

## INTRODUCTION

La compréhension de la corrosion du fer à très long terme intéresse aussi bien le domaine de la conservation/restauration, que celui du génie civil. Un des aspects du premier de ces domaines, est toute l'attention portée par les spécialistes à la détermination de l'ancienne surface d'un objet corrodé, appelée aussi surface d'origine ou surface archéologique. En effet, celle-ci est une source importante d'informations sur la forme originelle de l'objet, sa fonction et son utilisation avant abandon, autant de données indispensables pour, notamment, orienter les choix de restauration. Sa localisation au sein d'un agencement souvent complexe de produits de corrosion, constitue une opération délicate qui doit s'appuyer sur un examen précis, mais aussi sur une bonne connaissance du processus d'altération. Quant au second domaine, c'est dans le cadre de la prévision que la compréhension de la corrosion à très long terme revêt toute son importance, avec en particulier les problèmes liés au vieillissement des structures métalliques enterrées, telles que les canalisations. Plus spécifiquement, la problématique liée au stockage des déchets nucléaires porte sur la détérioration des matériaux métalliques à l'horizon de plusieurs milliers d'années. En effet, un des éléments de la multi-barrière envisagée pour séparer les déchets de la biosphère pourra être réalisé en alliage métallique ferreux.

Si l'on sait prédire la corrosion sur quelques décennies, l'extrapolation à des durées considérablement plus longues ne peut que s'appuyer sur des modèles mathématiques, que l'on cherche en partie à valider grâce à des essais de simulation.

Dans chacun de ces cadres, les matériaux archéologiques sont des éléments clefs d'une recherche à laquelle la diversité des applications donne un caractère hybride original. Néanmoins, les différentes approches de cet objet d'étude qui ont eu lieu jusqu'à présent, sont souvent déconnectées les unes des

autres, car tributaires d'une part des « traditions » méthodologiques inhérentes à chaque discipline, et d'autre part de la pluralité des problématiques abordées.

Il en est ainsi des travaux issus du domaine de la conservation/restauration, dont le savoir-faire conduit à une excellente appréhension des produits de corrosion à long terme à travers des descriptions souvent très détaillées à une échelle macroscopique, mais dont l'emploi parfois limité de techniques analytiques, empêche une bonne connaissance de la corrosion au niveau microscopique.

Dans une approche bien différente, les corrosionnistes surtout orientés vers des problématiques industrielles, ont pour objet d'étude des systèmes de corrosion mieux définis, à savoir des matériaux contemporains altérés dans des environnements déterminés, et sur des périodes plus courtes. Ces études se fondent sur la caractérisation fine de chacun des éléments du système de corrosion, préalable indispensable pour déchiffrer les mécanismes.

On perçoit alors les avantages d'une approche conjuguée, qui seule semble permettre de comprendre dans son intégralité la complexité du système de corrosion développé sur de très longues durées. Ajoutons que depuis quelques années, la volonté de décrire les mécanismes mis en jeu dans le processus de corrosion à long terme des matériaux est devenue manifeste, et génère de plus en plus d'hypothèses à leur sujet.

Les analogues archéologiques apparaissent donc comme des outils *ad hoc* dans une optique de compréhension du système de corrosion, et offrent des perspectives non négligeables en ce qui concerne la validation des mécanismes proposés. Toutefois, il apparaît primordial pour ce type d'études, dans la mesure du possible, qu'un plus grand nombre de paramètres soit fixé afin de comprendre le processus de corrosion. Dans ce sens, le choix d'un site archéologique unique, susceptible de fournir une grande quantité de matériaux métalliques corrodés aux multiples caractéristiques, est des plus pertinents. Notre travail de recherche s'inscrit dans cette proposition.

Nous présenterons ce travail en l'articulant autour de quatre parties. La première correspond à une revue de l'état actuel des connaissances, dans laquelle seront abordées les notions importantes liées au processus de la corrosion tels que la solubilité des phases, les faciès des produits de corrosion, les mécanismes ou encore la cinétique de la corrosion. Cette partie permettra de dégager les objectifs de l'étude en considérant les points forts de la littérature (c'est le cas, par exemple, des hypothèses de mécanismes émises), mais aussi ses points faibles (tel que le caractère parcellaire des données sur une des parties du système de corrosion). La deuxième partie consistera à présenter la méthodologie que nous avons employée pour répondre aux objectifs, et détaillera l'ensemble des techniques expérimentales associées. Elle abordera notamment les études de caractérisation fine qui s'appuient aussi bien sur des techniques classiques, que sur des instruments plus pointus tel que la

microdiffraction sous rayonnement synchrotron et la microsonde nucléaire. De plus, nous nous attacherons à mettre en place des moyens spécifiques pour étudier le transport dans les couches, tels que les essais d'immersion dans des solutions aqueuses contenant des marqueurs. Les résultats, issus de l'application des différentes méthodes, feront l'objet d'une quatrième partie qui sera scindée en deux grands thèmes : d'une part la description détaillée des faciès de corrosion, et d'autre part l'étude du transport dans les couches. Ces résultats seront discutés dans une dernière partie, au sujet du transport dans les couches en terme de validation de certaines hypothèses, et au sujet des cinétiques des réactions de corrosion. De plus, de nouveaux mécanismes seront proposés pour rendre compte des différents faciès de corrosion recensés.