

MetalPAT

Lettre d'information 3 – mai 2021

Le projet MetalPAT regroupe un large ensemble de professionnels répartis sur la région Interreg France-Suisse. Les nombreuses collaborations mises en place entre les partenaires du projet et les partenaires de terrain impliqués concourent à la réussite du projet par l'échange de savoirs, de connaissances et d'expériences.

Les partenaires du projet

Les activités du projet MetalPAT ont démarré au moment de la mise en place du 1^{er} confinement lié au Covid-19 en mars 2020. L'année 2020 s'est déroulée en périodes hachées de déconfinements et re-confinements. Devant ces aléas difficilement gérables, nous nous sommes adaptés et cette troisième lettre montre que le projet progresse malgré tout, comme attendu.

• COLLABORATION ENTRE LES PARTENAIRES DE METALPAT

Le développement de l'outil d'identification des métaux patrimoniaux à partir de leur description macroscopique, voulu par les responsables des collections et initié en 2020 avec le soutien de la *Communauté du Savoir* (CdS - (<http://www.communautesdusavoir.org/>)), se poursuit. Le prototype a été soumis à la Haute Ecole Gestion Arc (HEG Arc). Son intégration à l'application MiCorr⁺ requérant sa traduction en langage informatique, le travail préparatoire a été confié à un étudiant effectuant actuellement son bachelor à la HEG Arc, Yann Hackel.

Le prototype actuel ne prend pas en compte certains cas particuliers : métaux archéologiques, modernes, avec traitements de surface et associés à des matériaux organiques. Cette lacune méritant d'être comblée, nous avons déposé une deuxième demande de soutien auprès de la CdS. Cette demande a à nouveau reçu un avis favorable. Pour la première demande, les réunions étaient plénières ; pour la seconde, on travaillera en ateliers devant traiter de la problématique posée entre participants (les mêmes que pour la première demande) motivés par celle-ci. Une réunion plénière, prévue en fin de projet, permettra toutefois d'exposer à l'ensemble des participants du projet les avancées obtenues sur les quatre ateliers planifiés.

Si les responsables des collections plébiscitent l'outil développé, on l'a également testé auprès d'étudiants master de la HE-Arc CR et du département de conservation-

Partenaires :



Co-financeurs :



restauration de l'université d'Oslo. Tous et toutes apprécient sa facilité d'emploi ainsi que l'ensemble des informations transmises sur les fiches récapitulatives des familles de métaux.

Les partenaires du projet ont également bien avancé sur un autre front, celui du nouveau moteur de recherche par construction de stratigraphies numériques reflétant les structures de corrosion observées sur les métaux patrimoniaux étudiés.



A gauche, observation en mode « binocular », © N. Gutknecht, à droite, observation en mode « cross-section », © UTBM.

Pour rappel, le moteur de recherche a dû être subdivisé selon deux modes d'observation afin de mieux répondre aux besoins des futurs utilisateurs de MiCorr⁺ : le mode « binocular » adapté à l'approche tactile de la matière suivie par les conservateurs-restaurateurs et le mode « cross-section » utilisé par les chercheurs en conservation-restauration, en archéométaballurgie et en corrosion, disposant de techniques d'études de la physico-chimie des matériaux et travaillant plutôt sur coupes d'échantillons prélevés. Les sous-caractéristiques à renseigner selon les deux modes d'observation ont été compilées par les experts de la HE-Arc CR, du LMC-IRAMAT (UTBM) et du LAPA (CEA) et transmises aux experts de la HEG Arc, qui les ont réarrangées afin de pouvoir les intégrer dans les nouveaux champs créés. Nous donnons ci-dessous un exemple de données acquises avec le nouveau moteur de recherche lors de l'étude de la structure de corrosion d'une patine lacustre. La structure de corrosion est d'abord étudiée de manière micro-invasive sur l'objet même, à partir de sondages ponctuels au scalpel ou ici de l'observation de lacunes existantes (approche non-invasive dans ce cas) révélant la stratigraphie en place.

Partenaires :



Co-financeurs :



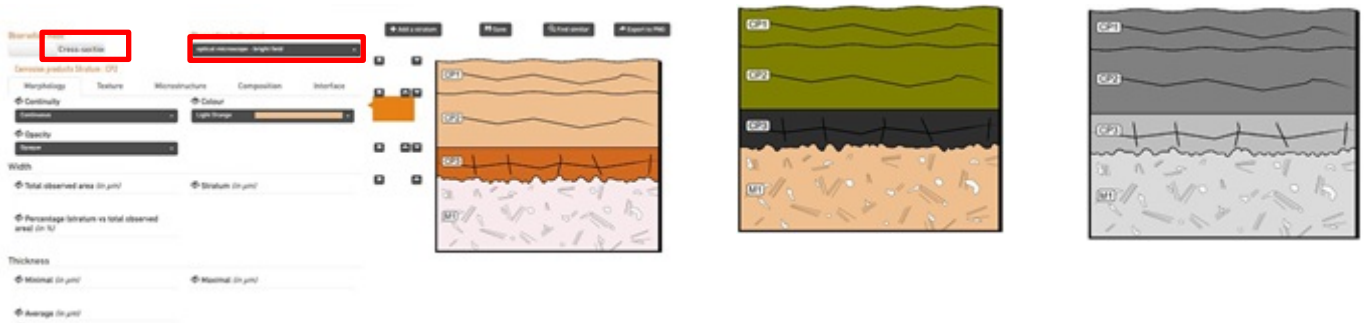


Détail d'une aiguille présentant une patine lacustre en partie lacunaire, collections du Laténium, © S. Ramseyer.



Stratigraphie numérique de la structure de corrosion observée sous binoculaire.

Après prélèvement, cette même stratigraphie est examinée sur coupe à l'aide de multiples techniques d'observation (microscopies optique et électronique) et d'analyses (spectroscopies en dispersion d'énergie et Raman, etc.)



Stratigraphies numériques de la même structure de corrosion observée en microscopies optique (champs clair, à gauche, et sombre, au centre) et électronique (électrons secondaire et rétrodiffusé, à droite).

Chaque mode d'observation a ses sous-caractéristiques propres que l'utilisateur doit renseigner.

Partenaires :



Co-financeurs :



Les deux modes d'observation « binocular » et « cross-section » sont naturellement complémentaires. L'étape suivante va donc consister à trouver des correspondances entre ceux-ci afin qu'un utilisateur de MiCorr+ construisant une stratigraphie numérique en mode « binocular » puisse bénéficier, via la comparaison avec les stratigraphies de la base de données, d'informations approfondies sur des objets présentant des formes de corrosion similaires (développement de la corrosion au cœur du matériau, influence de sa composition et de sa microstructure, etc.), accessibles seulement par observation sur coupe.

Pour l'heure, l'ensemble de la base de données construite à partir de l'ancien moteur de recherche est revue afin qu'elle soit adaptée au nouveau moteur en place. Un travail parallèle vise à donner un poids spécifique à chaque sous-caractéristique pour que la comparaison entre une stratigraphie numérique d'une structure de corrosion inconnue et celles de structures de corrosion de la base de données soit pertinente.

• COLLABORATION AVEC LES ACTEURS DE TERRAIN – CONSERVATEURS-RESTAURATEURS

La collaboration avec les acteurs de terrain – responsables de collections est davantage liée aux demandes de la CdS. Les ateliers étant prévus en juin 2021, nous présenterons les résultats obtenus dans la quatrième lettre d'information en novembre 2021. Dans la suite, nous développons la collaboration avec les acteurs de terrain – conservateurs-restaurateurs, même si certains responsables de collections peuvent être impliqués.

Valentina Valbi (VVA), post-doc au LMC-IRAMAT de l'UTBM, a démarré son contrat en janvier 2021. Sa tâche principale consiste à enrichir la base de données de MiCorr+ par l'examen sur coupe de structures de corrosion, préalablement observées macroscopiquement par Naïma Gutknecht (NGU) de la HE-Arc CR. Comme VVA utilise les moteurs de recherche et les différentes fonctions de l'application MiCorr+, elle contribue également à son optimisation.

Des axes de recherche ont été définis par les partenaires de MetalPAT, sur la base de corpus d'objets proposés par les différents acteurs de terrain. Il s'agit de problématiques :

- technologiques et/ou de mécanismes de corrosion,
- de conservation-restauration induites,

liées aux formes de corrosion développées.

Le tableau ci-dessous résume par type de matériau, les collaborations mises en place autour des différents axes de recherche. Les travaux en cours et à venir sont donnés à titre indicatif. En effet, si certaines collaborations sont établies, le travail effectif requiert l'accès aux objets considérés et/ou la possibilité de prises de prélèvements qui n'ont pas toujours pu être menés à bien en raison de la pandémie.

Certains travaux sont toutefois bien avancés comme le montrent les illustrations qui suivent.

Partenaires :



Co-financeurs :



Matériau	Axe de recherche	Canton / département	Acteur de terrain ¹ et corpus	2021		2022	
				Semestre1	Semestre2	Semestre3	Semestre4
Fer	Corrosion atmosphérique des fontes	Territoire Belfort	UTBM / poteaux d'usines				
	Corrosion caverneuse	Canton de Vaud	SMRA / bague				
		Département du Jura	CCE-LS / plaque boucle				
		Département du Doubs	MBAA / plaque-boucle				
	Corrosion sur matériaux composites	Canton du Jura	SAP / couteaux				
		Département du Doubs	MBAA / couteaux				
Etudes métallurgiques	UTBM / LAPA	Inrap					
		MCAH / ½ produits					
Corrosion filiforme	Canton de Neuchâtel	HE-Arc CR					
Cuivre	Délitement des couches de corrosion	Canton de Berne	SACB / épingle				
		Canton de Vaud	SMRA / cure-oreille & fibule				
		Département du Jura	CCE LS / hache				
		Département de Saône-et-Loire	Inrap (Autun) / artisanat				
	Corrosion en milieu lacustre	Canton de Neuchâtel	Laténium / épingles				
		Canton de Berne	SACB / bracelet				
	Etudes métallurgiques	Canton de Vaud	MCAH / situles et autres contenants				
		Etat de Fribourg	SAEF / bracelets				
	Savons	Canton de Genève	MAHG / monnaies				
		Canton de Genève	MEG / composites				
Canton de Berne		Fondation HAM / composites					
Département du Haut-Rhin		MNAM / pièces automobiles					
Argent	Argent corné	Canton de Berne	SACB / monnaie				
		Canton de Vaud	SMRA / monnaie				
	Etude technologique	Canton du Valais	ABSM / Châsse				
Zinc	Corrosion localisée	Canton de Neuchâtel	HE-Arc CR / plaques de gravure				
	Peste du zinc	Département du Haut-Rhin	MNAM / pièces d'automobile				
Métaux modernes	Altérations inhabituelles	Canton de Berne	Fondation HAM / objets militaires				

Technologie
 Mécanisme de corrosion
 Conservation-restauration
 En cours
 Prévu

<p>Fer</p>  <p>Etude des poteaux en fonte de l'usine Japy, © V. Valbi</p>	 <p>Corrosion caverneuse sur une bague, SMRA, © SMRA</p>	 <p>Corrosion de couteaux avec manches en bois ou en corne du site de Ste Ursanne, SAP, Jura, © SAP</p>  <p>Corrosion d'un couteau du site de Saint-Vit, MBAA, © MBAA</p>
---	--	---













¹ ABSM : Abbaye de Saint-Maurice ; CCE-LS : Centre de conservation et d'étude des Musées de Lons-le-Saunier ; Fondation HAM : Fondation matériel historique de l'armée suisse à Thun ; Inrap : Institut national de recherches archéologiques préventives ; Laténium : Parc et musée d'archéologie de Neuchâtel ; MAHG : Musée d'art et d'histoire de Genève ; MBAA : Musée des Beaux-Arts et d'archéologie de Besançon ; MCAH : Musée cantonal d'archéologie et d'histoire de Lausanne ; MEG : Musée d'ethnographie de Genève ; MNAM : Musée national de l'automobile de Mulhouse ; SACB : Service d'archéologie du Canton de Berne ; SAEF : Service archéologique de l'Etat de Fribourg ; SAP : Section d'archéologie et paléontologie du Jura ; SMRA : Site et musée romains d'Avenches.

Partenaires :



Co-financeurs :



<p>Cuivre</p>	 <p>© C. Degrigny</p>	 <p>© SACB</p>  <p>© SMRA</p>	 <p>HR-17773 Dép. n. v. Planché 64/8 N° Lab. de GE : 85-27 Épingle/Alliage de Cu</p> <p>Épingle présentant une corrosion lacustre, Laténium, © C. Cevey</p>
<p>Pièces se délitant : à gauche, pointe observée sous binoculaire au CCE-LS, à droite en haut épingle, SACB et en bas fibule, SMRA</p>			
  <p>Savons de cuivre : en haut sur des rivets d'une courroie, MNAM et en bas au niveau d'un rivet d'une sacoche, Fondation HAM, © C. Degrigny</p>	 <p>Etude métallurgique d'un ensemble d'ébauches de bracelet du site de Bussy, SAEF, © SAEF</p>	 <p>Etude métallurgique d'un ensemble de monnaies du trésor de Peney, MAHG, © C. Degrigny</p>	 <p>Observation des pièces du site du Mormont au MCAH en prévision de leur étude métallurgique, © N. Gutknecht</p>
<p>Argent</p>	 <p>Etude technologique à partir de fragments détachés de la Châsse de saint Maurice, © ABSM</p>		
<p>Zinc et métaux légers</p>	 <p>Observation d'un ensemble de pièces en Zamak souffrant de peste du zinc, MNAM, © N. Gutknecht</p>	 <p>Observation d'un ensemble de médailles de soldat en alliages légers, Fondation HAM, © N. Gutknecht</p>	

Partenaires :



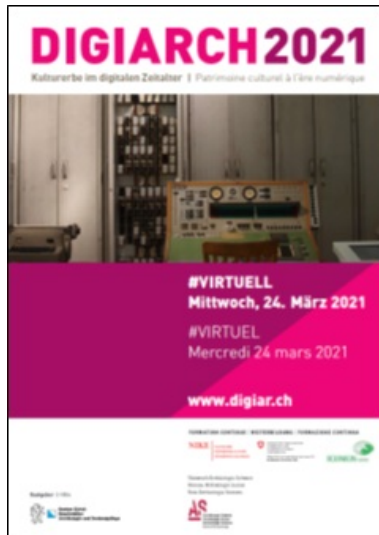
Co-financeurs :



• COMMUNICATIONS

Publications

Article de la communication « Outils numériques en libre accès et participatifs comme supports pour l'analyse et le diagnostic des métaux du patrimoine : possibilités et limites » dans les actes de la conférence *DigiArch2020 – Patrimoine culturel à l'ère numérique* qui s'est tenue le 24 mars 2021.



Présentations

- Communication de C. Degriigny « MiCorr a user-friendly platform to assist in the diagnosis of metal corrosion » lors du séminaire Swiss Corrosion Science Day qui s'est tenu le 26 avril 2021 dans les locaux de la société Metrohm de Zofingen ».



- Communication de C. Degriigny « Développement de Micorr comme outil participatif d'aide au diagnostic des métaux patrimoniaux » lors des Journées Etude, Recherche et Innovation en Conservation-restauration 2021 qui se tiendront à Toulouse le 4 juin prochain.

Partenaires :



Co-financiers :

