

## Rapport d'analyse d'échantillons métalliques prélevés en baie de Quiberon

Linamaría GALLEGOS MAYORGA, post-doctorante  
[Linamaria.Gallegosmayorga@univ-brest.fr](mailto:Linamaria.Gallegosmayorga@univ-brest.fr)

Stéphane SIRE, enseignant-chercheur, HDR  
[Stephane.Sire@univ-brest.fr](mailto:Stephane.Sire@univ-brest.fr)

---

### Objectif :

Apporter des éléments scientifiques quant à la possible présence de l'épave du Monte-Carlo en baie de Quiberon.

### Contexte :

L'équipe de recherche de l'Université de Bretagne Occidentale (Brest) travaille en particulier sur les fers anciens et les assemblages rivetés. Des métaux et assemblages de structures rivetées construites principalement entre 1860 et 1900 ont déjà été étudiés. La date de construction du Monte-Carlo (1874) correspond à la période des structures habituellement étudiées.

## Description des échantillons récupérés :

Deux échantillons ont été récupérés au cours de plongées de juillet 2016.

L'échantillon A, d'une longueur de 45cm (Figure 1), présente quelques rivets restants dont les têtes semblent manquantes. L'écartement des trous laissés à l'emplacement des rivets peut permettre une comparaison de ces dimensions avec celles que l'on pourrait retrouver dans des plans décrivant précisément la géométrie du Monte-Carlo.



Figure 1. Présentation de l'échantillon A, prélevé en juillet 2016 en baie de Quiberon

L'échantillon B, plus petit (longueur de l'ordre de 30 cm) est également très fortement abîmé et corrodé, voir Figure 2.



Figure 2. Présentation de l'échantillon B, prélevé en juillet 2016 en baie de Quiberon.

Les deux échantillons ont été maintenus dans un bac rempli d'eau selon les préconisations du Manuel pratique pour les interventions sur le patrimoine culturel subaquatique (Convention Unesco de 2001).

### Analyse métallographique :

Après découpe d'échantillons, un premier examen des rivets restants a pu être mené, voir Figure 3.



Figure 3. Coupes longitudinales sur rivets de l'échantillon A (gauche) et de l'échantillon B (droite).

Les coupes longitudinales montrent :

- des têtes de rivets manquantes,
- un écartement très prononcé des deux tôles de l'assemblage de l'échantillon A,
- une tôle (ou une cornière) manquante dans l'échantillon B (seule un reste de cornière est présent) ,
- des éléments très fortement corrodés,
- la présence d'inclusions dans les rivets et des les tôles et cornière extraites.

Les têtes des rivets manquantes de l'échantillon A peuvent avoir été corrodées ou arrachées suite à l'écartement des tôles, conséquence de la corrosion, d'un choc ou d'une forte déformation.

L'échantillon B présente un reste de tête de rivet, la deuxième tête étant absente.

La présence d'inclusions (dans le sens de la longueur des éléments) correspond à une caractéristique de certains métaux fabriqués notamment au cours de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle : les fers puddlés. Ceux-ci, obtenus à partir de fontes, nécessitent l'ajout de scories pour éliminer les impuretés du métal. Les scories ne sont pas toutes éliminées à l'issue des opérations de forge et restent emprisonnées sous forme d'inclusions dans la matrice de fer.

Une analyse microscopique des fers présents dans les assemblages A et B a ainsi été menée. La figure 4 présente une microscopie caractéristique révélée après une attaque au Nital.

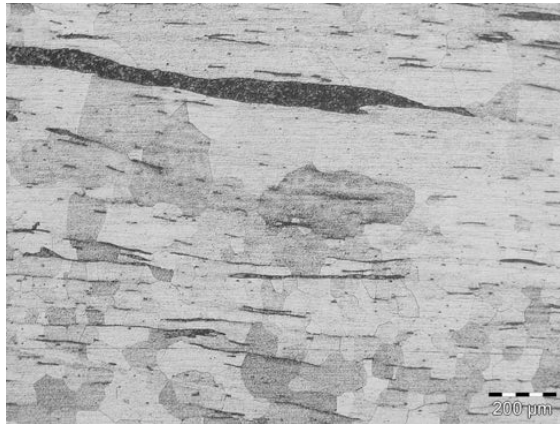


Figure 4. Micrographie caractéristique des fers prélevés sur l'échantillon A.

Cette micrographie montre :

- des inclusions allongées,
- une microstructure caractéristique (taille des grains) des fers puddlés.

La composition des inclusions a également été étudiée afin d'être comparée avec les compositions de la littérature et avec celles que nous avons déjà menées. La figure 5 présente un spectre caractéristique relevé par une microanalyse par énergie de dispersion de rayons X (EDX) au microscope électronique à balayage (MEB).

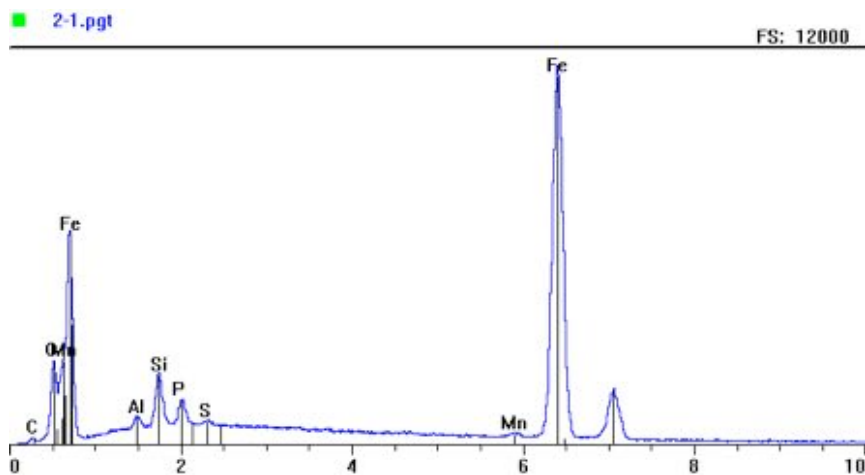


Figure 5. Spectre de la microanalyse par EDX (échantillon B)

Ce spectre montre la présence, dans une zone entourant une grosse inclusion (présentée en Figure 6), des éléments suivants : fer, oxygène, silicium, phosphore et des traces de manganèse, d'aluminium et de soufre. Ces éléments sont référencés dans la littérature et fréquemment présents dans les analyses des inclusions des fers puddlés que nous avons pu mener.

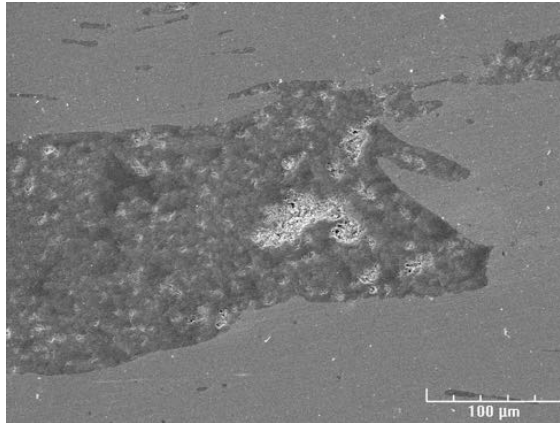


Figure 6. Présentation de la géométrie de l'inclusion analysée par microanalyse EDX

La cartographie des principaux éléments relevés par le spectre (Figure 7) montre de manière qualitative une présence forte d'oxygène, de silicium et de phosphore dans l'inclusion, le fer se retrouvant davantage dans la matrice qui l'entoure.

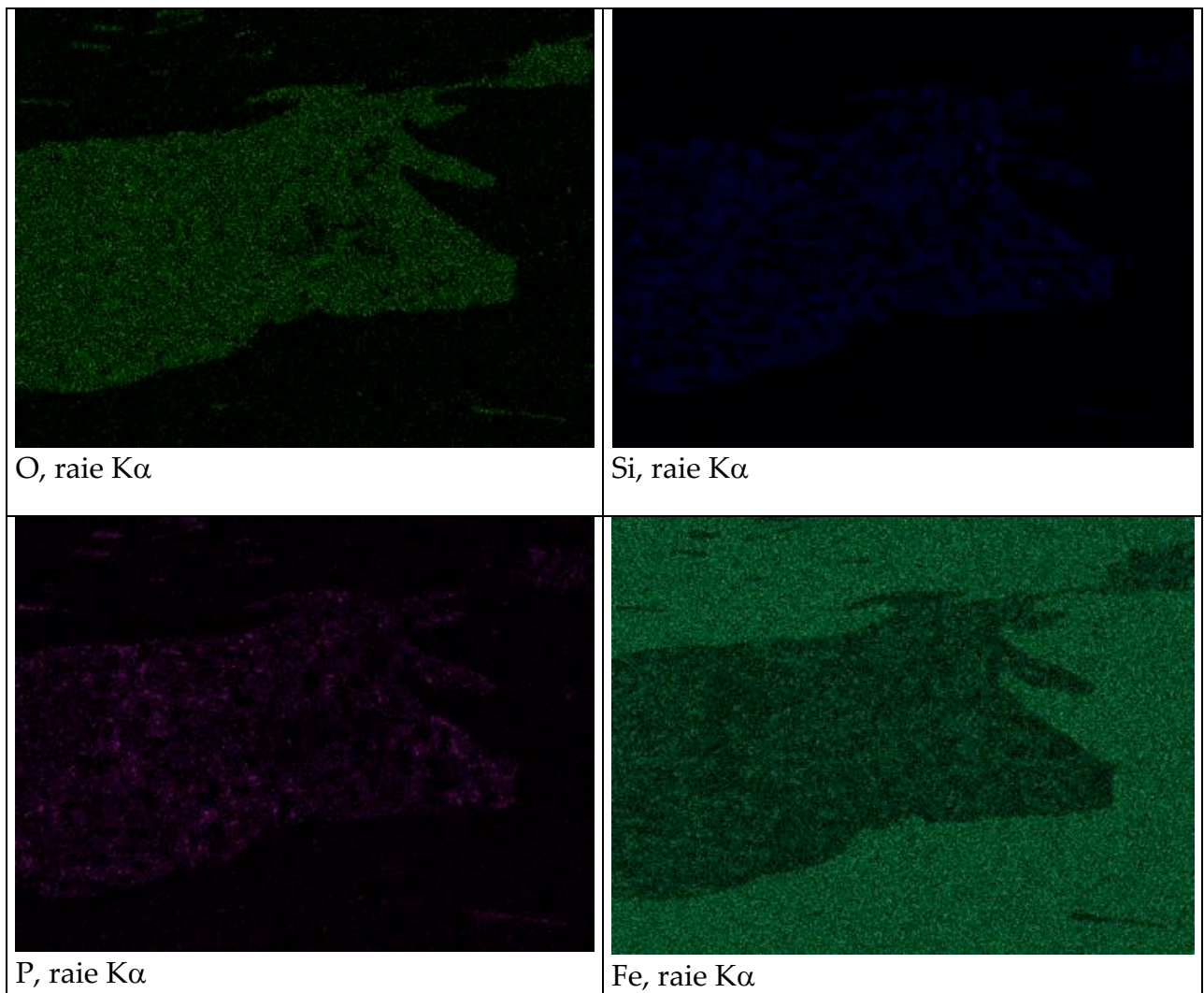


Figure 7. Répartition des principaux éléments relevés dans la zone d'étude.

### Conclusions et perspectives :

Les différentes analyses que nous avons menées nous permettent de conclure que **les matériaux des assemblages prélevés en baie de Quiberon en juillet 2016 appartiennent à la famille des fers puddlés, matériaux couramment employés dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle.**

Des analyses complémentaires sont en cours (rivets et inclusions) afin de connaître davantage ces assemblages, ces métaux ainsi que l'environnement dans lequel il ont été immergés pendant près de 100 ans.