

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة السكن والعمران والمدينة
Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville

Centre National d'Etudes et de
Recherches Intégrées du Bâtiment



المركز الوطني للدراسات
والأبحاث المتكاملة للبناء

FICHE DE PROJET DE RECHERCHE

Identification

Intitulé du projet	Prédiction de la durée de vie des revêtements de peintures des façades extérieures de bâtiment
Code	21/Paint/Mat
Durée du projet	24 mois
Date de démarrage	Juin 2021

Equipe de recherche

N°	Chercheur	Grade
01	Mme. TOULOUM Naima	Maitre de Recherche, Chef de Projet (2021-2023)
02	M. HAMMAS Aghiles	Maitre de Recherche, Chef de Projet (2023-2024)

Objectif

La planification efficace des stratégies de maintenance et d'intervention sur les bâtiments nécessitent le développement d'outils précis pour aider les parties prenantes (stakeholders) à la prise des décisions. Cette étude a pour objectif de proposer un outil de calcul développé pour la prédiction de la durée de vie des revêtements de peintures, basé sur l'analyse statistique des données de terrain. Cette notion technique de durée de vie est définie par celle escomptée jusqu'à la première application importante (ou reprise) d'une peinture d'entretien sur une façade.

Afin d'appliquer les techniques statistiques, il est crucial de procéder à la quantification et à la classification des degrés et de la sévérité des dégradations observées sur les revêtements de peintures. Cette étude s'intéresse aux anomalies les plus rencontrées à savoir le cloquage, l'enrouillement (ou changement de couleur), le craquelage et/ou pelage, le farinage, ainsi que la fissuration. Pour décrire et quantifier la gravité (ou la sévérité) de ces dégradations, un indice numérique (S_w) comme celui proposé par Gaspar et De Brito (2008-2011) sera adopté. La méthode semble parfaitement adéquate pour la détermination du niveau global de dégradation des revêtements de peintures de façades. Pour étudier et modéliser la relation entre l'ensemble des variables dépendantes (également appelée endogène ou réponse) et une ou plusieurs variables indépendantes (prédicteurs), l'indice proposé par ces chercheurs est adopté dans la quantification des dégradations observées et leurs transpositions en données numériques sur la base de techniques statistiques les plus couramment utilisées. Cette méthode s'est avérée un outil puissant et efficace pour résoudre les problèmes des matériaux de construction. Lorsque l'analyse de régression évalue la relation entre la variable dépendante et une variable indépendante, la technique statistique est appelée régression simple. Cependant, si une variable dépendante est liée à plus d'une variable indépendante, la technique statistique est appelée régression multiple. Dans les deux cas, les équations mathématiques définies pour décrire la relation de Y en la relation à x peut être modélisée, peuvent être linéaires ou non linéaires (c'est-à-dire des fonctions quadratiques, cubiques, exponentielles, logarithmiques, entre autres fonctions non linéaires). Pour l'identification des facteurs les plus influents sur cette sévérité, une analyse de régression simple et multiple est utilisée. Par la suite, un modèle de prédiction de la durée de vie est proposé.

Les variables indépendantes (origines et facteurs des dégradations) à considérer sont les :

- Caractéristiques du matériau et subjectile (enduit de façade) : type de produit, couleur, aspect de finition, porosité, préparation de surface, teneur en humidité, nature, âge de la peinture ;
- Facteurs architecturaux : points critiques sur la façade (bandeaux, corniches), nombre d'étage ;
- Conditions d'exposition et environnementales : distance par rapport à la source polluante (forte ou assez forte ou faible), exposition à l'humidité, distance par rapport à la mer, action de la pluviosité et du vent, orientation de la façade, T° , HR %, ensoleillement, sels, altitude ainsi que zones urbaines, industrielle et rurale.

Bien que le processus de dégradation puisse être influencé par la combinaison de l'ensemble des facteurs ci-dessus, cette étude vise à identifier et à sélectionner les plus influents dans le processus de dégradation. Ainsi, les différentes techniques de régression (relation entre la variable dépendante et une (des) variable(s) indépendante(s)) sont appliquées, afin d'obtenir le modèle mathématique qui décrit le mieux la gravité de la dégradation des revêtements de peinture dans la zone pilote car l'action de certains facteurs est plus prononcée que d'autres. Cette modélisation sera réalisée à l'aide de Microsoft Excel, ou un autre logiciel disponible notamment MINITAB ou SPSS.

Le projet est scindé en deux parties étroitement liées. La première est consacrée à la sélection de la zone pilote, au choix du nombre de bâtiments à inspecter et à la récolte de données de terrains. Les dégradations des peintures répertoriées sont cartographiées sur des fonds photos afin de faciliter leur quantification. Leurs origines sont investiguées et analysées statistiquement. Quant à la seconde partie, elle est dévolue essentiellement à la quantification de la sévérité des dégradations et à la modélisation statistique de la durée de vie.

Sommaire de la Phase N°1**INTRODUCTION****I. DEGRADATIONS ET PREDICTION DE LA DUREE DE VIE DES REVETEMENTS DE PEINTURE**

- I.1 Dégradation des revêtements de peintures en Algérie
- I.2 Prédiction de la durée de vie des bâtiments et arsenal normatif
 - I.2.1 Principes généraux de la conception prenant en compte la durée de vie d'un bâtiment
 - I.2.2 Procédures pour les prévisions de durée de vie des composants du bâtiment, en fonction des performances techniques et fonctionnelles
 - I.2.3 Principes des études et de l'évaluation des performances de la durée de vie
- I.3 État de l'art sur la prédiction de la durée de vie des peintures des façades extérieures des bâtiments

II. ZONE PILOTE ET DEMARCHE D'INVESTIGATION ADOPTEE

- II.1 Zone pilote retenue
 - II.1.1 Sites d'investigation
 - II.1.2 Contexte climatique de la zone pilote
 - II.1.3 Conditions environnementales
- II.2 Méthodologie de repérage, évaluation des dégradations des revêtements de peintures
 - II.2.1 Repérage des dégradations des revêtements de peinture
 - II.2.2 Fiche de relevé de l'état sanitaire des façades peintes des bâtiments et moyens utilisés
 - II.2.3 Démarche d'investigations
- II.3 Type et évaluation des différentes dégradations
 - II.3.1 Changement de couleur
 - II.3.2 Farinage
 - II.3.3 Fissuration
 - II.3.4 Perte d'adhérence
- II.4 Quantification des dégradations
 - II.4.1 Indices de dégradation
 - II.4.2 Coefficient de pondération ($k_{a,n}$)

III. QUANTIFICATION ET CARTOGRAPHIE DES DEGRADATIONS SUR LES FAÇADES PEINTES ET INFLUENCE DES DIFFERENTS PARAMETRES

- III.1. Quantification des dégradations
 - III.1.1 Coefficient de pondération ($k_{a,n}$)
 - III.1.2 Présentation d'un cas d'étude
 - III.1.3 Facteurs de dégradation et indice S_w
- III.2. Anomalies détectées et cartographie des façades peintes
 - III.2.1 Présentation en image des différentes anomalies
 - III.2.2. Cartographies des façades peintes

CONCLUSION

Sommaire de la Phase N°2**INTRODUCTION****I. APPLICATION DE LA METHODE DE REGRESSION LINEAIRE MULTIPLE DANS LA PREDICTION DE LA DUREE DE VIE DES REVETEMENTS DE PEINTURES**

I.1 Notions sur la méthode de la régression linéaire multiple

I.1.1 Description du modèle mathématique

I.1.1.1 Formulation analytique

I.1.1.2 Formulation vectorielle

I.1.2 Variables du modèle mathématique

I.1.2.1 Variable dépendante

I.1.2.2 Variables indépendante

I.1.3 Les coefficients du modèle mathématique

I.1.4 Les termes d'erreur

I.1.5 L'examen des résidus

I.1.5.1 Graphique des résidus

I.1.5.2 Vérification des hypothèses

I.1.6 Mesure de la colinéarité

I.1.7 Le choix de la méthode de régression

I.2 État de l'art sur la prédiction de la durée de vie des revêtements de peintures par la méthode de régression linéaire multiple

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

II.1 Quantification des variables indépendantes via la régression linéaire simple

II.2 Procédures statistiques dans l'analyse de la régression linéaire multiple (RLM)

II.2.1 Procédure de la RLM sur le logiciel Excel

II.2.2 Procédures RLM sur le logiciel SPSS

II.2.2.1 Saisie les données sur le logiciel SPSS

II.2.2.2 Analyse de la RLM

II.2.3 Vérification des hypothèses du modèle

II.2.3.1 Test de multicollinéarité

II.2.3.2 Analyse des résidus du modèle

II.3 Exemples d'application du modèle hors de la zone d'échantillonnage

III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

III.1 Quantification des variables qualitatives

III.1.1 Estimation de la durée de vie de référence par la méthode graphique

III.1.2 Évolution des dégradations en fonction de type de variable qualitative

III.2 Résultats de la régression linéaire multiple

III.2.1 Modèle mathématique de prédiction de la durée de vie

III.2.2 Validation des hypothèses du modèle

III.3 Exemples d'application du modèle hors de la zone d'échantillonnage

III.3.1 Prédiction de l'âge du revêtement

III.3.2 Anomalies détectées et cartographie des surfaces peintes

CONCLUSION

Valorisation des travaux de recherche

A compléter ultérieurement.

Mise à jour : 29.12.2024