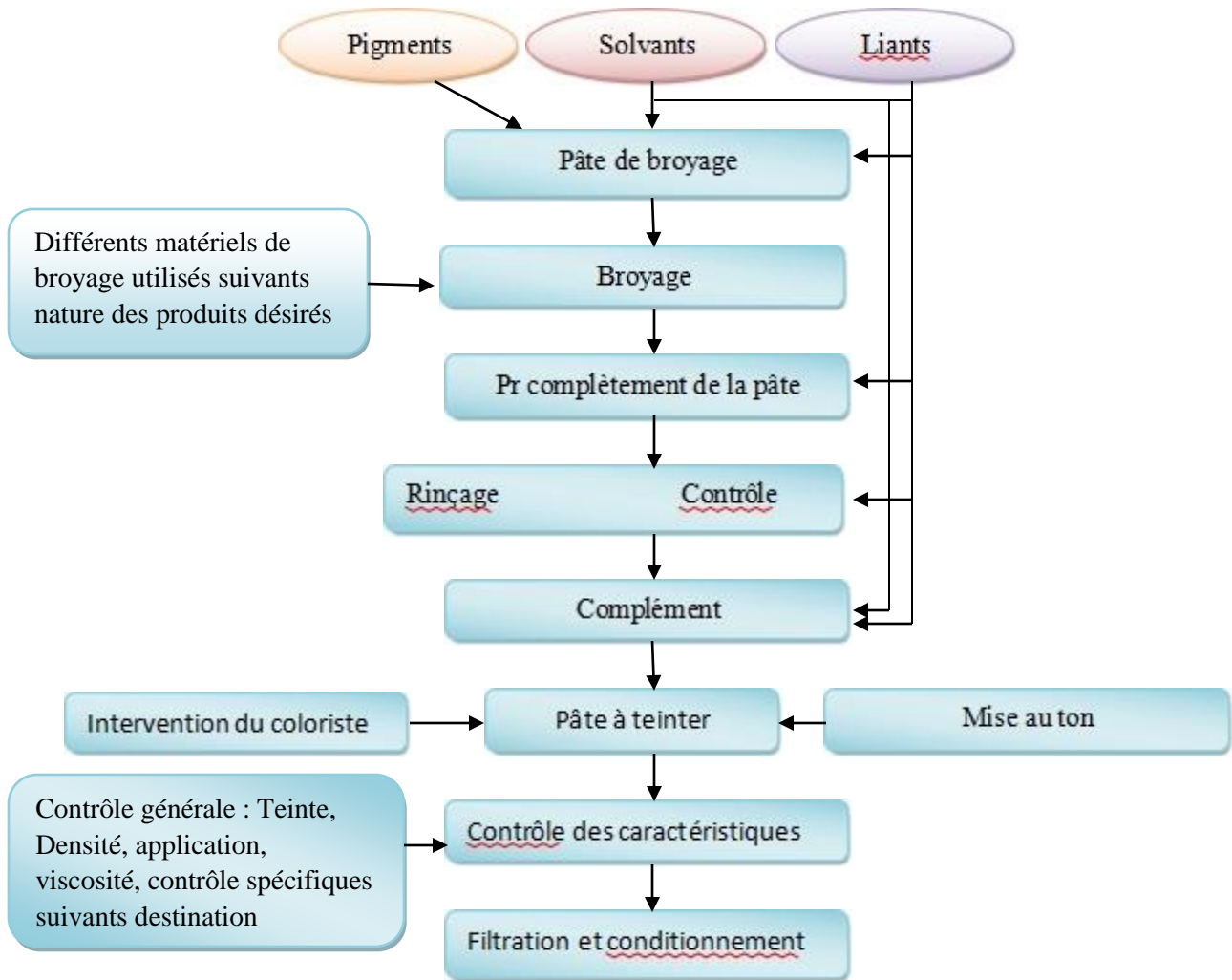
---

le chimiste fait beaucoup d'essai jusqu'à obtenir un produit qui présente de bonnes propriétés. Le revêtement doit présenter les caractéristiques suivantes: Adhésion, Durabilité et une flexibilité, ce qui lui permet de couvrir et protéger la surface du support [14].

### I.6.Fabrication du peinture

À la différence du processus habituel de fabrication de produit chimique, la fabrication des peintures ne nécessite aucune réaction chimique directe. Il s'agit principalement, pour chaque produit et chaque composition, de procéder à une série d'opérations de dosage, de mélange, de dispersion et de contrôle, le tout dans des conditions optimales. Un schéma de production précis pour ce type de produit (peintures) n'est pas disponible. En revanche, il est pertinent de mettre en lumière certaines spécificités des différentes étapes de la production, appelées « stratégies de production», en se basant sur les bases fondamentales physicochimiques ou techniques des opérations et en étudiant l'équipage [15].

### Matière Première Mise en œuvre



**Figure I.11** : Différents étapes de la fabrication d'une peinture.

#### I.6.1. Procédés de fabrication de la peinture

Nous visons à obtenir un mélange homogène, perceptible à l'œil nu, et à maximiser la puissance colorante des pigments. Il est fréquent d'avoir recours à un agent mouillant pour améliorer et simplifier l'incorporation des pigments dans la phase liquide. Grâce à l'additif, la tension superficielle du liquide est réduite, ce qui entraîne une augmentation de sa capacité de mouillage. Il est possible d'atteindre cet objectif en diminuant la taille des agrégats et des agglomérats jusqu'à atteindre une dimension optimale des particules, en utilisant les additifs

appropriés pour assurer un mouillage optimal et une dispersion efficace. Le mode opératoire suivi est le suivant :

### **I.6.1.1. Empattage (mouillage)**

Au cours duquel les éléments solides (pigments et charges) sont dispersés dans une partie du liant ; des solvants et d'adjuvants [16].

### **I.6.1.2. Broyage et dispersion**

Les forces de cisaillement développées dans cette phase doivent être supérieures aux forces de cohésion qui unissent les particules pour dés agglomérer les pigments et charges et avoir un mélange uniforme et obtenir la finesse maximale recherchée pour le film.[17]

### **I.1.6.1.3. Finition et ajustement**

Au cours de cette étape les compléments sont bien répartis de façon homogène dans la pâte c'est-à-dire réservé un temps de mélangeage suffisant pour éviter une réagglomération des particules. Donc le broyage de formule est complété, la teinte est ajustée et la peinture est conduite aux caractéristiques désirées [16].

### **I.6.1.4. Filtration**

La filtration est effectuée pour enlever les impuretés et pour attraper de petites particules les moyens de broyage (billes de verre, billes de zirconium, billes de céramique). Les peintures peuvent être filtrées par une multitude de moyens et l'utilisation finale du produit détermine le type de filtration. L'utilisation des filtres de 40 à 80  $\mu\text{m}$  est recommandée pour la filtration des peintures et laques de finition [18].

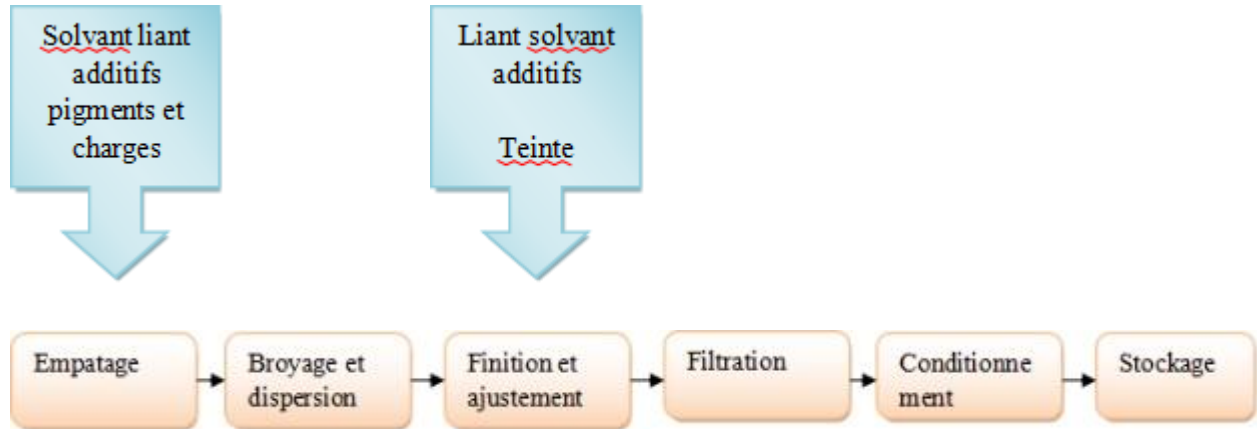
### **I.6.1.5. Conditionnement**

Remplir la peinture dans des bidons ou futs et qui seront palettisés.

### I.6.1.6. Stockage

Dans les bâtiments de stockage à l'abri et sous une température ambiante.

Le schéma suivant résume les étapes de fabrication des peintures :



**Figure I.12** : procédé de fabrication des peintures.

### I.6.2. Caractéristiques de la fabrication :

Les spécificités de la fabrication des peintures peuvent être résumées comme suit :

Une abondance des matières premières

Conséquence : frais importants liés au contrôle, à la tenue des stocks et à la répartition.

Des installations de production variées, mais aussi des matériels de fabrication hétérogènes

Conséquence: frais élevés d'utilisation de nettoyage et de maintenance.

Un très grand nombre de produit finis

Conséquence: frais élevés générés par le contrôle, la tenue des stocks et l'expédition .

### I.7. Différents gammes de peintures

#### I.7.1. Peinture pour bâtiments

Il faut distinguer peintures intérieures et extérieures, pour lesquelles les types d'agression sont très différents, notamment insolation, écarts de température et intempéries. Les types de support sont très variés : béton, mortier, brique, parpaings, plâtre, bois, métal...

À l'exception des surfaces métalliques, les matériaux utilisés dans le bâtiment sont des supports absorbants; il est donc essentiel de les recouvrir d'une couche d'impression afin de garantir une solide fixation sur ce support. Il est fréquent de préparer les surfaces en rebouchant les trous et les fissures avec un enduit adéquat; il est important de l'appliquer uniquement sur des supports dépoussiérés et secs. Dans cette situation, il est important de prendre en considération la nature de la surface, son état, la présence éventuelle d'un revêtement précédent, le mode d'application, la durabilité et la résistance souhaitées: la capacité à être lavée, résistant à l'abrasion, aux taches à l'intérieur, résistant aux intempéries, et durable à l'extérieur.

##### I.7.1.1. Peintures intérieures

Les alkydes sont couramment utilisés dans toutes les catégories de peintures : brillantes, satinées et mates. On utilise de plus en plus les dispersions acryliques et vinyliques pour les satinées et les mates. Les autres types de liants avec des performances supérieures ne sont employés que dans les zones nécessitant une durabilité spécifique : les sols en ciment peint ou les parquets.

##### I.7.1.2. Peintures extérieures

La plupart du temps, le béton est le support. Il est nécessaire de nettoyer les surfaces à peindre, d'éliminer les agents de démoulage (huiles) et de les préparer en les rebouchant. En règle générale, les revêtements sont de couleur mate ou satinée et doivent être extrêmement résistants aux intempéries, sans subir de jaunissement. En règle générale, ils présentent une microporosité qui favorise un équilibre assez proche entre l'eau contenue dans le matériau et l'environnement extérieur. Les revêtements qui sont trop étanches sur des matériaux supportables

peuvent être sujets à des cloquages et des décollements (comme les bétons, le bois, les plâtres...). Les principaux liants utilisés sont des copolymères vinyliques ou acryliques en émulsion. Leurs masses élevées leur donnent la souplesse et la durabilité nécessaires. Ils doivent être choisis pour leur résistance à la saponification, s'ils sont appliqués directement sur supports alcalins (béton frais), sinon il faut les isoler par une impression résistante à l'hydrolyse. Les copolymères acryliques en solution sont également utilisés, car ils permettent une application même par des conditions atmosphériques défavorables qui empêchent la coalescence des films d'émulsion (basse température, humidité relative élevée) et sont plus tolérants sur une préparation médiocre des fonds, où leur pénétration capillaire assure une consolidation des couches superficielles qui manquent de cohésion. Si le support est du fer ou du bois, les systèmes les plus fréquemment utilisés sont à base de résines alkydes avec des finitions généralement brillantes.

### **I.7.2. Peinture carrosseries**

Les peintures de carrosserie servent à préserver et à embellir les véhicules légers et lourds., on distingue deux secteurs bien distincts:

- Carrosserie retouche réparation, des véhicules déjà peints.
- Carrosserie constructrice.

### **I.7.3. Le vernis**

Solution translucide d'une matière résineuse dans un solvant que l'on applique par couches fines sur un support pour le décorer ou le protéger. Le liant est généralement un corps plus ou moins transparent qui a l'apparence d'une résine. Dissous seul dans un solvant, il forme un vernis:

liant + solvant = vernis

Les nombreuses modifications qui interviennent dans la composition et la préparation des vernis rendent leur classification difficile. Le vernis à l'alcool, par exemple, est une résine dissoute dans un solvant volatil ne contenant aucune huile siccatrice; le vernis à l'asphalte est une solution d'asphalte qui produit un revêtement opaque, noir. Appliqué en mince pellicule, le vernis durcit en séchant [12].

## Chapitre I: Etude bibliographique

---

### I.8. Action sur la consistance des peintures

**Fluidification:** le moyen le plus simple est l'utilisation des solvants, cependant il est parfois possible d'abaisser fortement et rapidement la viscosité, en ajoutant une faible quantité d'un produit très polaire, tel que les acides [19].

**Epaississant:** son rôle est d'augmenter la viscosité des peintures d'un côté et d'éviter le dépôt des pigments et des charges [19].

**Action conservatrice :** certains produits sont introduits pour protéger le support tel que : anticorrosion pour limiter l'attaque du fer par les peintures dispersées dans l'eau par exemple : le benzoate de soude [20].

**Fongicide :** l'emploi de ces produits est indispensable dans tous les liants à base d'eau, afin d'éviter la décomposition des peintures dans les bidons de peinture [20].

### I.9. Conclusion

A l'issue de ce chapitre, nous avons acquis une multitude de connaissances théoriques sur lesquels se basera le travail pratique de mémoire. En effet, les informations établies précédemment sur les peintures et leurs types ainsi que les notions liées aux compositions de peintures et la grande variété existante dans les types de liant existant ont permis la réalisation de toute la partie expérimentale.

## Références bibliographiques

- [1] M.Papadakis, M.Venaut. Fabrication et utilisation des liants hydrauliques, 2<sup>ème</sup> édition, 178-205,1966.
- [2] Inrs. Peintures en phase aqueuse (ou peinture à l'eau) compositions, risques toxicologiques, mesure de prévention, Paris mars2006.
- [3] Utilisation des dispersions acryliques pour la mise au ton de papier de restauration, octobre1998, janvier1999, URL: [multimedia-ext.bnt.fr/lettres/conservation/html/cn-act-num08-art2.htm](http://multimedia-ext.bnt.fr/lettres/conservation/html/cn-act-num08-art2.htm).
- [4] K.Atman. Produits, Acétate de polyvinyle, 2020.
- [5] F.Saioudi. Mémoire Master. Formulation des émulsions de peinture. Université 8 Mai 1945, Guelma Juin. (2012).
- [6] R.Anliker.Vernis alkydes et peintures à l'huile, RUCO Le magazine spécial des peintres et vernisseurs, 15, 2009
- [7] E.A. Amelina, L.I. Kuksenova, A.M. Parfenova, L.M. Rybakova, A.I. Bessonovand E.D. Shchukin. On the Mechanism Of The Effect Organic Additifs On The mechanical Proprieties And Internal Microstresses. (Mode II), Colloid Journal, Vol. 59, 96– 101, 1997.
- [8] R. Leberton, M.Ecuyer, T.Portaz. Peintures en solvant : Composition, risques toxicologiques, mesure de prévention, INRS, ED 971, Paris 2005. P.1-20, disponible sur : [www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/intranetobjectaccesParRéférences/ED%20971/Sfile/ed971.pdf](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/intranetobjectaccesParRéférences/ED%20971/Sfile/ed971.pdf)
- [9] P.Grandou, P.Pastor. Les peintures et les vernis, les constituants : liants, solvants, plastifiants, pigments, colorants, charges, adjuvants. ED HERRMANN, Paris1966. PP 9-50.
- [10] N. Younes. Mémoire licence. Fabrication de résine d'alkyde à base d'huile de soja, université Akil Mohand Oulhadj Bouira. (2019).
- [11] pierre grandou, application sur les peintures et vernis.
- [12] A.M. Paillere, M. BenBassat, S. Akman. Guide For use of admixtures in concrete Materials and Strictures, Vol 25, 49-56, 1992.

- [13] Information chimie n° 180/181,1978.
- [14] L.Laout, J.Claude. Formulation des peintures: Physico-chimie et matières pulvérulentes. Techniques de l'ingénieur. Génie des procédés, 2005, no J2270.
- [15] P.grandou,P.pastour, peintures et vernis, hermann, 1996.
- [16] Kadri. Chimie des polymères : la peinture.URL :<https://prezi.com/>
- [17] T.Ammouche, Solvants additifs. Présentation power point, 2018
- [18] S.Xanthoulis. Fiche VLR : Peinture vernis, lack et encres. FAO,2006.
- [19] K.C. Hsu, Y.F. Lee. The Material Properties Of Sulphonated Phenolic Resin Reinforced Cement Mortars, Journal Of Materials Science, Vol.31,5787-5790,1996.
- [20] J.Buekett. International admixtures standards,Cement and concrete composites, 20, n°2-3,137-140,1998.

# MATERIELS ET METHODES

**II.1. Présentation de l'entreprise National de Peintures (ENAP)****II.1.1. Historique**

L'Entreprise National Algérienne de Peinture est une importante entreprise nationale dont le siège se trouve à LAKHDARIA, ALGER, elle a été fondée à la suite de la restructuration de la Société Nationale des Industries Chimiques (SNIC) en fonction des différents secteurs d'activité. L'entreprise est dotée d'équipement ultramodernes et de personnel hautement qualifié. L'effectif total de l'entreprise s'élève à environ 1789 agents. L'ENAP a été transformée en SPA en mars 1990 avec un capital social de 100 millions de DA.

**II.1.2. Objet Social**

L'entreprise publique économique (ENAP) a pour objet de gérer, exploiter et développer les activités de production et de commercialisation des peintures, vernis, encres, émulsions, résines, colles et dérivés. Plus généralement, elle s'occupe de toutes les opérations industrielles, commerciales ou financières, mobilières ou immobilières, pouvant se rattacher directement ou indirectement à son objet social, ou susceptibles d'en favoriser l'extension ou le développement.

L'entreprise ENAP est constituée de:

- Direction générale à LAKHDARIA.
- Complexe de production de LAKHDARIA.
- Unité de peinture d'OUED SMAR.
- Unité de peinture CHERAGA.
- Unité de peinture d'ORAN.
- Complexe de production de SIG.
- Complexe de production de SOUK AHRAS.
- Unité commerciale ALGER (UCA).
- Unité commerciale EST (UCE).

La distribution des produits grand public et de droguerie est assurée principalement par les unités commerciales UCA et UCE (réseaux de distribution indirects) ainsi que par les distributeurs conventionnés, représentant 79% de la distribution. Les commandes spécifiques des clients industriels sont directement traitées par les unités de production de l'ENAP (circuit direct), représentant 21% de la distribution.

### II.1.3. Présentation de l'unité de production de SOUK AHRAS (UPSA)

#### II.1.3.1. Situation géographique

L'unité de **SOUK AHRAS** est située à l'est de pays, dans la frontière limitrophe de la Tunisie, dans la zone industrielle, route allant à Annaba, a pour avantage la facilité d'écoulement des produits par terre et mer et par voie ferroviaire pour une distance de 100 Km. Avec l'unité SIG à l'ouest, cela permet de répartir d'une manière équitable les flux de distribution des produits fabriqués à travers le territoire.



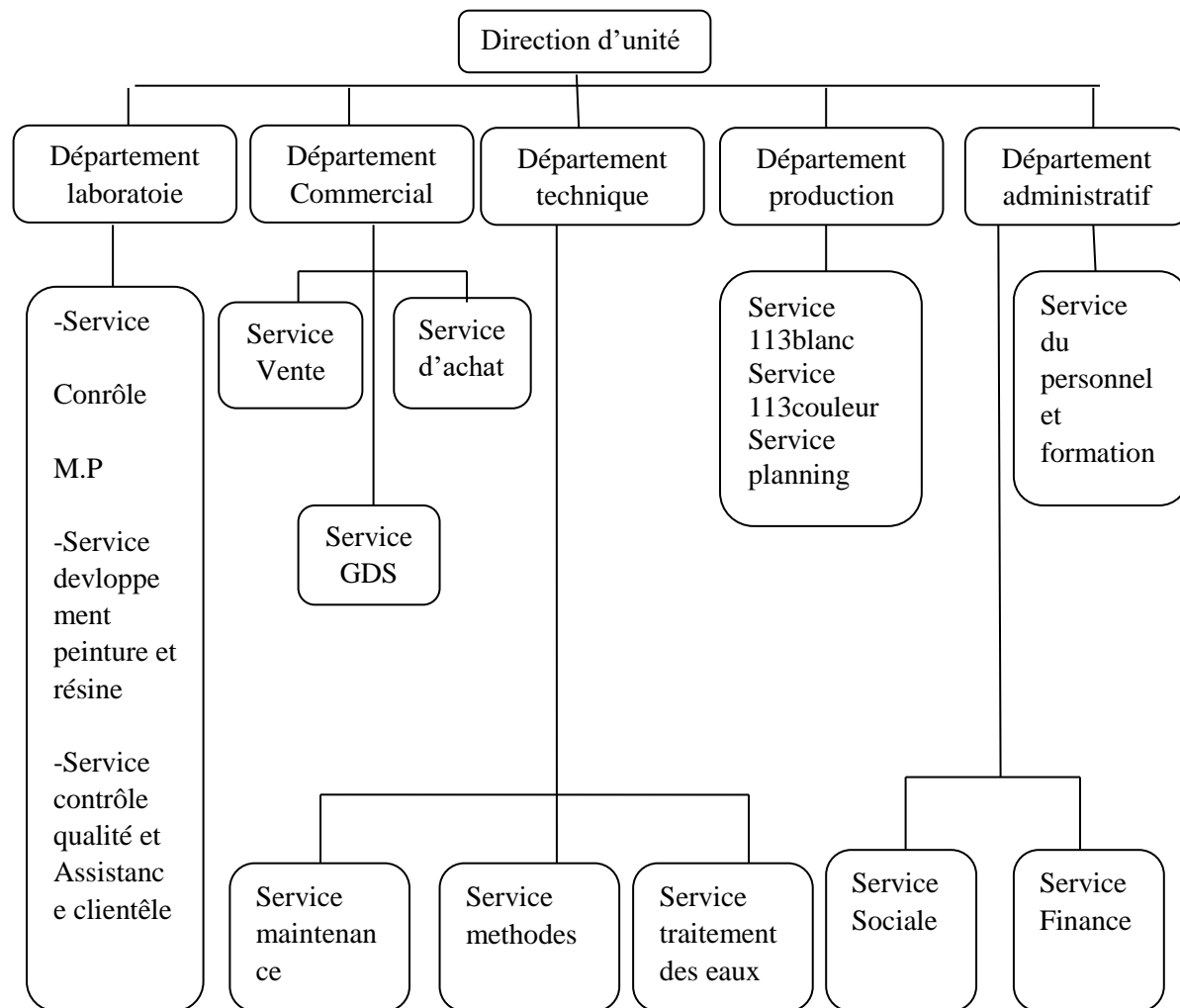
**Figure II.1:** Situation géographique de l'unité de production Souk-Ahras.

#### II.1.3.2. Description Générale

L'unité de production de SOUKAHRAS a été établie en 1984 avec une capacité moyenne de production de 20000 tonnes par an. Son objectif principal était de répondre à la demande croissante de peintures de toutes sortes, en particulier dans les régions considérées comme défavorisées. Cette entreprise produit une multitude de peintures variées dont la majorité est destinée aux bâtiments et selon l'utilisation et l'exigence du client à savoir :

- Peinture industrie divers (automobiles, aviation et électroménagers) ;
- Peinture marine ;
- Peinture retouche pour carrosserie, matériel agricole et ferroviaire ;

L'ENAP à SOUKARAS est gérée par un directeur d'unité et est répartie en cinq sections appelées les départements. La figure II.2 présente une description générale de l'entreprise.



**Figure II.2 :** Schéma descriptif de l'ENAP "SOUKAHRAS"

**II.1.3. La fiche technique de l'entreprise**

ENAP : **E**ntreprise **N**ationale des **P**eintures.

Complexes peintures : Unité de Souk-Ahras.

Soit : a- Peintures industrie : 14000 Tonne/ An.

b- Peintures bâtiment : 26000 Tonne/ An.

Superficie totale : 13hectares dont 3 hectares sont recouverts.

Nombre d'employés : 344 agents divisés comme suite 178 permanents, 82 contractuels et 84 dans le cadre CTA (Contrat de Travail Aidé) d'après les statistiques de fin 2018.

## II.2. Protocole expérimentale de préparation d'une peinture acrylique et vinylique

Dans le but d'améliorer la qualité des peintures, des essais de formulation seront réalisés en modifiant le taux de liant utilisé dans une peinture à base d'eau, qu'il s'agisse d'une émulsion vinylique ou acrylique. Ces essais visent à améliorer le degré de brillance et à étudier l'influence de la variation du taux de résine sur les propriétés physicochimiques du produit final, notamment la viscosité, la densité, l'extrait sec, le pouvoir couvrant et la lavabilité. Les différents processus et méthodes utilisés dans la préparation et l'amélioration des peintures à base d'eau sont décrits ci-après, incluant les différentes étapes de préparation des peintures avec des taux variés de liant (vinylique et acrylique)

### II.2.1. Formulation de la peinture vinylique

#### II.2.1.1. Réactifs chimiques

Les produits chimiques ont été utilisés tels qu'ils ont été reçus, aucune purification quelque soit sa nature n'a été jugée utile dans le cadre de cette étude. Les produits que nous avons utilisés sont listés dans le tableau II.1 :

**Tableau II.1:** formulation de peinture ENAP à base de copolymère vinylique 20% d'émulsion.

Types	Produits	Taux
Les additives	Anti mousse	0,5 à 1 %
	Solvant aliphatique	
	Fongicide	
Base	Régulateur de PH	
Les solvants	Eau	45% à 50%
	Solvant aliphatique	
Charge	Carbonate de calcium	5% à 8%
Liant	Emulsion vinylique	20%
Pigment	Titane	17

**Tableau II.2:** formulation de peinture ENAP à base de copolymère vinylique 35% d'émulsion.

Types	Produits	Taux
Les additives	Anti mousse	0,5 à 1 %
	Solvant aliphatique	
	Fongicide	
Base	Régulateur de PH	
Les solvants	Eau	35% à 40%
	Solvant aliphatique	
Charge	Carbonate de calcium	5% à 8%
Liant	Emulsion vinylique	35%
Pigment	Titane	17

**Tableau II.3:** formulation de peinture ENAP à base de copolymère vinylique 50% d'émulsion.

Types	Prduits	Taux
Les additives	Anti mousse	0,5 à 1 %
	Solvant aliphatique	
	Fongicide	
Base	Régulateur de pH	
Les solvants	Eau	20% à 25%
	Solvant aliphatique	
Charge	Carbonate de calcium	5% à 8%

Liant	Emulsion vinylique	50%
Pigment	Titane	17

**Tableau II.4:** formulation de peinture ENAP à base de copolymère vinylique 65% d’émulsion.

Types	Produits	Taux
Les additives	Anti mousse	0,5 à 1 %
	Solvant aliphatique	
	Fongicide	
Base	Régulateur de PH	
Les solvants	Eau	10% à 15%
	Solvant aliphatique	
Charge	Carbonate de calcium	5% à 8%
Liant	Emulsion vinylique	65 %
Pigment	Titane	17 %

**II.2.1.2. Mode opératoire**

Il s’agit d'une peinture de finition à base de copolymère vinylique, applicable sur divers supports tels que le ciment, le béton, le plâtre et la brique. Chaque composant de cette formulation est ajouté pour garantir une qualité supérieure. Dans un récipient, on mélange d'abord l'eau avec l'agent mouillant en phase aqueuse, puis, sous agitation, on ajoute l'épaississant et l'anti-mousse. Ensuite, on ajoute la solution de soude pour former le gel et obtenir un milieu basique (pH = 8 – 9). Ensuite, sous agitation, on incorpore progressivement le pigment (titane) en le saupoudrant, puis on complète avec la charge (carbonate de calcium).

Cette formule est laissée à disperser à une vitesse de rotation de 600 RPM pendant 25 minutes. Enfin on ajoute le reste des matières; l'émulsion vinylique, le solvant aliphatique et le fongicide.

### II.2.2. Formulation de la peinture acrylique

C'est une peinture de la finition à base de copolymère acrylique.

#### II.2.2.1. Réactifs chimiques

Les produits chimiques ont été utilisés tels qu'ils ont été reçus, aucune purification quelque soit sa nature n'a été jugée utile dans le cadre de cette étude. Les produits que nous avons utilisés sont listés dans le tableau II.2 :

**Tableau II.5 :** formulation de peinture à base d'acrylique 20% d'émulsion.

Type	Produit	Taux
Les additives	Agent mouillant acrylique	0,5% à 1%
	Epaississant acrylique	
	Agent de coalescence	
Les solvant	Eau	45% à 50%
	Retardateur de séchage	
Charge	Carbnate de calcium	5% à 8%
Pigment	Titane	17 %
Liant	Emulsion acrylique	20%

**Tableau II.6 :** formulation de peinture à base d'acrylique 35% d'émulsion.

Type	Produit	Taux
Les additives	Agent mouillant acrylique	0,5% à 1%
	Epaississant acrylique	
	Agent de coalescence	
Les solvant	Eau	35% à 40%
	Retardateur de séchage	
Charge	Carbnate de calcium	5% à 8%
Pigment	Titane	17 %
Liant	Emulsion acrylique	35%

**Tableau II.7 :** formulation de peinture à base d'acrylique 50% d'émulsion.

Type	Produit	Taux
Les additives	Agent mouillant acrylique	0,5% à 1%
	Epaississant acrylique	
	Agent de coalescence	
Les solvant	Eau	20% à 25%
	Retardateur de séchage	
Charge	Carbnate de calcium	5% à 8%
Pigment	Titane	17 %
Liant	Emulsion acrylique	50%

**Tableau II.8** : formulation de peinture à base d'acrylique 65% d'émulsion.

Type	Produit	Taux
Les additives	Agent mouillant acrylique	0,5% à 1%
	Epaississant acrylique	
	Agent de coalescence	
Les solvant	Eau	10% à 15%
	Retardateur de séchage	
Charge	Carbnate de calcium	5% à 8%
Pigment	Titane	17 %
Liant	Emulsion acrylique	65%

### II.2.2.2. Mode opératoire

#### La dispersion

Dans une boîte, on met l'eau et l'agent mouillant acrylique et sous agitation on ajoute l'épaississant acrylique ainsi que l'agent de coalescence.

#### L'empatage

On Introduit sous agitation en saupoudrant le pigment (Titane), ensuite on complète par la charge (carbonate de calcium). On laisse cette formule à disperser sous vitesse de rotation de (600 RPM) pendant une période de 25 minutes.

La dernière étape est l'ajout le reste des matières : liant acrylique et le retardateur de séchage.

## II.2. Méthodes et matériels d'analyse spécifique des peintures

### II.2.1. Détermination de la viscosité par le viscosimètre Brookfield

Le viscosimètre utilisé est de marque Brookfeild modèle DV-III. Il est constitué d'une tête pouvant se mouvoir le long du bâti qui la porte et est équipé d'un cadran à affichage numérique et des touches pour la commande manuelle de l'appareil. Quatre broches avec écran de type LV, munies d'un bâti de protection, se fixent au-dessous de la tête en parallèle avec un

thermomètre. L'appareil permet de mesurer la viscosité d'un fluide à diverses vitesses de cisaillement, tout en affichant la température et le couple appliqué.

Le principe de fonctionnement du Brookfeild est de faire tourner une broche immergée dans le fluide à tester, par l'intermédiaire d'un ressort calibré. La résistance exercée (viscosité) par le fluide sur la broche se traduit par la déflexion du ressort et cette dernière se mesure par l'intermédiaire d'un capteur de rotation. La plage de mesure d'un DV III est déterminée par la vitesse de rotation de la broche par les côtes et la forme de cette dernière ainsi que par la vitesse de rotation de la broche, par les côtes et la forme de cette dernière ainsi que par le couple maximal du ressort. Un réglage de l'appareil s'effectue obligatoirement avant la mise en marche de l'essai. Les résultats sont affichés directement sur le cadrons de l'appareil ou sur ordinateur [1].

Nous avons réalisé nos essais en mode manuellement. La broche L5V2 ou L4V2 est immergée dans un bécher de 500ml contenant la peinture. L'immersion se fait avec la précaution d'éviter d'emprisonner des bulles d'air sous le disque de la broche, ensuite, on la fixe à la tête. La viscosité des peintures est déterminée en poises (Po) à un intervalle de température de 20–25 °C à l'aide d'un bain marie. Avant de lancer le test, on fait entrer le code de la broche ainsi que la vitesse de rotation. En fait, les bonnes valeurs de la viscosité sont obtenues par un compromis entre la vitesse de rotation et le torque.

La viscosité est déterminée en poises (Po) selon la relation suivante :  $n = L * F$

Avec :

$n$  Viscosité en centipoises à 20-25°C

$L$  Lecture sur le cadran

$F$  Facteur qui est fonction du corps de mesure et de la vitesse



**Figure II.3:** Viscosimètre « Brookfield

### II.2.2. Détermination de la densité par le Pycnomètre

Cette méthode consiste à déterminer la densité des peintures, vernis et diluants au moyen d'un pycnomètre 100 CC et la balance de précision.

Pour déterminer la densité, on pèse le pycnomètre avec son couvercle soit M1, on remplit le pycnomètre avec le produit à contrôler jusqu'au bord, en évitant la formation de bulles d'air. On place le couvercle à fond, dans un mouvement de rotation, et on essuie l'excès du produit qui s'est échappé du pycnomètre. Après on pèse le pycnomètre avec le produit et son couvercle soit M2 [2].

La densité se calcul par la formule suivante :  $D = \frac{M2-M1}{V}$

Avec :

M1 : Poids du pycnomètre vide avec couvercle

M2 : Poids du pycnomètre rempli avec couvercle

V : Volume de pycnomètre



**Figure II.5 :** Pycnomètre

### II.2.3. Détermination de l'extrait sec

C'est la détermination de la matière non-volatile, entrant dans la composition de la peinture, c'est-à-dire les ingrédients qui après séchage constituent le film composé principalement des pigments, des charges et des liants.

Pour la détermination de l'extrait sec, le produit est mis dans une étuve pendant un temps donné à une température constante et ceci en fonction du type de produit (peinture à base de solvant ou à base d'eau, résine ou émulsion). Pour déterminer l'extrait sec, on pèse la coupelle vide soit M1, après on mesure environ 1,5 à 2g de produit qu'on veut tester dans la coupelle soit M2. On met la coupelle dans une étuve thermostatique pendant une heure et demi à 130 °C, et après on la laisse refroidir dans le dessiccateur puis on pèse à nouveau la coupelle, soit M3 [3].

L'extrait sec se calcul par la formule suivante :

$$ES = \frac{P2 - P0}{P1} 100$$

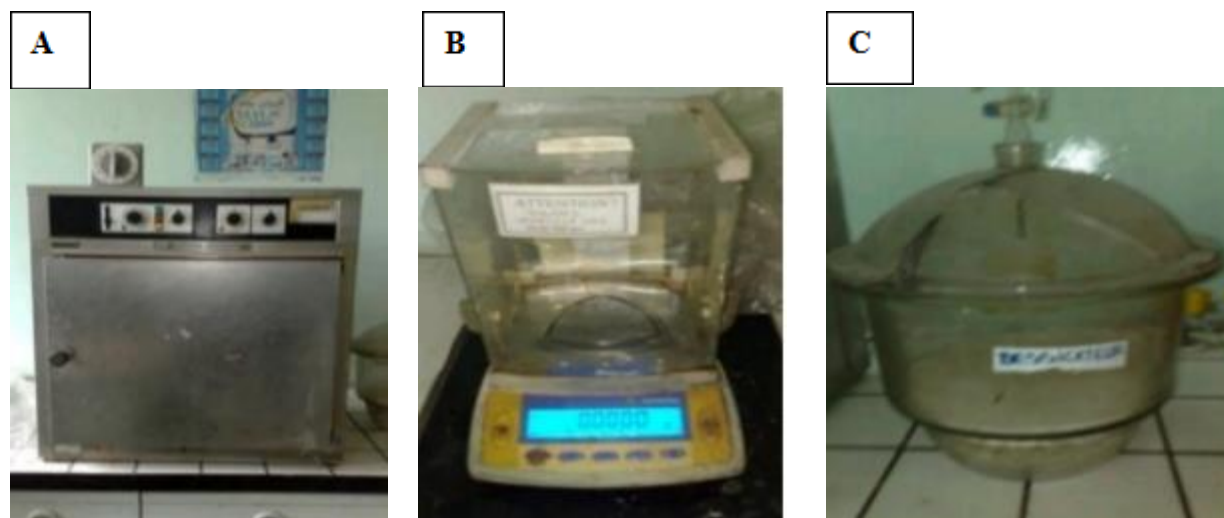
ES Extrait de sec

P0 Masse de la coupelle vide

P1 Masse de la coupelle avec le produit avant séchage

P2 Masse de la coupelle avec le produit après séchage

L'appareillage utilisé pour les mesures de l'extrait sec est illustré dans la Figure II.5.

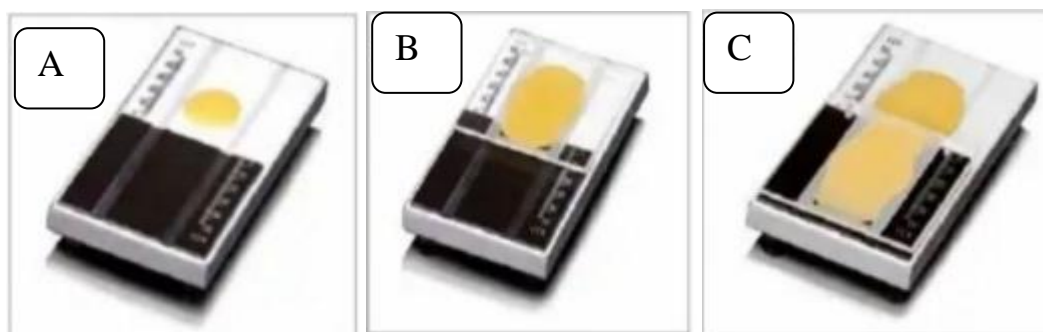


**Figure II.5 :** Appareillages utilisés pour les mesures de l'extrait sec est illustré dans la  
A : Etuve thermostatique, B : Balance analytique, C : Dessiccateur

#### II.2.4. Détermination du pouvoir couvrant par le cryptomètre

Le pouvoir couvrant de la peinture désigne sa capacité à recouvrir efficacement la surface à peindre, en assurant une couleur uniforme. Un pouvoir couvrant élevé signifie que la peinture nécessite moins de couches pour obtenir une couverture complète et uniforme.

La peinture est placée dans le secteur ouvert entre les plaques, formant une couche de film formé (1). En faisant glisser la plaque supérieure dans les deux sens, une fine ligne de démarcation apparaît et disparaît alternativement (2). Le point auquel la ligne de démarcation apparaît est lu sur l'échelle gravée (3). Ces lectures d'échelle sont facilement converties en épaisseur en mils, ou en couvrant en pieds carrés par gallon utilisant la table fournie avec l'instrument [4].



**Figure II.6 :** Etape de mesure de pouvoir couvrante avec le cryptomètre

**II.2.5. La lavabilité**

La lavabilité d'une peinture est l'aptitude à être lavée. Il faut pouvoir facilement éliminer les poussières, les souillures et autres taches superficielles. Le film de peinture doit résister à un lessivage sans aucune altération des couleurs. Il doit également conserver toutes ses qualités spécifiques d'origine [5].

Le lavage d'un feuillet s'effectue en utilisant un détergent, un nettoyant ou un dégraissant parfaitement adapté. En effet, il ne faut surtout pas qu'il agresse la surface du revêtement. Pour une excellente efficacité, la formulation doit être sur une base de solvants légers ou de lessives alcalines. La bonne lavabilité d'une peinture implique une résistance convenable aux différents produits chimiques utilisés au quotidien. On mesure ainsi les propriétés de lavabilité grâce à un essai conventionnel. On emploie alors un tampon imprégné d'un produit de lavage sur un appareillage qui réalise des va et vient.

La résistance à l'abrasion humide évalue la tenue d'un feuillet de peinture à des lavages répétés. Elle se détermine selon la norme ISO 11998. On commence par salir l'échantillon de manière conventionnelle. Il suffit alors de décompter le nombre de déplacements au terme desquels la surface a retrouvé son aspect initial. On peut également mesurer les problèmes d'altération de la couleur de la même façon.

L'abrasimètre humide AB6000 permet de mener des tests d'abrasion sèche et humide et lavabilité sur des éprouvettes planes afin de déterminer la résistance de peintures, vernis et revêtements à l'usure par frottement à sec ou humide. Convient également pour tester la résistance des plastiques (plan de travail mélaminé, électroménager...) en simulant l'action abrasifs, ainsi que la performance des détergents [6].



**Figure II.7:** Un abrasimètre

### **II.2.6. Détermination de la brillance par le brillancemètre**

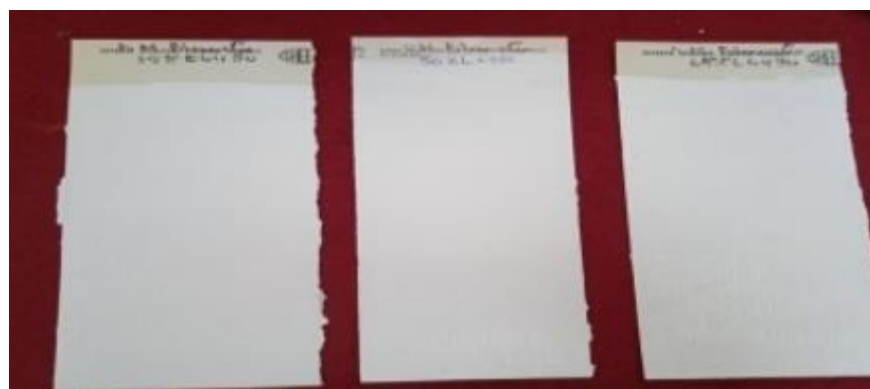
Cette méthode permet de déterminer la réflexion spéculaire d'un film de peinture ou de vernis à des angles d'incidence ou de réflexion variables. La présente méthode s'applique à toutes les peintures et vernis dans les conditions suivantes : L'angle de  $60^\circ$  est standard pour la mesure de la brillance des peintures et vernis, cependant, pour les finitions très brillantes ou légèrement mates, des angles de  $20^\circ$  ou de  $85^\circ$  pourraient être plus appropriés

L'angle  $20^\circ$ , avec une ouverture de récepteur plus petite, est destiné à une meilleure différenciation des films des peintures à brillance élevée (c'est-à-dire ayant un brillant à  $60^\circ$  supérieur à environ 70%). L'angle de  $85^\circ$  est destiné à conduire à une meilleure différenciation des films de peinture à faible brillant (c'est-à-dire ayant un brillant à  $60^\circ$  inférieur à environ 10%) [7]. Pour cette analyse en utilisant un brillancemètre, représenter dans la **Figure II.8.**



**Figure II.8:** Un brillancemètre

Pour mesurer la brillance, la peinture est appliquée sur un papier contrasté, alternant des zones noires et blanches. Pour ce faire, on prépare un espace de travail approprié et on fixe solidement le papier sur une surface stable. On utilise un mandrin pour l'appliquer uniformément sur le papier contraste.



**Figure II.9:** Application d'une peinture sur un papier contraste.

## II.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons détaillé l'ensemble des matériels et des méthodes employés pour formuler de nouveaux échantillons de peinture à base d'eau, en utilisant un copolymère acrylique et vinylique. Nous avons également décrit les différentes composantes des montages expérimentaux ainsi que l'appareillage de mesure utilisés.

## Références bibliographiques :

- [1] S.Faycel, Formulation des émulsions de peintures, Université 8 mai 1945, Guelma, Juin 2012.
- [2] H.Nour El Houda, D.Meriem, Les different types de processus de formulation du peintures, Souk Ahras 2022.
- [3] M.Hadhriya, A.Rachid, Amélioration de la coloration d'un polyester modifié à l'huile pendant sa synthèse, Université Mouhamed Chérif Méssaidia, Souk Ahras, 2019/2020.
- [4] SCRIBD, Cryptometre pfund, <https://fr.scribd.com/document/466215330/Cryptometre-Pfund,2024>.
- [5] MétalTop.fr, Fabrican.Peinture professionnel, Qu'est-ce que la lavabilité d'une peinture?, <https://www.metaltop.fr/content/534definitionlavabilitepeinture#:~:text=Lavabilit%C3%A9%20peinture%20%3A%20aptitude%20d'une,sans%20aucune%20alt%C3%A9ration%20des%20couleurs>.
- [6] Labomat, Instruments & spécialités, <https://labomat.eu/fr/abrasimetres-lineaires-humide-et-sec/210-abrasimetre-humide-ab6000.html>.
- [7] PCE Instruments France EURL, Instruments de mesure, Un brillancemètre, 2024.

# RESULTATS ET DISCUSSION

**III.1. Introduction**

Dans cette partie, nous allons exposer les différents résultats obtenus au cours de notre étude par différentes techniques, ainsi que leurs interprétations.

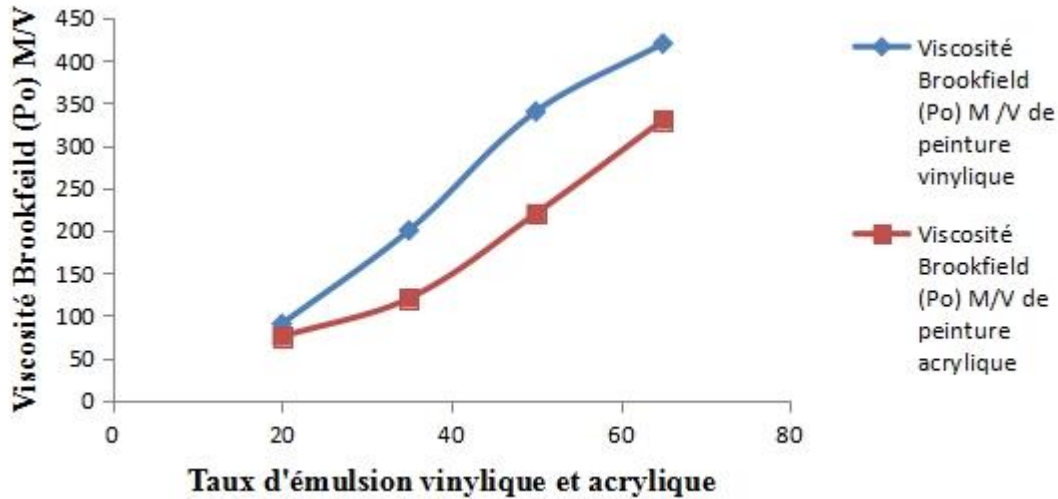
**III.2. Détermination de la viscosité**

La viscosité est une grandeur importante qui influe sur la qualité de la peinture, cette grandeur variable est liée directement par le taux et le type de liant utilisé.

Dans notre étude nous avons utilisé deux émulsions différentes à savoir une émulsion vinylique phase eau et une émulsion acrylique phase eau. Le contrôle qualité du produit fini nous a donné les résultats décrits dans le tableau ci-dessous et la représentation graphique est dans la figure II.1. On remarque que l'augmentation du taux de polymère vinylique et de polymère acrylique dans la peinture augmente la viscosité du produit fini. Avec un taux de 20% d'émulsion vinylique, la viscosité de la peinture est de 90 Po. Lorsque ce taux atteint 35%, la viscosité passe à 200 Po, puis à 340 Po avec un taux de 50%, et enfin à 420 Po avec 65% de polymère vinylique. Ces résultats démontrent clairement la relation étroite entre le taux de polymère vinylique utilisé et la viscosité obtenue du produit fini.

Pour l'émulsion acrylique, un taux de 20% donne une viscosité de 75 Po. Avec un taux de 35%, la viscosité est de 120 Po, puis elle atteint 220 Po avec un taux de 50%, et enfin 330 Po avec 65% de polymère acrylique. Ces observations confirment également la relation étroite entre le taux de polymère acrylique utilisé et la viscosité du produit fini.

En combinant les deux graphes, on observe que la viscosité de la peinture vinylique est supérieure à celle de la peinture acrylique. Cela s'explique par le fait que la viscosité de l'émulsion vinylique est plus élevée que celle de l'émulsion acrylique. Voir l'annexe01

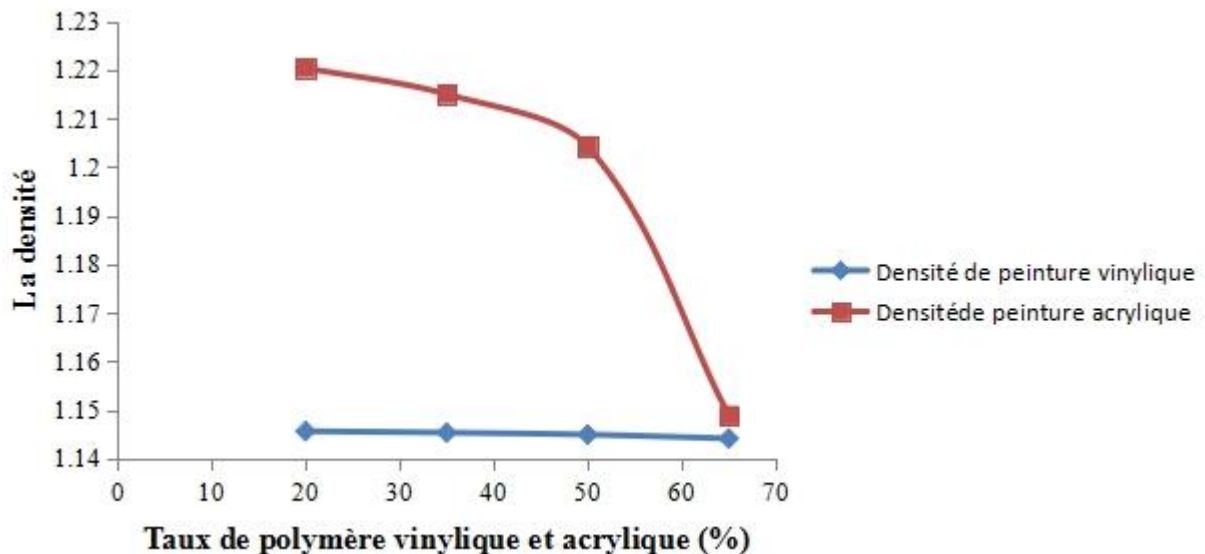


**Figure III. 1:** Influence du taux de liant vinylique et acrylique sur la viscosité de la peinture.

### III.3. Détermination de la densité

L'influence du changement de taux de liant sur la densité est présentée dans le tableau suivant et la représentation graphique est dans la figure II.2.

On observe que l'augmentation du taux de polymère acrylique entraîne une diminution progressive de la densité du produit fini. En revanche, pour le polymère vinylique, la densité reste relativement stable malgré les variations de taux. Cette différence de comportement entre les deux types de polymères met en évidence leurs propriétés distinctes et leur impact sur les caractéristiques finales de la peinture. Voir l'annexe01



**Figure III.2** : Influence du taux de liant vinylique et acrylique sur la densité

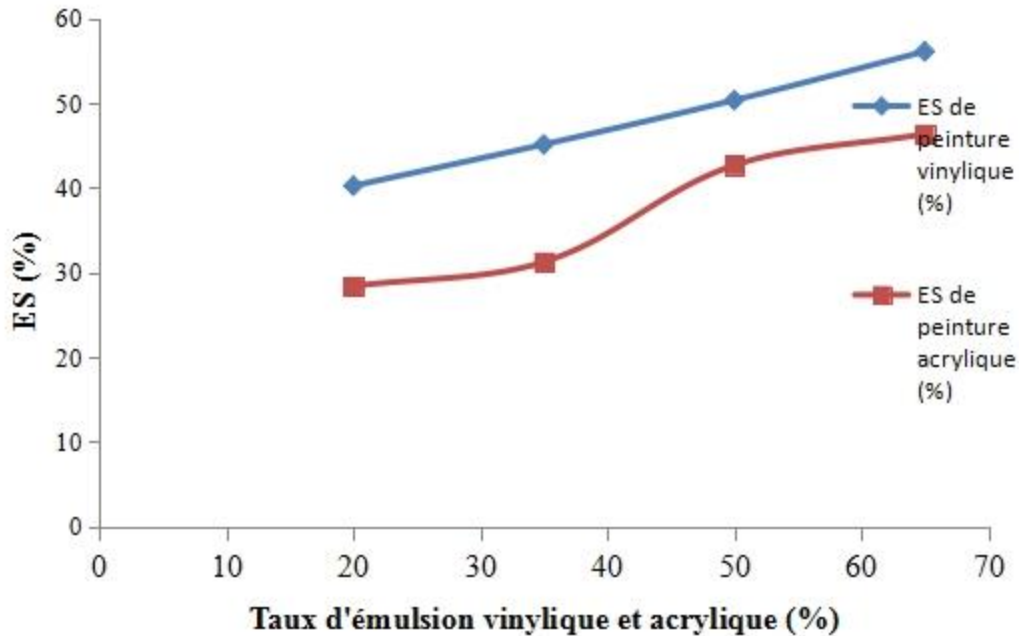
#### III.4. Détermination de l'extrait sec

L'extrait sec représente la quantité de matières sèches présentes dans la peinture, c'est-à-dire la fraction de la peinture qui reste après l'évaporation des solvants. Le tableau ci-dessous illustre l'influence du changement de taux d'émulsion sur l'extrait sec des peintures vinylique et acrylique. Ces données permettent de comprendre comment la variation des pourcentages de polymères impacte la concentration de matières solides, ce qui est crucial pour déterminer la qualité et les performances finales des peintures. En étudiant les résultats obtenus, on peut mieux appréhender les propriétés spécifiques de chaque type de peinture et leur comportement en fonction des modifications de formulation.

Les résultats obtenus montrent clairement que l'augmentation du taux de polymère vinylique dans la peinture entraîne une augmentation de l'extrait sec du produit fini. Avec un taux de 20% d'émulsion vinylique, l'extrait sec de la peinture est de 40,24%. Ce pourcentage passe à 45,12% avec un taux de 35%, à 50,34% avec un taux de 50%, et enfin à 56,09% avec un taux de 65%. Ces données démontrent une relation étroite entre le taux de polymère vinylique utilisé et l'extrait sec obtenu.

De manière similaire, pour l'émulsion acrylique, un taux de 20% donne un extrait sec de 28,40%. Ce pourcentage augmente à 31,25% avec un taux de 35%, à 42,66% avec un taux de 50%, et atteint 64,34% avec un taux de 65%. Cela confirme également une relation étroite entre le taux de polymère acrylique utilisé et l'extrait sec obtenu.

Ces résultats indiquent que l'augmentation des taux de polymères vinyliques et acryliques dans les peintures améliore l'extrait sec, soulignant l'impact significatif des polymères, spécialement le vinylique sur la composition finale du produit. Voir l'annexe01



**Figure III.3** : Influence du taux d'émulsion acrylique et vinylique sur l'extrait sec de produit fini.

### III.5. Détermination du pouvoir couvrant

Le pouvoir couvrant désigne la capacité d'une peinture à recouvrir complètement une surface. Les mesures de pouvoir couvrant effectuées à l'aide d'un cryptomètre sont présentées dans la figure III.4.

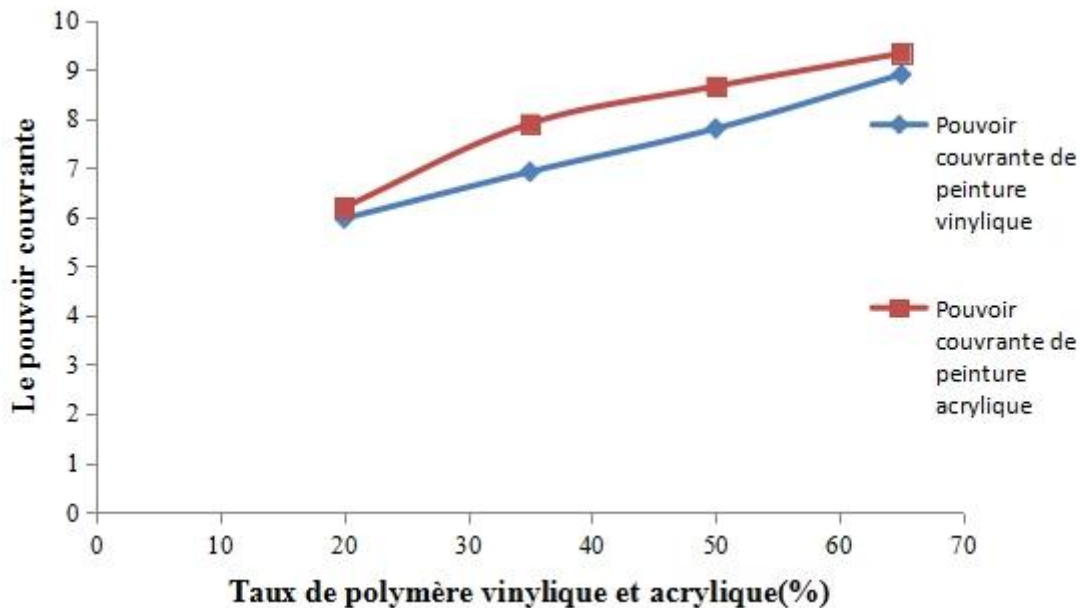
Selon les résultats obtenus, l'augmentation du taux de polymère acrylique et vinylique dans la peinture améliore automatiquement le pouvoir couvrant du produit fini.

Pour l'émulsion vinylique, avec un taux de 20%, le pouvoir couvrant de la peinture est de 5,97. Ce pouvoir couvrant augmente à 6,92 avec un taux de 35%, à 7,8 avec un taux de 50%, et atteint 8,9 avec un taux de 65%. Ces données montrent une relation étroite entre le taux de polymère vinylique utilisé et le pouvoir couvrant obtenu du produit fini.

De même, pour l'émulsion acrylique, un taux de 20% donne un pouvoir couvrant de 6,2. Ce pouvoir couvrant augmente à 7,9 avec un taux de 35%, à 8,66 avec un taux de 50%, et atteint 9,33 avec un taux de 65%. Cela confirme également une relation étroite entre le taux de polymère acrylique utilisé et le pouvoir couvrant obtenu.

Les résultats montrent que l'augmentation des taux de polymères vinyliques et acryliques dans les peintures améliore le pouvoir couvrant, indiquant une meilleure capacité de la peinture à masquer efficacement la surface qu'elle recouvre. Plus le pouvoir couvrant est élevé, plus la peinture est efficace pour cacher la surface sous-jacente, ce qui est un indicateur de qualité.

Voire l'annexe01



**Figure III.4:** Influence du taux d'émulsion acrylique et vinylique sur le pouvoir couvrant.

### III.6. Détermination de la lavabilité

#### III.6.1. Peinture vinylique

Au cours de test de la vabilité d'une peinture vinylique, durant plus de 04 heures et plus de 13100 cycles à l'aide d'un abrasimètre la peinture ne change pas, elle a une faible résistance à la brosse.

D'après les résultats des tableaux III.5 et la Figure III.5 mesurés par un abrasimètre avec des différents taux d'émulsion vinylique (35%, 50% et 65%), nous observons les résultats suivants:

✓ Peinture vinylique avec un taux 20 %:

Retrait après 27 minutes à 1021 cycles

Début de disparition à 4 minutes avec 200 cycles

✓ Peinture vinylique avec un taux 35 %:

Retrait après 62 minutes à 2897 cycles

Début de disparition à 7 minutes avec 340 cycles

✓ Peinture vinylique avec un taux 50 %:

Retrait après 240 minutes

ébut de disparition à 77 minutes avec 3738 cycles

✓ Peinture vinylique avec un taux 65 %:

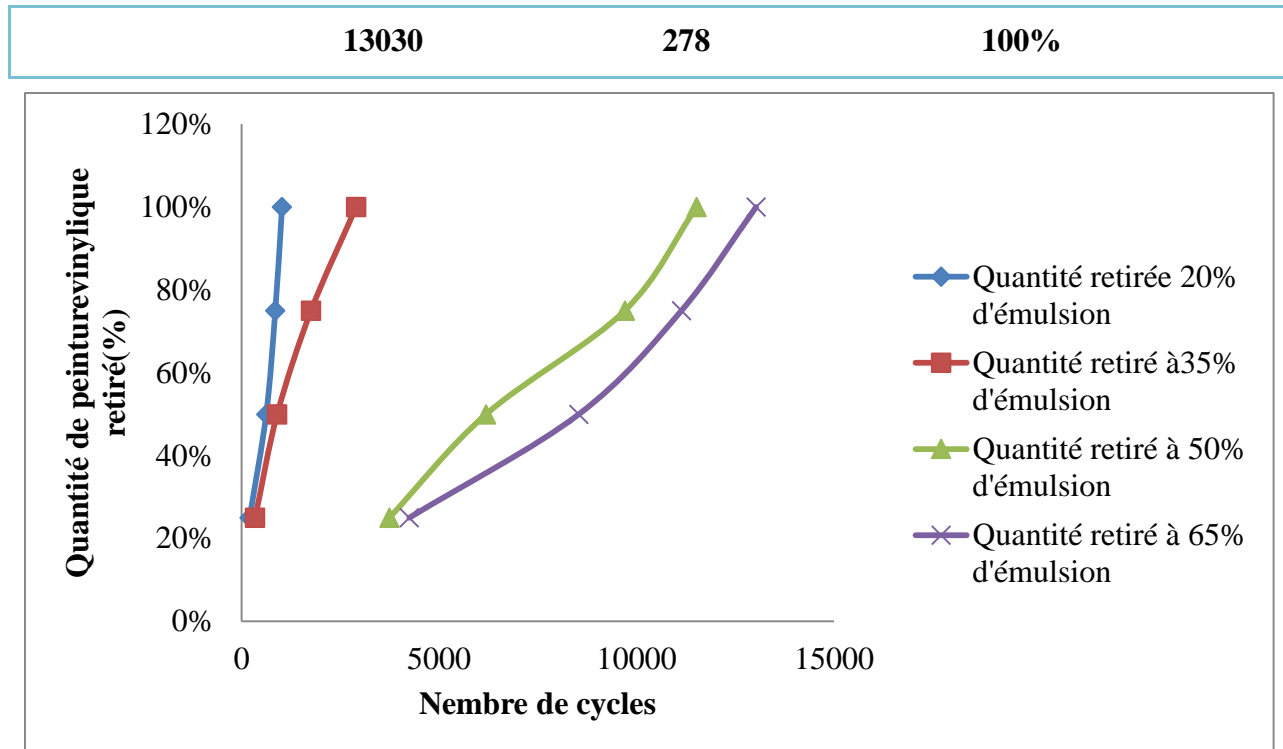
Retrait après 278 minutes à 13030 cycles

Début de disparition à 148 minutes avec 4245 cycles

Ces résultats montrent clairement que l'augmentation du taux d'émulsion vinylique dans la peinture améliore considérablement sa résistance à l'abrasion. Par exemple, une peinture avec un taux de 20% d'émulsion acrylique est retirée après seulement 27 minutes à 1021 cycles, tandis qu'une peinture avec un taux de 65% d'émulsion résiste jusqu'à 278 minutes à 13030 cycles.

**Tableau III.1** : Influence du taux de liant vinylique sur la vabilité de peinture vinylique.

Taux d'émulsion	N° de cycle	Temps (min)	Quantité retiré
20%	00	00	00
	200	04	25%
	620	14	50%
	850	19	75%
	1021	27	100%
35%	00	00	00
	340	07	25%
	899	18	50%
	1757	36	75%
	2897	62	100%
50%	00	00	00
	3738	77	25%
	6192	129	50%
	9704	202	75%
	11523	240	100%
65%	00	00	00
	4245	148	25%
	8541	177	50%
	11139	232	75%



**Figure III.5:** Influence du taux d'émulsion vinylique sur la quantité de la peinture retiré .

### III.6.2. Peinture acrylique

D'après le tableau III.6 et lors des tests de durabilité de la peinture acrylique, nous avons constaté qu'après plus de 4 heures et plus de 13100 cycles avec un abrasimètre, la quantité de peinture appliquée sur le papier ne change pas (0% retiré), indiquant une excellente résistance à l'abrasion.

l'augmentation du taux d'émulsion acrylique confère une meilleure résistance à l'abrasion de la peinture sur la surface appliquée. Ces résultats démontrent que l'émulsion acrylique offre une résistance supérieure par rapport à l'émulsion vinylique, ce qui en fait un choix optimal pour des applications nécessitant une durabilité accrue.

Tableau III.2 : Influence du taux de liant acrylique sur la vabilité de peinture acrylique.

Taux d'émulsion	N° de cycle	Temps (min)	Quantité retiré (%)
20%	00	00	00
	200	04	00%
	620	14	00%
	850	19	00%
	1021	27	00%
35%	00	00	00
	340	07	00%
	899	18	00%
	1757	36	00%
	2897	62	00%
50%	00	00	00
	3738	77	00%
	6192	129	00%
	9704	202	00%
	11523	240	00%
65%	00	00	00
	4245	148	00%
	8541	177	00%
	11139	232	00%
	13030	278	00%

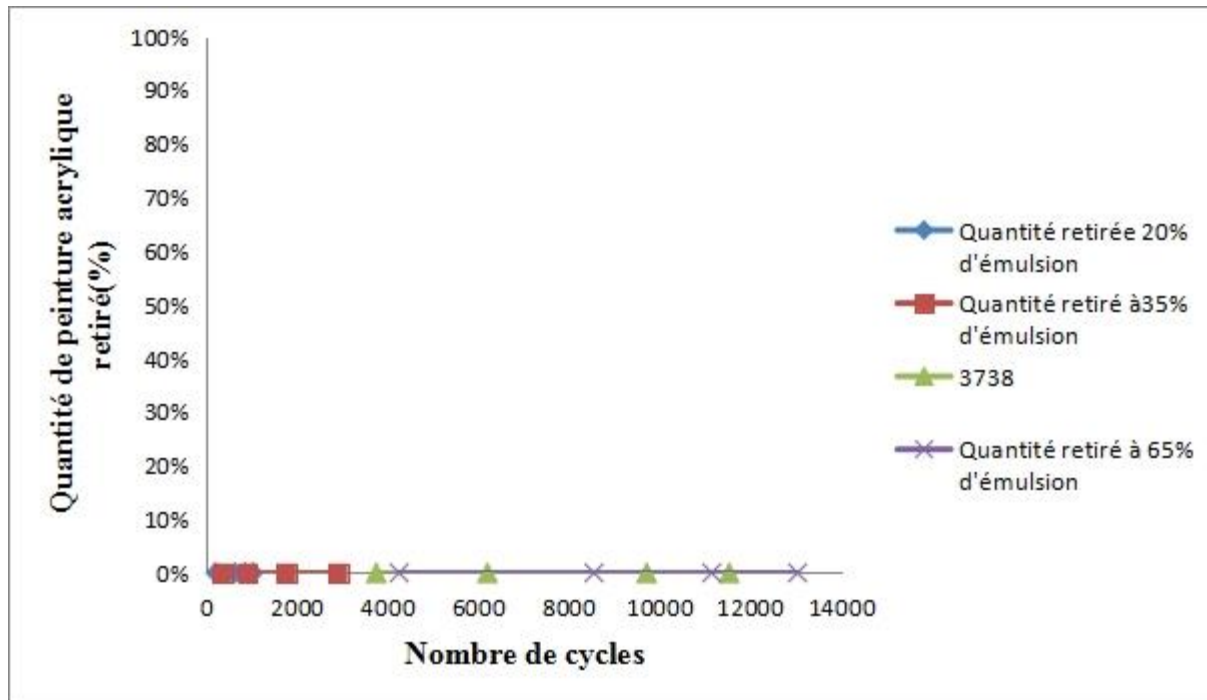


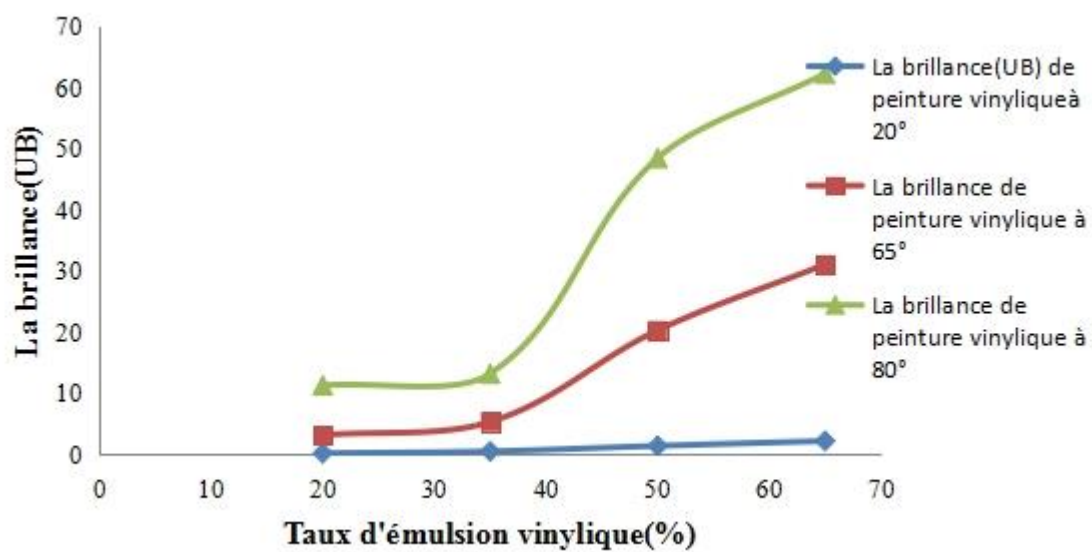
Figure III.6: Influence du taux d'émulsion acrylique sur la quantité de peinture retiré .

### III.7. Détermination de la brillance

À l'aide d'un brillancemètre, les résultats de contrôle de la brillance de peintures vinylique et acrylique ont été obtenus (tableau III.3 et tableau III.4). Ces mesures ont été effectuées à différents angles pour évaluer la variation de la brillance en fonction de l'angle d'incidence de la lumière. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant, qui permet de comparer l'effet de chaque type de polymère sur la brillance de la peinture sous diverses conditions. Ces données fournissent des informations précieuses sur les performances esthétiques et la qualité visuelle des peintures en fonction de leur composition et de l'angle de mesure.

Tableau III.3 : Résultats de contrôle de la brillance d'une peinture vinylique

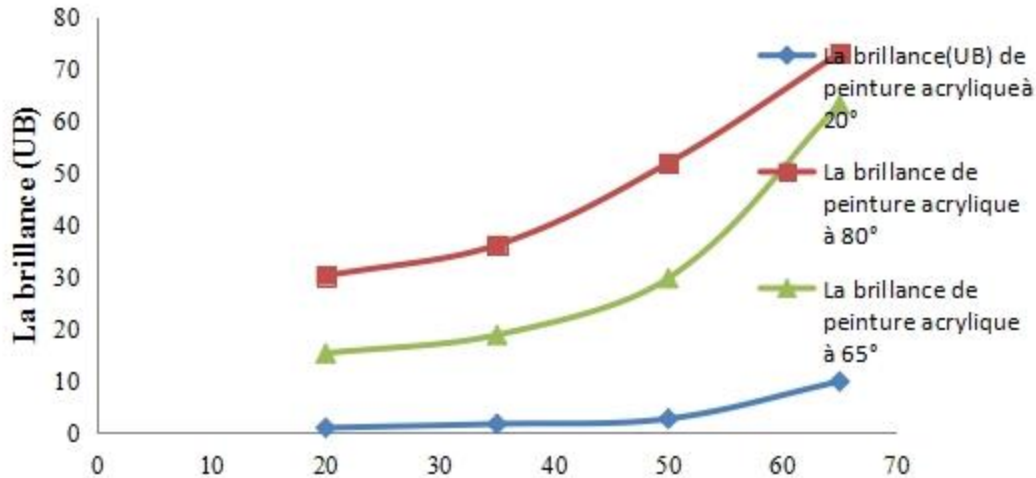
Taux de l'émulsion vinylique %		Valeur de la brillance en UB			La moyenne
20	20°	0,2	0,2	0,2	0,2
	60°	3,2	3,1	3,2	3,16
	85°	11,3	11,3	11,1	11,3
35	20°	0,5	0,5	0,5	0,5
	60°	5,3	5,3	5,4	5,33
	85°	13,4	13,1	13,1	13,2
50%	20°	1,4	1,4	1,4	1,4
	60°	20,5	19,9	20,5	20,3
	85°	48,2	48,2	49	48,46
65%	20°	2,2	2,2	2,2	2,2
	60°	30,7	31,6	30,9	31,06
	85°	63,4	61,5	61,9	62,26



**Figure III.7** : Influence de taux d'émulsion vinylique sur la brillance de peinture.

Tableau III.4 : Les résultats de contrôle de la brillance de peinture acrylique.

Taux d'émulsion acrylique		Valeur de la brillance en UB			La moyenne
20%	20°	0,9	0,8	0,9	0,86
	60°	15,2	15,6	14,9	15,23
	85°	30	30,1	30,4	30,16
35%	20°	1,6	1,6	1,6	1,6
	60°	18,2	19,6	18,5	18,76
	85°	35,0	37,6	35,7	36,1
50%	20°	2,6	2,6	2,6	2,6
	60°	29,6	29,7	29,8	29,7
	85°	52,7	51,9	51,2	51,93
65%	20°	9,3	9,9	10,2	9,8
	60°	62,4	63,6	66,3	63,23
	85°	60,2	63,7	75,5	73,1



**Figure III.8:** Influence de taux d'émulsion acrylique sur la brillance de peinture.

Les résultats révèlent une relation positive entre l'augmentation du taux d'émulsion vinylique et la brillance de la peinture, comme en témoignent les mesures effectuées à différents angles d'incidence de la lumière.

Avec un taux de 20% d'émulsion vinylique, la brillance de la peinture est de 0,2 UB. Cette brillance augmente progressivement avec l'augmentation du taux d'émulsion vinylique, atteignant 2,2 UB avec un taux de 65%.

À un angle de 60°, La brillance initiale avec un taux de 20% est de 3,16 UB, et elle augmente jusqu'à 20,3 UB avec un taux de 50%.

À un angle de 85°, La brillance commence à 11,3 UB avec un taux de 20% et atteint 62,26 UB avec un taux de 65%.

Ces résultats indiquent clairement que le taux d'émulsion vinylique influe positivement sur le degré de brillance de la peinture, avec des valeurs croissantes à mesure que le taux d'émulsion augmente.

De manière similaire, l'augmentation du taux d'émulsion acrylique conduit également à une augmentation de la brillance de la peinture. Les données montrent que la brillance obtenue avec l'émulsion acrylique est généralement supérieure à celle obtenue avec l'émulsion vinylique. Le choix entre l'émulsion vinylique et acrylique influence la brillance de la peinture formulée. L'augmentation du taux d'émulsion, quelle que soit sa nature, entraîne une augmentation de la

brillance de la peinture. Cependant, l'émulsion acrylique semble conférer une brillance plus élevée que l'émulsion vinylique. Voir l'annexe01

### **III.8. Conclusion**

Les résultats présentés révèlent l'importance cruciale du choix du polymère, qu'il soit vinylique ou acrylique, dans la formulation de peintures. Les différentes caractéristiques étudiées, telles que la viscosité, l'extrait sec, le pouvoir couvrant et la brillance, sont étroitement liées au taux d'émulsion utilisé. Il est clair que l'augmentation du taux de polymère vinylique ou acrylique entraîne généralement une amélioration des propriétés de la peinture. Par exemple, une augmentation du taux de polymère vinylique est associée à une augmentation de la viscosité, de l'extrait sec et du pouvoir couvrant, ainsi qu'à une brillance accrue. De même, l'augmentation du taux d'émulsion acrylique présente des effets similaires sur ces caractéristiques. Le choix du polymère dans la formulation de peintures est un élément clé pour obtenir les propriétés souhaitées du produit final. Une compréhension approfondie des relations entre le taux de polymère et les caractéristiques de la peinture permet aux fabricants d'optimiser leurs formulations pour répondre aux exigences spécifiques des applications et des environnements d'utilisation.

# CONCLUSION GENERALE

# Conclusion Générale

---

## Conclusion Générale

La peinture joue un rôle crucial dans l'économie en contribuant à divers secteurs, notamment la construction, l'automobile et l'industrie manufacturière. Elle protège les surfaces, prolongeant ainsi la durée de vie des infrastructures et des produits, ce qui réduit les coûts de maintenance et de remplacement. De plus, l'industrie de la peinture génère de nombreux emplois et stimule l'innovation à travers le développement de nouveaux produits. Enfin, elle influence l'esthétique et la valeur des biens immobiliers, augmentant ainsi leur attrait et leur valeur marchande.

L'objectif de ce travail est la formulation d'une peinture vinylique et acrylique avec un aspect brillante. Le travail pratique a été réalisé au niveau de l'entreprise ENAP de Souk Ahras, une unité de fabrication de peinture. La formulation d'une peinture acrylique et vinylique avec une bonne valeur de brillance nécessite le passage par trois étapes ; la dispersion, l'empilage et la dilution. En fonction de la quantité d'émulsion ajoutée, différents échantillons de peinture ont été obtenus ; Quatre échantillons avec différents taux d'émulsion vinylique (20%, 35%, 50%, 65%), ils ont les caractéristiques suivantes :

- Viscosité conforme pour l'échantillon avec un taux de 50% d'émulsion égale à 330 Po,
- Densité répond à la norme pour tous les échantillons,
- Extrait de sec acceptable pour 35%,
- Pouvoir couvrant bon avec un taux d'émulsion de 50% à 65%,
- Résistance à la brosse d'abrasimètre : Meilleure pour l'échantillon de 65 % d'émulsion, où la peinture est retirée après 278 minutes et plus de 13030 cycles,
- Brillance : Amélioration observée ; la peinture à 20 % est mate avec 11,3 UB, à 35 % elle atteint 13,3 UB, à 50 % elle passe à 20,3 UB, et à 65 % elle atteint 62,26 UB.

Quatre autres échantillons ont été formulés avec différents taux d'émulsion acrylique (20 %, 35 %, 50 %, 65 %) et présentent les caractéristiques suivantes :

- Une viscosité conforme avec un taux de 65% d'émulsion égale à 330 Po.
- Une densité répond à la norme et un valeur d'extrait de sec acceptable pour la peinture de 65% d'émulsion acrylique.
- une bonne couvrante avec un taux d'émulsion avec 50% et 65%.

## Conclusion Générale

---

- résistance à la brosse d'abrasimètre, toutes les échantillons à base d'émulsion acrylique ont la meilleure au cours de temps d'expérience les peintures formulées ont une bonne résistance.
- Brillance : la peinture de 20% est une peinture mate avec 30.16 UB, une valeur de 36.1 UB avec un taux de 35%, avec un taux de 50% la brillance prend la valeur de 29.7 UB est une peinture satinée et la brillance augmente à 73.1 UB, avec un taux de 65% est une peinture avec la meilleure aspect brillante.

En comparant les résultats expérimentaux avec les données de référence, seule la peinture acrylique contenant un taux d'émulsion de 65 % s'est avérée conforme. Cette nouvelle formulation se distingue par sa lavabilité exceptionnelle, sa capacité élevée à recouvrir les surfaces appliquées, ainsi que par sa brillance supérieure, répondant ainsi aux normes de qualité les plus strictes. Ces caractéristiques font de cette peinture une option de choix pour des applications exigeantes, garantissant durabilité et esthétique optimale.

**Liste des annexes :**

**Annexe1:** Les normes de peinture vinyliques et acrylique.

Paramètre	La viscosité	La densité	ES	Pouvoir couvrant	Brillance
Norme	360±30 Po	1.129±0.5	46±1%	7-9	75UB