

Master-Thesis in Conservation-Restoration

CORROSION DES ALLIAGES D'ALUMINIUM DES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT À EAU DE VÉHICULES EN CONTEXTE PATRIMONIAL

Outils d'analyse portables et en libre accès pour l'aide au diagnostic d'un corpus de véhicules conservés au Musée National de l'Automobile de Mulhouse – Collection Schlumpf (MNAM)

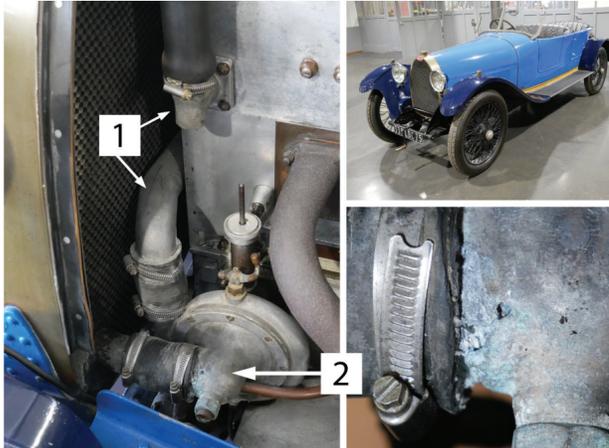


Fig. 1 : Un circuit de refroidissement a pour fonction d'évacuer la chaleur du moteur vers le radiateur à l'aide d'un liquide de refroidissement. Le bloc moteur et le radiateur sont reliés par un système de pipes [1] et la circulation du liquide est assistée par la pompe à eau [2]. Ici, vue rapprochée du bloc moteur de la Bugatti Type 30 (Inv 5067) et de la corrosion identifiée sur la pompe à eau ©E.Granget, HE-Arc CR et MNAM 2020



Fig. 2 : Analyse in situ DiscoveryMat sur la Bugatti Type 30 (Inv 5067) après optimisation de sa base de données pour l'analyse des alliages d'aluminium ©Xavier Denombel 2020

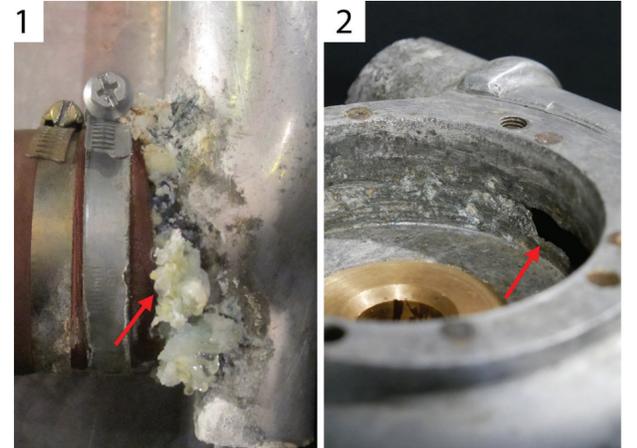


Fig. 3 : Les assemblages entre pipes en alliage d'aluminium et durites en caoutchouc sont des zones sujettes au développement de corrosion par pile de concentration [1]. A l'intérieur du circuit, les zones étroites ou coudées sont, elles, sujettes à l'érosion et la cavitation [2]. Il s'agit des deux zones principales d'altération identifiées lors du constat d'état des véhicules fonctionnels du MNAM ©E.Granget, HE-Arc CR et MNAM 2020

Présenté par **GRANGET Elodie**

Master of Arts HES-SO in Conservation restoration
Orientation : Objets scientifiques, techniques et horlogers
Mentor : Degriigny Christian, professeur et chercheur en conservation-restauration, Unité de Recherche-Arc Conservation-restauration, Neuchâtel
Responsable de stage : Chalançon Brice, responsable de l'atelier de restauration, Musée National de l'Automobile de Mulhouse – Collection Schlumpf, Mulhouse
Réalisation : Semestre de printemps 2020

RÉSUMÉ

Malgré les mesures de conservation en place, certains véhicules fonctionnels des collections du Musée national de l'Automobile de Mulhouse (collection Schlumpf) sont sujets à la corrosion récurrente et rapide de pièces en alliage d'aluminium de leurs circuits de refroidissement. C'est en particulier le cas de plusieurs Bugatti du début du XXe siècle.

Pour mieux cerner cette problématique, ce travail a caractérisé les alliages et décrit les altérations observées sur un corpus de pièces en alliages d'aluminium provenant des circuits de refroidissement de véhicules datant de 1920-1940. Ayant pour objectif d'offrir au musée des moyens d'étude accessibles, peu coûteux et adressés aux professionnels de la conservation-restauration, cette étude s'est appuyée autant que possible sur des outils d'analyse en libre accès développés par l'Unité de Recherche Arc en Conservation-Restauration de Neuchâtel.

Au terme du projet, il a été possible d'identifier les familles d'alliages d'aluminium ainsi que des zones du circuit particulièrement sensibles à la corrosion. De plus, les outils en libre accès sélectionnés ont été optimisés pour l'étude d'alliages d'aluminium propres

au patrimoine technique automobile par l'ajout des pièces du corpus comme nouvelles références à leur base de données.

DISCOVERYMAT

DiscoveryMat permet l'analyse qualitative d'alliages par le suivi de leur potentiel de corrosion au cours du temps dans différents électrolytes. L'outil se base sur la comparaison de tracés recueillis sur l'objet étudié avec ceux de cas référencés dans une base de données pour proposer des correspondances.

D'abord, un constat d'état du corpus a permis d'identifier les pièces et les marques particulièrement sujettes à la corrosion. De premières analyses DiscoveryMat ont ensuite permis de réaliser un classement de ces pièces par grandes familles d'alliages et de tirer quelques parallèles entre composition et altération. Des informations qualitatives n'étant pas suffisantes pour répondre aux attentes du musée, ces tracés ont été associés à des données quantitatives obtenues par FRX et ont été ajoutés à la base de données DiscoveryMat. Enfin, une seconde mise en application a montré que cette optimisation avait rendu possible l'analyse semi-quantitative de ces alliages.

MICORR

MiCorr est un outil en ligne d'aide au diagnostic des altérations par comparaison d'une description stratigraphique de la corrosion observée avec celles des fiches de références, réalisées sur des objets pour lesquels il a été possible d'effectuer des analyses plus poussées.

D'abord, des stratigraphiques décrivant les altérations des pièces du corpus ont été réalisées sur la base

des observations macroscopiques. Comme aucune description similaire n'était référencée sur la base de données de MiCorr, des pièces représentatives de la problématique ont fait l'objet de prélèvements en coupe et ont été étudiées au microscope optique et MEB-EDS. Les stratigraphies initiales ont alors été précisées et des fiches MiCorr ont permis de faire la synthèse des observations.

L'EXAMEN-DIAGNOSTIC

Les données obtenues lors de cet examen se recoupent avec les informations disponibles dans la littérature. Au début du XXe, l'industrie automobile a principalement utilisé des alliages d'aluminium riches en Cu, en particulier des Al-Cu-Si-Zn, pour la réalisation de pièces de fonderie. Plus tard (~1930), on a préféré les alliages riches en Si pour leur meilleure coulabilité et tenue à la corrosion. Les pièces des Bugatti du corpus, systématiquement touchées par ces problèmes de corrosion, sont toutes réalisées en alliages Al-Cu-Si-Zn.

L'environnement peut aussi contribuer au développement d'altérations. Dans les circuits de refroidissement étudiés, deux zones se sont montrées particulièrement problématiques. D'abord l'assemblage des pièces entre elles par le biais de gaines en caoutchouc crée des zones confinées propices à la corrosion cavernueuse. Ces zones développent des produits de corrosion blancs, gélatineux et volumineux causant une perte totale d'étanchéité du circuit. Enfin, les zones étroites ou coudées du circuit exposent les surfaces internes à des phénomènes d'altérations mécaniques, causant la formation de cratères de corrosion.