

I – Introduction

En France, l'Agence nationale de gestion des déchets radioactifs prévoit de stocker les déchets radioactifs à haute activité dans une couche d'argile Callovo-Oxfordien située à 500 m de profondeur dans l'est du bassin parisien. Cette couche d'argile est en cours d'étude, elle va permettre de confiner les radionucléides à l'aide d'un système multi-barrières composé d'une matrice de verre noyée dans un conteneur en acier inoxydable, placé dans des micro-tunnels horizontaux.

Le conteneur en acier a pour fonction d'isoler le déchet de l'homme et de l'environnement pendant plusieurs dizaines d'années pour permettre leur refroidissement avant d'être stockés définitivement dans Cigéo. La durée de vie du conteneur est affectée par différents phénomènes tels que le chargement mécanique et la corrosion due à une longévité du système de stockage des déchets radioactifs à haute activité. Des expériences entre analogues archéologiques et le stockage géologique des déchets radioactifs permettent d'identifier la vitesse de corrosion de l'acier inoxydable et son environnement.

II - Etat des connaissances

Les colis de déchets seraient stockés dans des alvéoles revêtus d'une couche en acier dans la roche argileuse. Après la fermeture du système, les colis seront dans des conditions essentiellement anoxiques.

La durée de vie du système de stockage est évaluée à l'aide des modèles prédictifs basés sur le mécanisme de corrosion à long terme identifiés sur les conteneurs métalliques (4).

La corrosion recouvre l'ensemble des processus électrochimiques intervenant lorsqu'un matériau métallique interagit avec son environnement (4).

Au fil des décennies, plusieurs études ont examinées la corrosion de l'acier en milieu argileux et la porosité des argiles carbonatées (4).

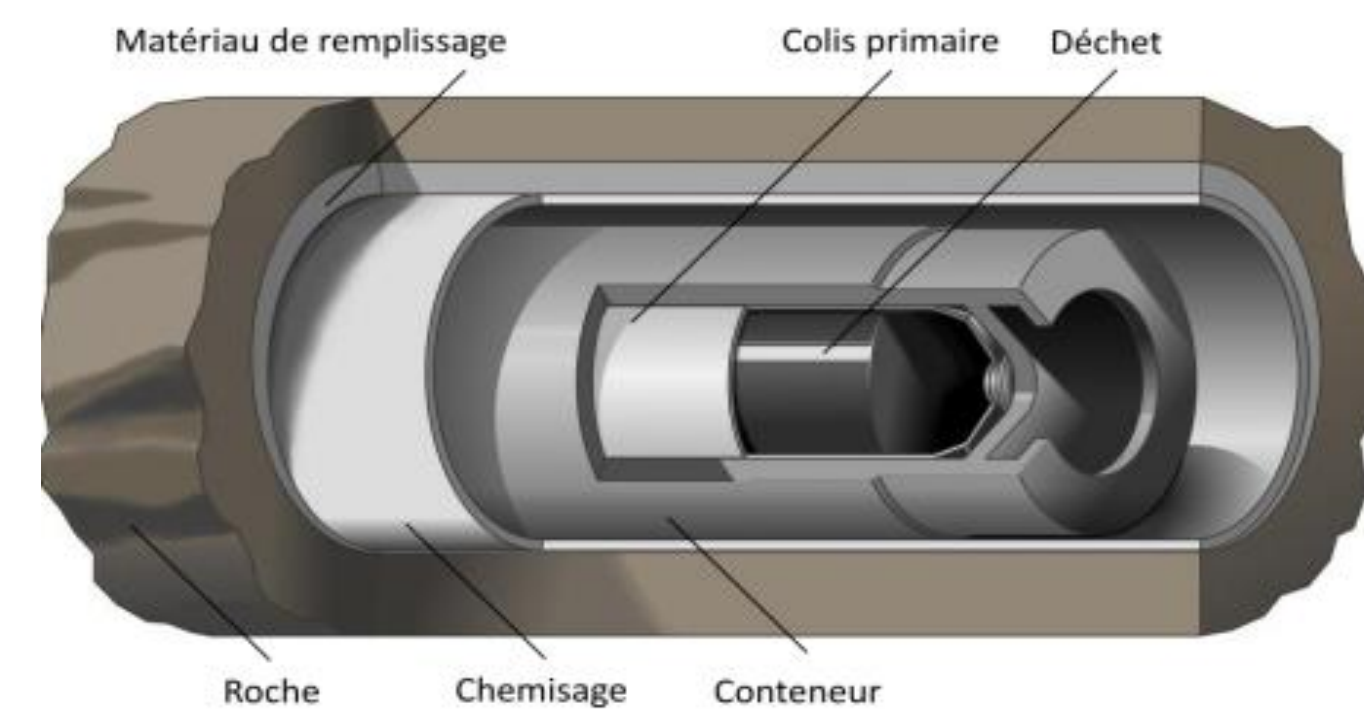


Figure 1 : Stockage géologique des déchets HA (1)



Figure 2 : Corrosion sous contrainte d'un tube en acier inoxydable (2)

III - Matériels et méthodes

Etude d'un acier (A) : (ferrite et perlite) et d'un fer pur (B) pour mettre en évidence l'effet de la cémentite sur le processus de corrosion (3).

Réalisation d'une expérience de corrosion en milieu non carbonaté échantillon à mettre dans un autoclave à 120°C pendant 1 mois afin d'augmenter la cinétique de la réaction.

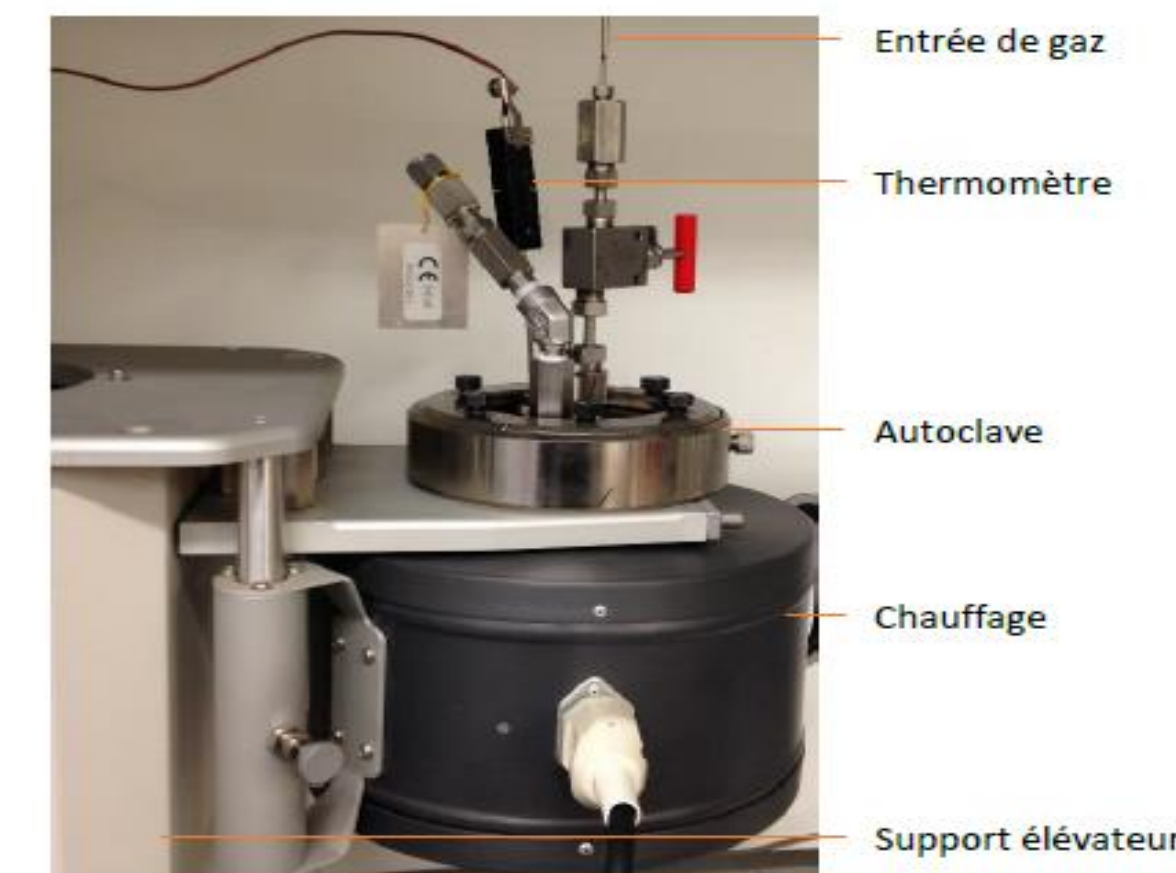


Figure 3 : photographie du montage expérimental (Lotz,2021)

1-Pollissage mécanique des coupons avec de l'éthanol et du papier silice.

2- Nettoyage des échantillons aux ultrasons pendant 2 minutes dans l'éthanol.

3- Insertion des échantillons dans une solution synthétique de porosité de Cox mélangé à 30% en poids de la bentonite.

4-Chauffage de l'autoclave afin d'atteindre les conditions anoxique.

5- Séchage des échantillons à l'aide d'un courant sec pour stocker sous vide primaire.

6- Observation des échantillons à l'aide d'un microscope électronique à balayage (MEB), obtention du spectre à rayon x à dispersion.

IV - Résultats et interprétations

1. Distribution de la corrosion

Formation d'une couche de produit de corrosion interne (gris clair) qui adhère à la surface métallique. Formation d'une couche discontinue de produit de corrosion externe avec différence de contraste plus foncés et peu adhérente (3).

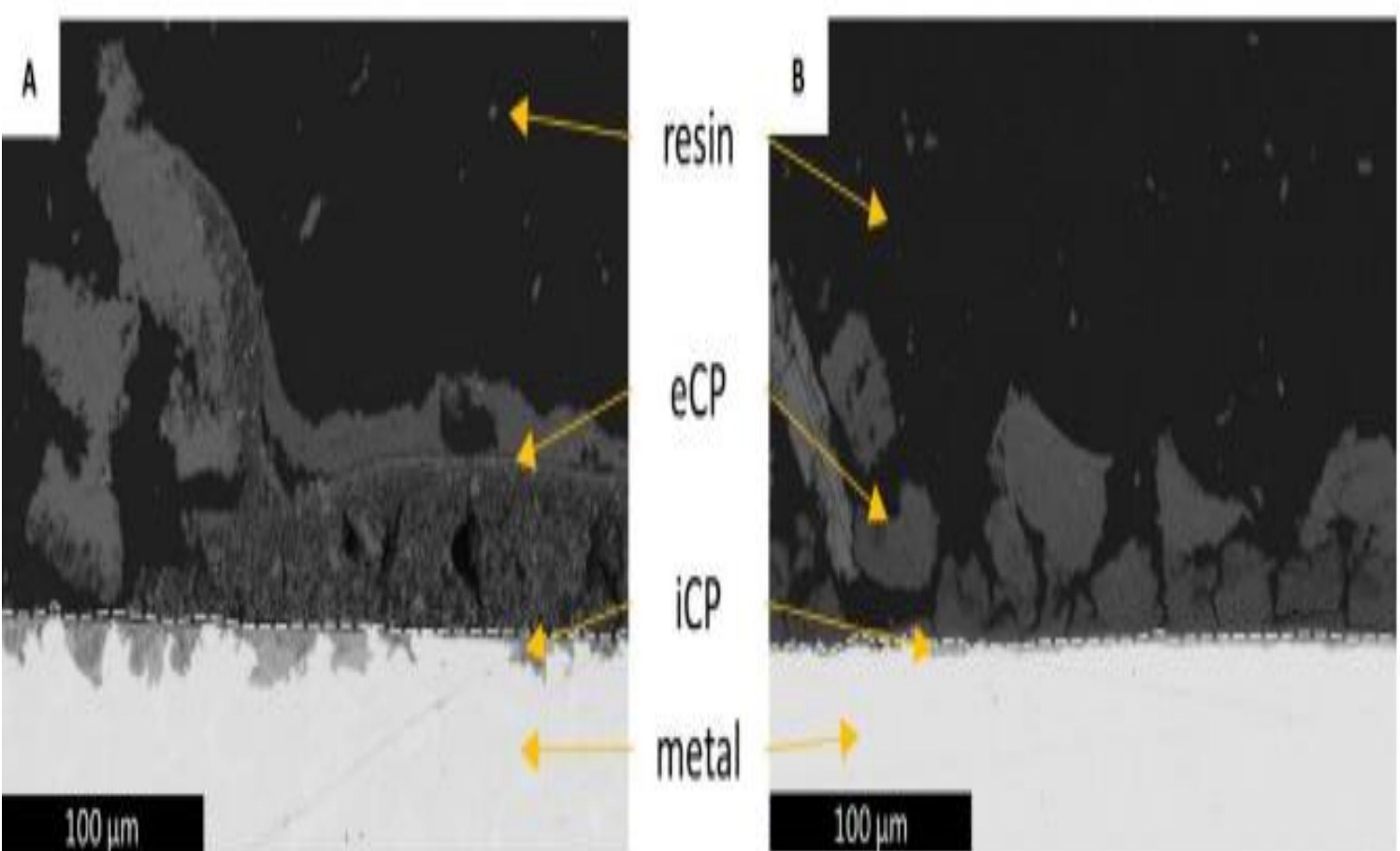


Figure 4 : Micrographies obtenues sur la section (A) et (B) (Lotz,2021)

2. Caractérisation de l'iCP et eCP

A : Plus de pénétration de corrosion locale est observé avec formation de la perlite et la ferrite (a-c).

B : pénétration locale des produits de corrosion sont plus rares (b-d) avec formation uniquement de la ferrite (3).

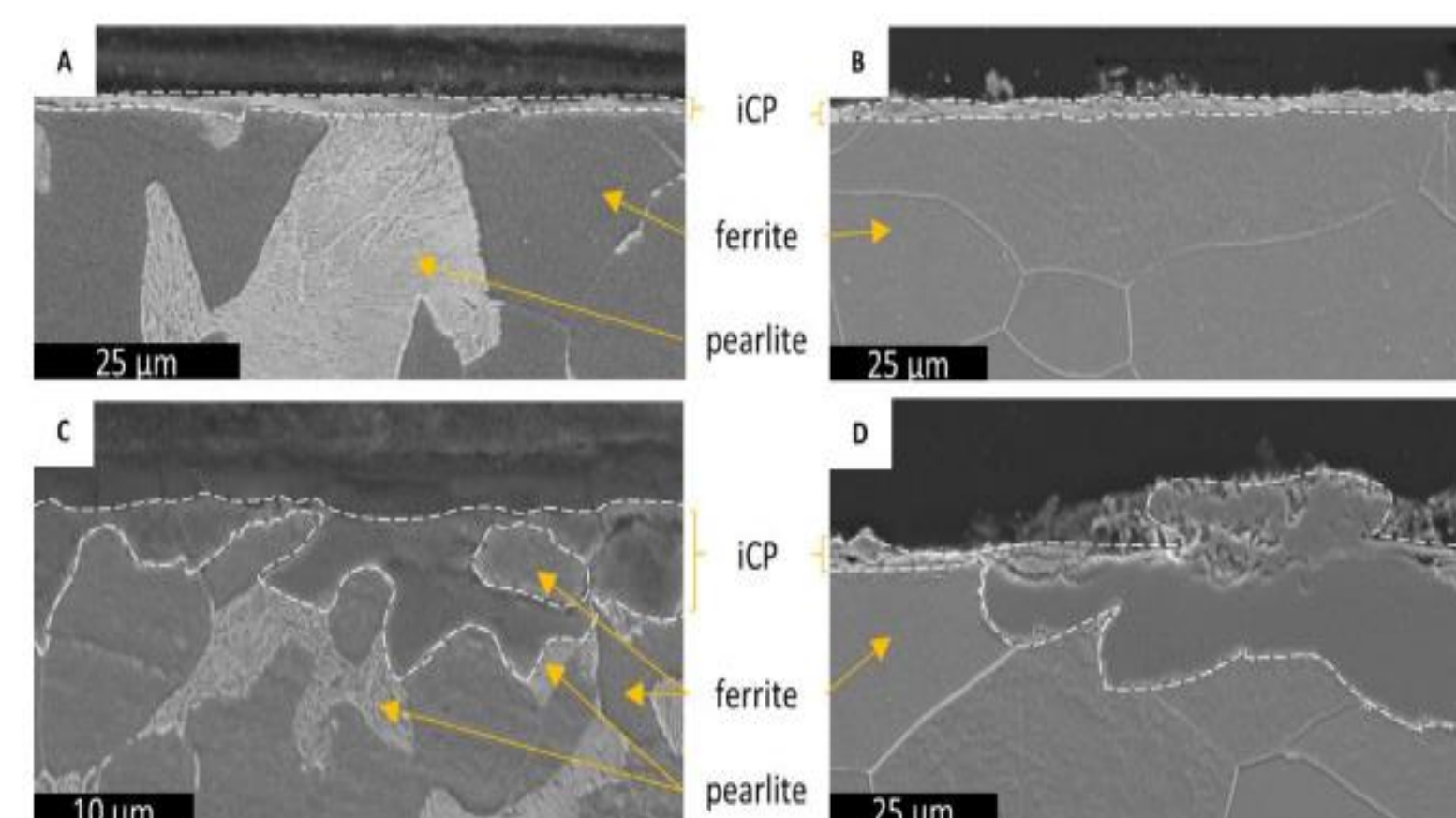


Figure 5 : Micrographies obtenues aux interfaces A et B par caractérisation (Lotz,2021)

V-2-Solution proposée (Projet Coconut)

Procédé d'élaboration par projection dynamique à froid, en projetant une poudre métallique accrue à très grande vitesse dans un flux de gaz et s'accroche sur le substrat grâce à la déformation plastique. Puis introduction du poudre de carbure de silicium mélangé avec la poudre de cuivre afin de diminuer les contraintes résiduelles et de limiter au maximum la porosité. L'analyse et la caractérisation des propriétés métalliques ont permis d'obtenir une microstructure compatible avec l'utilisation industrielle (1).

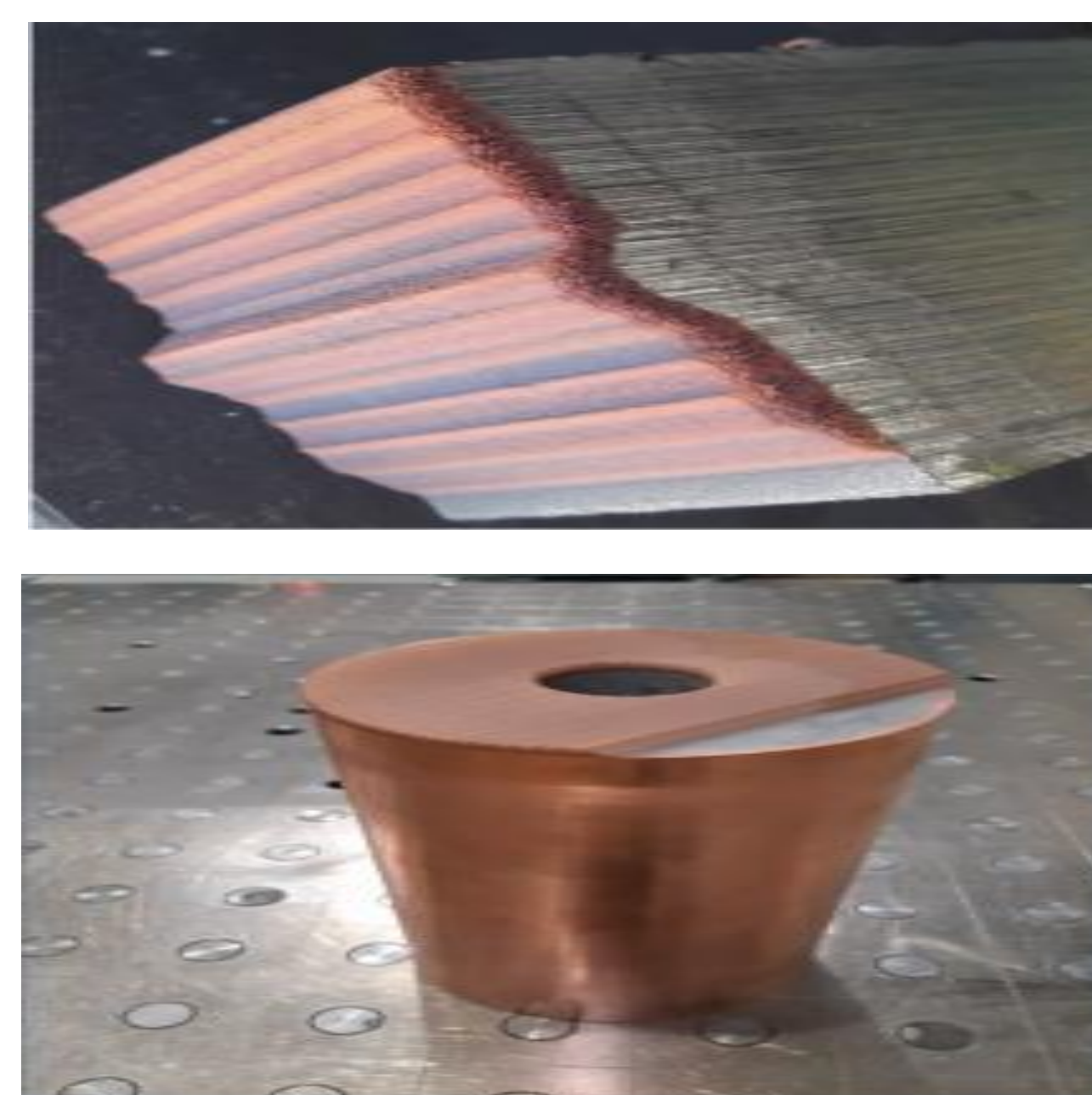


Figure 9 : Application du revêtement de l'acier (1)

VI – Conclusion

L'étude a été réalisée pour déterminer le mécanisme de corrosion au cours des trois premiers mois de corrosion du fer dans l'eau porale de Cox à 120°C. Le projet SCCODRA a permis de développer des technologies de surveillance et de suivi de la corrosion à long terme à l'aide d'un équipement de propagation de fissure. Enfin le projet Coconut a permis de développer un revêtement anticorrosif pour améliorer la résistance des conteneurs des déchets radioactifs à Haute Activité pour lutter contre la corrosion au cours du stockage.

Bibliographie

- 1-ANDRA, Agence Nationale pour la Gestion des Radioactifs. www.andra.fr consulté le 27 Novembre à 15h
- 2-Nouicer, E., n.d. Figure 14 : Corrosion par piqûres d'un acier inoxydable [WWW Document]. ResearchGate. URL https://www.researchgate.net/figure/Corrosion-par-piqures-dun-acier-inoxydable_fig9_330225278 (accessed 12.7.22).
- 3-Lotz, H., 2021. Mécanismes de corrosion du fer en milieu anoxique: caractérisation multi-échelle des propriétés physico-électrochimiques des couches de produits de corrosion. 213.
- 4-Lotz, H., Carrière, C., Bataillon, C., Gardes, E., Monnet, I., Foy, E., Schlegel, M.L., Dynes, J.J., Neff, D., Mercier-Bion, F., Dillmann, P., 2021. Investigation of steel corrosion in MX80 bentonite at 120°C. *Materials and Corrosion* 72, 120–130. <https://doi.org/10.1002/maco.202011777> h



Figure 6 : Dispositif de propagation de fissure (1)

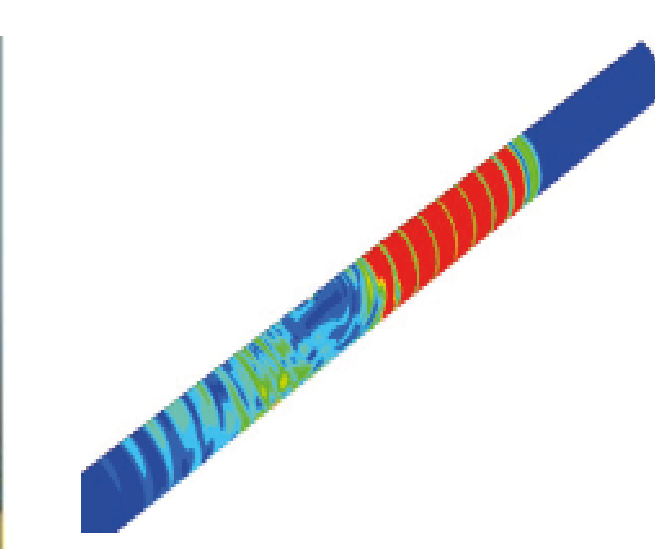


Figure 7 : Simulation de la propagation d'ondes guidées (1)

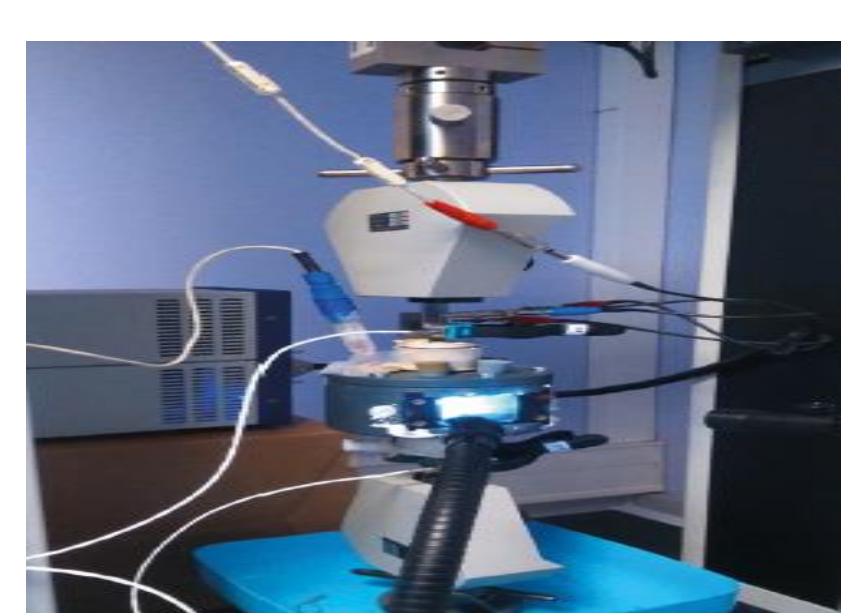


Figure 8 : émission acoustique et bruit électrochimique (1)