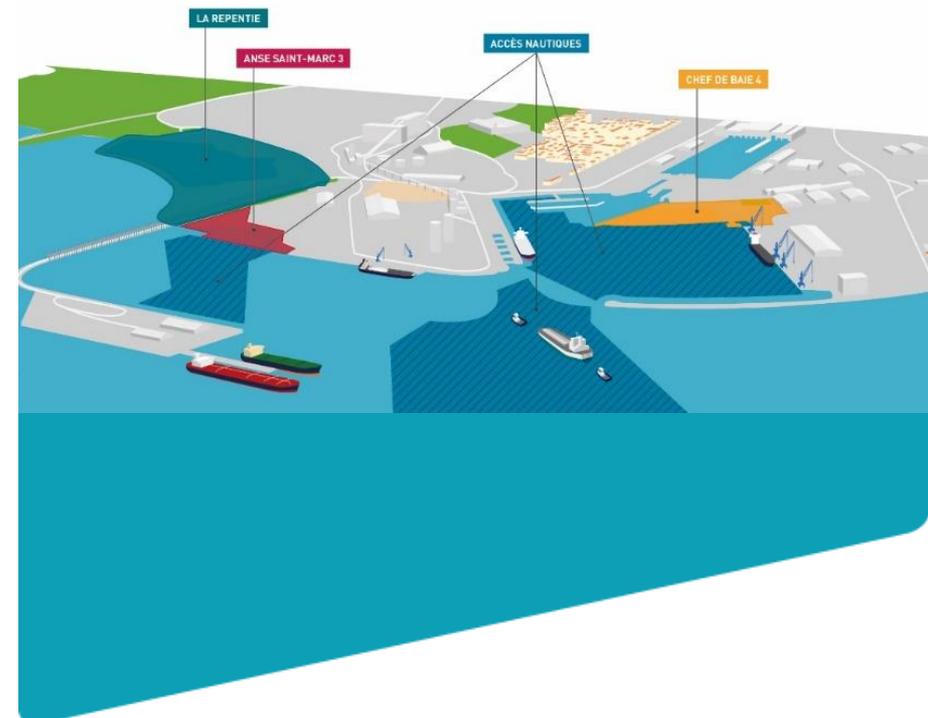




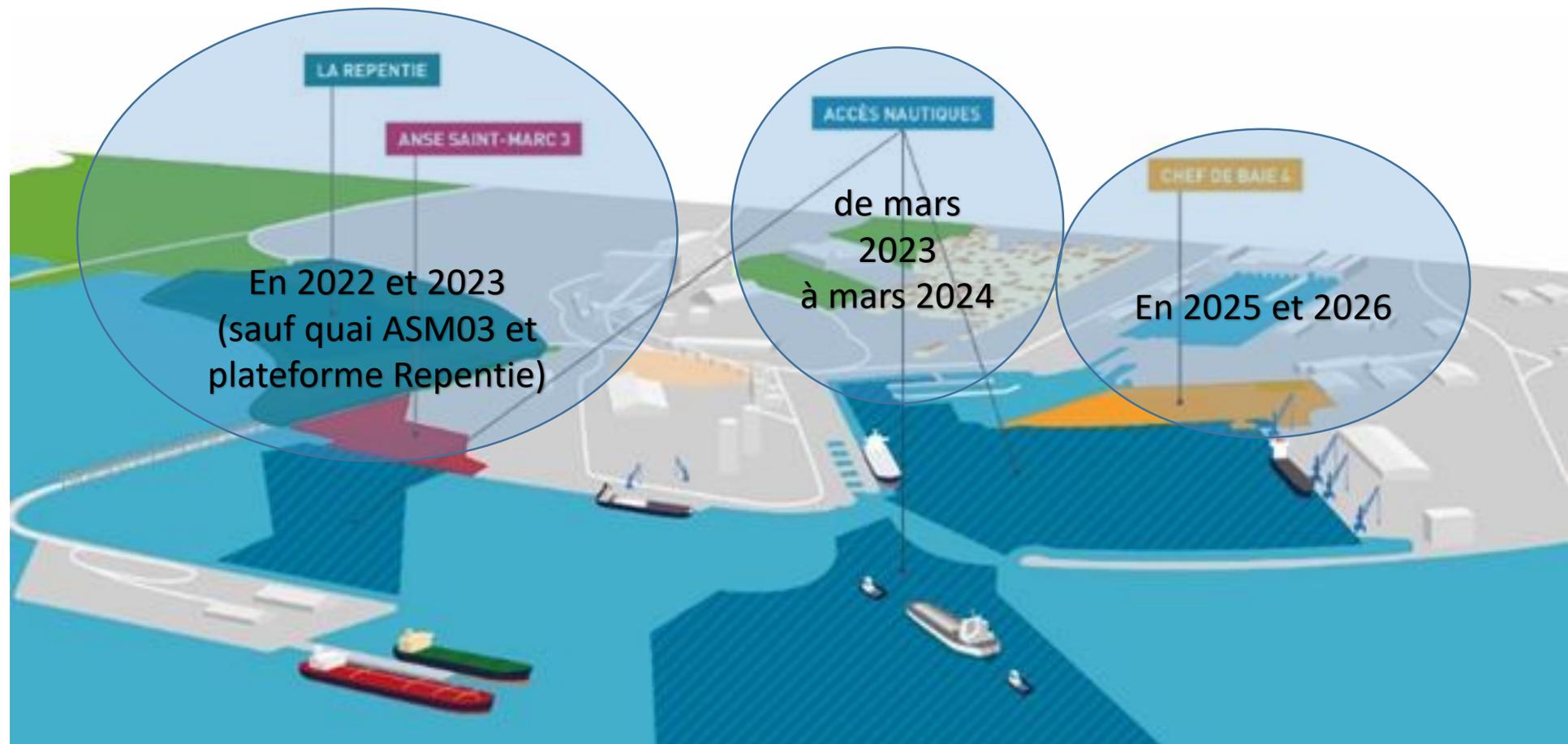
Ordre du jour

- Etat d'avancement et planning prévisionnel de réalisation des travaux
- Bilan du suivi des mesures « Eviter, Réduire, Compenser et Accompagner »
- Présentation de travaux encadrés par Philippe Refait, notamment sur les mécanismes impliqués dans la protection cathodique des aciers au carbone en zone de marnage.
- Présentation des premiers résultats de la thèse encadrée par Xavier Bertin, sur les évolutions de la morphodynamique d'un système vasière/pré salé (cas de la Baie de l'Aiguillon).-> **reportée au prochain CCS**
- Préparation du prochain conseil (date et ordre du jour)
- Questions diverses



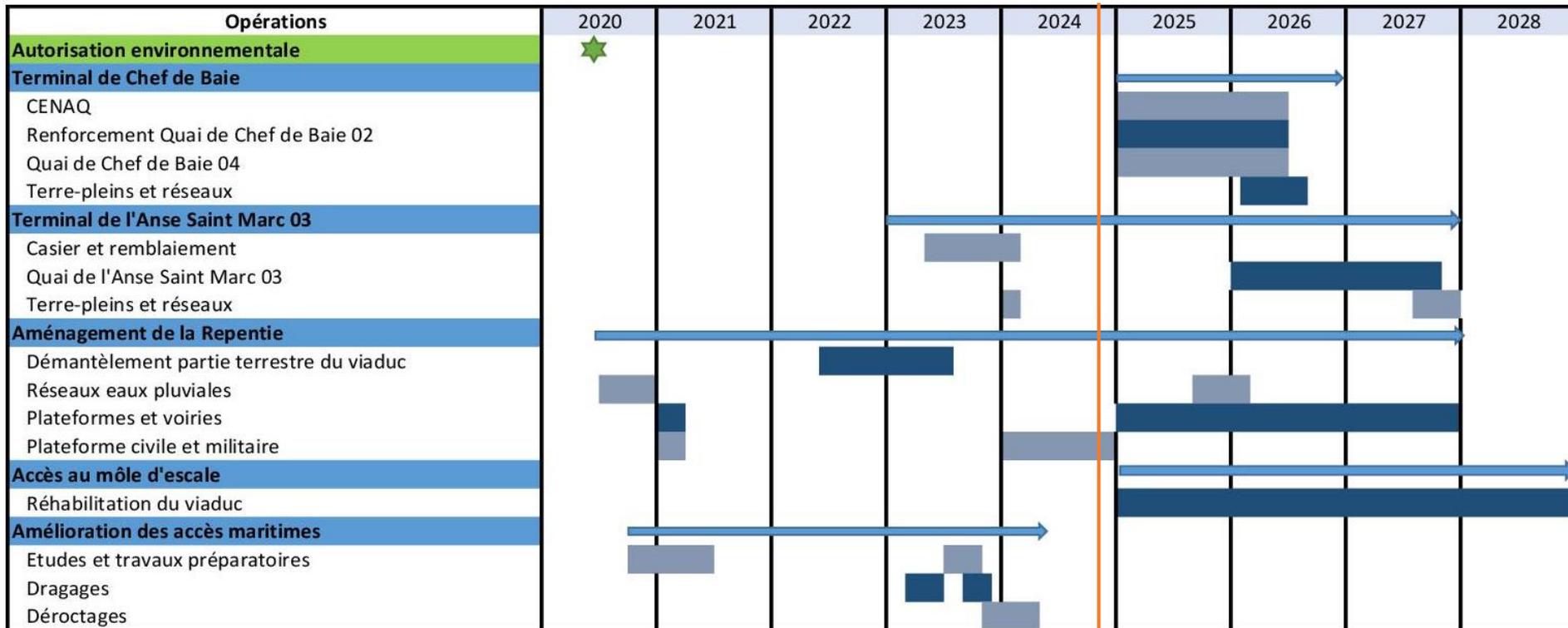
Etat d'avancement et calendrier prévisionnel du projet Port Horizon 2025

4 opérations au total sur plusieurs années



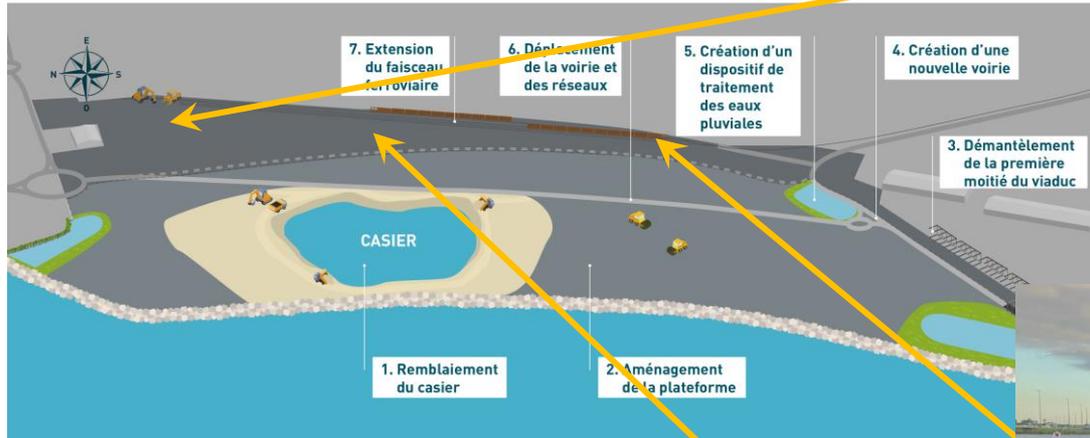
Informations détaillées sur www.larochelle.port.fr

Calendrier prévisionnel de réalisation des travaux

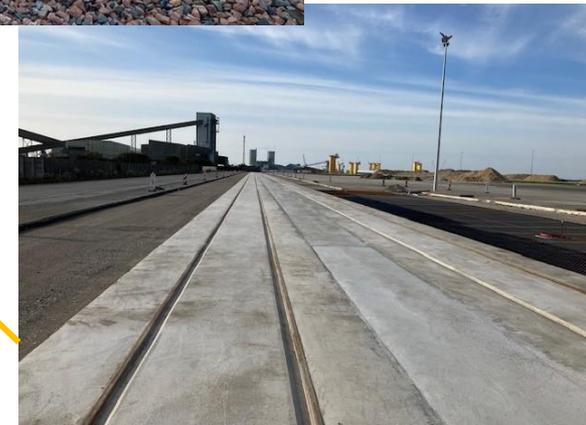


Etat d'avancement : Aménagement de la plateforme civile et militaire

PLATEFORME DE LA REPENTIE



- Travaux en cours. Livraison fin décembre 2024.
- Réduction des impacts de l'activité portuaire
- Bassin de décantation : valeur ajoutée par rapport au projet initial
- Report modal
- Economie circulaire avec réutilisation des marnocalcaires et produits de démolition des blockhaus et dalle du H15
- Nettoyage et valorisation d'une zone en friche (enlèvement déchets dont UXO, éradication des EEE)



Etat d'avancement : Construction du futur quai CDBO4

TERMINAL DE CHEF DE BAIE 4

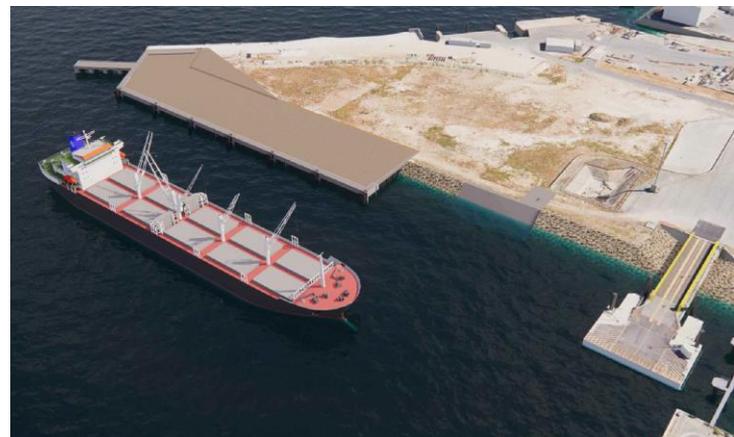


- Réunion de lancement du marché: le 21 octobre 2024
- MR5: Réduction des incidences des lixiviats du massif de déchets de Chef-de-Baie 4 sur le milieu marin
- MR10: Réduction des incidences des anodes galvaniques sur le milieu marin
- MR11: Réduction des incidences du bruit sous-marin sur les mammifères marins, tortues et poissons
- MA8: Accompagnement pour la connaissance du bruit aérien lié aux travaux

Groupement en charge des travaux Construction du futur Quai CB4

Entreprises		Compétences
	Océlian	Fondations Massif d'amarrage Estacade nord Dalle de transition
	Leduc	Fondations
	GTM OA	Poutre de couronnement principale
	Terélian	Terrassement, déblai et remblai

- Afin de limiter les interactions avec l'activité portuaire sur l'eau, réalisation de l'ensemble des travaux par voie terrestre, c'est à dire à partir d'estacades.
- Usage d'une grue avec mat Symmetrix et vibrofonçage des pieux.
- Phase de préparation entre novembre 2024 et mi-janvier 2025
- Reconnaissance pyrotechnique de mi-janvier à mi-mars 2025
- Démarrage des travaux mi-mars 2025
- Livraison du quai en juin 2026



Questions ?

Bilan du suivi des mesures

« Eviter, Réduire, Compenser et Accompagner »

Bilan du suivi des mesures « Eviter, Réduire, Compenser et Accompagner »

Volet terrestre : mesures et études réalisées

- Création de 6,4 ha de **zone de compensation** et production des plans de gestion
- **Suivi ornithologique, herpétologique, des habitats et de la végétation** du projet
- Poursuite des mesures d'**effarouchage** sur les zones à aménager de La Repentie
- **Création d'un bassin de traitement des eaux pluviales** au sud-est de La Repentie
- **Plan de gestion** des sols pollués pour les travaux du Terminal de Chef de Baie 4
- **Bilan des Emissions de Gaz à Effet du Serre** du Port
- Etude de **bruit aérien**
- Etude et modélisation de la **qualité de l'air**



Senecion du Cap sur Chef de Baie (HA89)

Bilan du suivi des mesures « Eviter, Réduire, Compenser et Accompagner »

Volet maritime : études réalisées

- **Suivi de la turbidité** en amont et pendant les travaux de dragage et déroctage
- Etat initial de l'**ichtyofaune** sur les sites d'immersion du Lavardin et d'Antioche
- Etat initial **biosédimentaire** d'habitats dans les Pertuis Charentais
- Etude sur la **zone d'attente des navires**
- Etude de faisabilité d'**éradication de la crépidule**
- Etude de **bruit subaquatique**
- Doctorat : **projet Qualipertuis**
- Programme de recherche **Anodes galvaniques (MA5)**



Biodiversité terrestre

- Suivi de l'Odontite de Jaubert (ME1)
- Suivi des zones de compensation (MC2 et MC3)
- Suivi de l'efficacité des mesures d'effarouchement (MR3)
- Suivi des Espèces Exotiques Envahissantes (MR13)
- Mise en œuvre de la compensation des incidences sur les oiseaux nicheurs (MC4)

Cadre de vie, milieu humain

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre (MR6)
- Réduction des incidences sur la circulation au sein et aux abords du Grand Port Maritime (report modal; MR7)
- Réduction des apports en matériaux d'emprunt et de ressources minérales (MR8)
- Réduction de l'incidence paysagère dans le port (MR9)

Milieu marin

- Réduction des incidences des rejets pluviaux sur la qualité des eaux marines

Etude de la zone à crépidules (MC1)

- L'étude de faisabilité a été réalisée en 2021/2022. Les conclusions sont les suivantes :
- Pas de faciès acoustique caractéristique d'un banc de crépidules.
- Seulement quelques individus vivants observés dans les échantillons prélevés. Essentiellement des individus morts (coquilles vides).
- Ainsi, nous sommes en contact avec le PNM pour une zone alternative pour appliquer cette mesure MC1.
- Au cours du CIS (Comité d'Information et de Suivi), un participant nous a questionné sur la cause de la mortalité des crépidules sur le secteur étudié dans le cadre de la MC1. Pourquoi s'agissait-il essentiellement de coquilles vides ?



Mise en défens et gestion extensive de 1 000 m² de surface avec présence d'Odontite de Jaubert (ME1)

Localisation, balisage et protection pendant tout le chantier et après en phase d'exploitation

Suivi par un écologue depuis 2019

- cartographie annuelle ;
- densité du nombre de pieds .
- préconisations.

LOCALISATION DU SITE D'ÉTUDE



Résultats

Année de suivi	2017	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Nombre de pieds	300	141	335	0	0	7	339
Densité de pieds au m ²	0.24	0.11	0.27	0	0	0.005	0.28



Individu en fleur

Zone de compensation (MC2 et MC3)

Suivi par un écologue depuis 2020

- habitats / végétation, oiseaux nicheurs, reptiles



œuf de Couleuvre verte et jaune

Résultats 2024

- **Repentie (MC2)** : 34 espèces d'oiseaux dont 8, qui sont concernées par la dérogation, ont montré des indices de nidification,
- **Parcelle HA89 (MC3)**: 37 espèces d'oiseaux au sein de la parcelle HA89 et de sa périphérie immédiate (33 espèces au sein de l'emprise stricte de la parcelle HA89, dont 5, pour lesquelles une dérogation a été accordée, ont niché).



Nom vernaculaire	Nom scientifique	Objectif de compensation sur 30 ans (en nb de couples) pour MC2 et MC3	Nombre de couples nicheurs en 2020		Nombre de couples nicheurs en 2021		Nombre de couples nicheurs en 2022		Nombre de couples nicheurs en 2023		Nombre de couples nicheurs en 2024		Cumul du nb de couples nicheurs au sein des sites compensatoires entre 2020 et 2024	Degré d'atteintes des objectifs de compensation (par rapport à l'objectif maximal)
			MC2	MC3	MC2	MC3	MC2	MC3	MC2	MC3	MC2	MC3		
Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i>	1	-	2	-	2	-	2	-	3	-	3	12	1200%
Cochevis huppé	<i>Galerida cristata</i>	21	-	-	1	-	2 à 3	1	2 à 3	-	2	-	8 à 10	38% à 48%
Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	5	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	3	60%
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	7	1	2	-	2	-	3	1	2 à 3	2	2	15 à 16	214% à 229%
Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
Linotte mélodieuse	<i>Linaria cannabina</i>	13	3	-	-	2	1	2+	1	3	1	3	15 à 16	115% à 123%
Petit Gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	8	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	4	50%
Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i>	5	-	-	-	-	-	-	2	1	2	1	6	120%
Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>	12	2	-	1	-	-	-	0 à 1	-	1	-	4 à 5	33% à 42%
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	15	3	-	2	-	3	-	2 à 3	-	2	-	12 à 13	80% à 87%

Légende :

100% +	Objectif atteint
50 à 100%	Objectif presque atteint
0 à 50%	Objectif peu atteint
0%	Aucun avancement de l'objectif

Questions ?

**Présentation de travaux encadrés par
Philippe Refait, notamment sur les
mécanismes impliqués dans la protection
cathodique des aciers au carbone en zone de
marnage**

Cathodic protection of carbon steel in the tidal zone: Involved mechanisms

Clément Génin ¹, René Sabot ¹, Marc Jeannin ¹, Anne-Marie Grolleau ² and Philippe Refait ¹

¹ LaSIE, UMR 7356 CNRS - La Rochelle University, France

² Naval Group Research, Cherbourg - Octeville, France



Introduction

➤ Effects of CP on the steel/seawater interface:

Cathodic Protection

Residual corrosion products***

○ Aragonite

CaCO₃
○(Brucite)
Mg(OH)₂

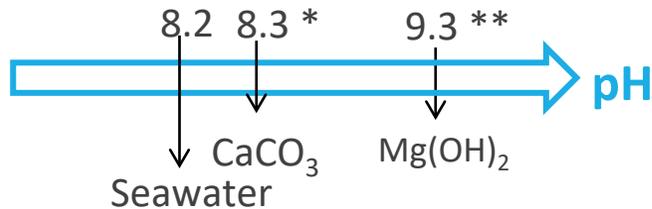
○ Magnetite

Fe₃O₄
○Mackinawite
FeS
○Pyroaurite
Mg₆Fe₂(OH)₁₆CO₃·4H₂O

Conductive oxides

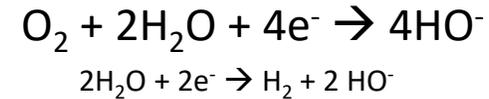


Magnetite + FeS + Pyroaurite
 Brucite Aragonite

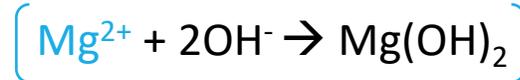


Cathodic Protection

Interfacial pH increased

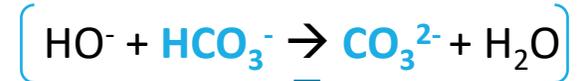


Brucite precipitation



Calcareous deposit

Aragonite precipitation



* Berner, R.A., Activity coefficients of bicarbonate, carbonate and calcium ions in sea water. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1965

** C. Deslouis, D. Festy, O. Gil, V. Maillot, S. Touzain, B. Tribollet., Characterization of calcareous deposits in artificial sea water by impedances techniques. *Electrochimica Acta*, 2000

*** Ph Refait, M. Jeannin, R. Sabot, H. Anthony, S. Pineau, Electrochemical formation and transformation of corrosion products on carbon steel under cathodic protection in seawater, *Corrosion Science*, vol 71, p. 32-36, 2013

- Industrial interest :

Quantify the effects/efficiency of **Cathodic Protection (CP)** in the tidal zone



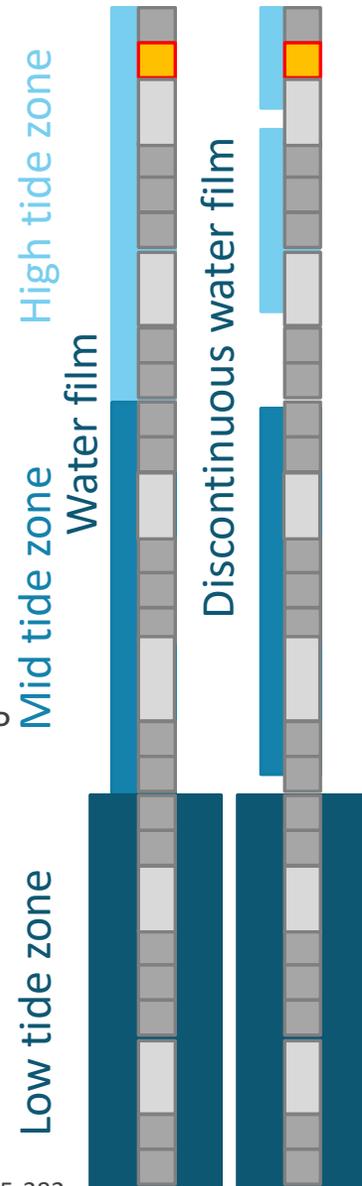
Decrease the installation and maintenance costs of anticorrosion paints

- Research interest

- Previous article (*) showed that CP could be efficient in the tidal zone, even when the steel surface was not immersed: a « spread out CP » could be defined.
- Various situations must be distinguished:
 - The sample surface is covered with a residual seawater film and the CP should still work. This is the “spread out” CP
 - The sample surface is partially dried and not connected to the water surface: the ohmic drop is too high to allow an efficient CP → corrosion is active

- How to study such a problematic ?

- An in situ study, collecting the product formed on the sample surface after a long time of exposure to understand the involved mechanisms
- A laboratory study: following up the protection parameters E & I ; simulating a tidal zone in natural sea water



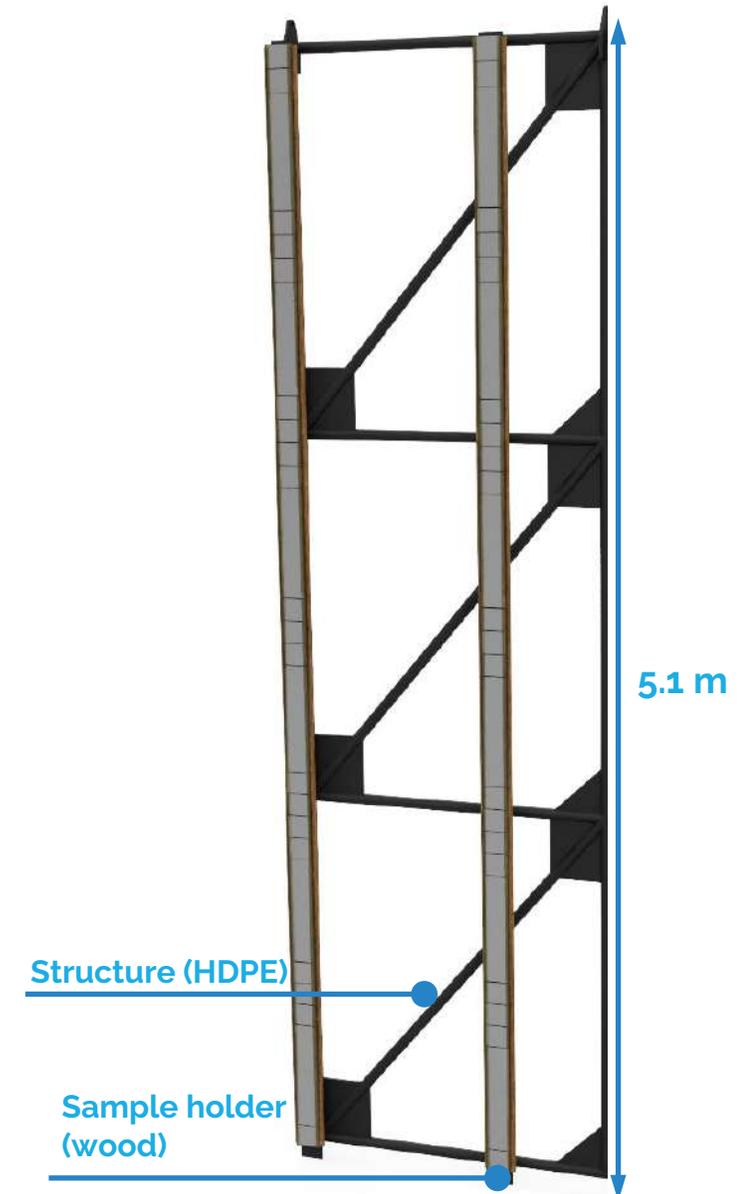
* : Ph. Refait, M. Jeannin, R. Sabot, H. Antony, S. Pineau, *Corrosion and cathodic protection of carbon steel in the tidal zone: Products, mechanisms and kinetics*, *Corrosion Science*, 90 (2015) 375-382.

In situ seaport experiment

NATURAL CONDITION EXPERIMENT – CYCLIC IMMERSION

➤ Materials and method

- Geometrical continuity is ensured to allow residual seawater film formation all along the 5,1 m of the structure



➤ Materials and method

- Geometrical continuity is ensured to allow residual seawater film formation all along the 5,1 m of the structure
- CP achieved via the coupling of all coupons to a Al-Zn-In galvanic anode ($E = -1100 \text{ mV vs Ag/AgCl/sw}$)
- Coupons are made of carbon steel (EN 10248-1 provided by Arcelor Mittal) have been exposed for **33 months** in La Rochelle Atlantic port **facing north** (rarely facing sun → drying disfavoured)



Samples surfaces have been scrubbed to collect the whole mineral layer

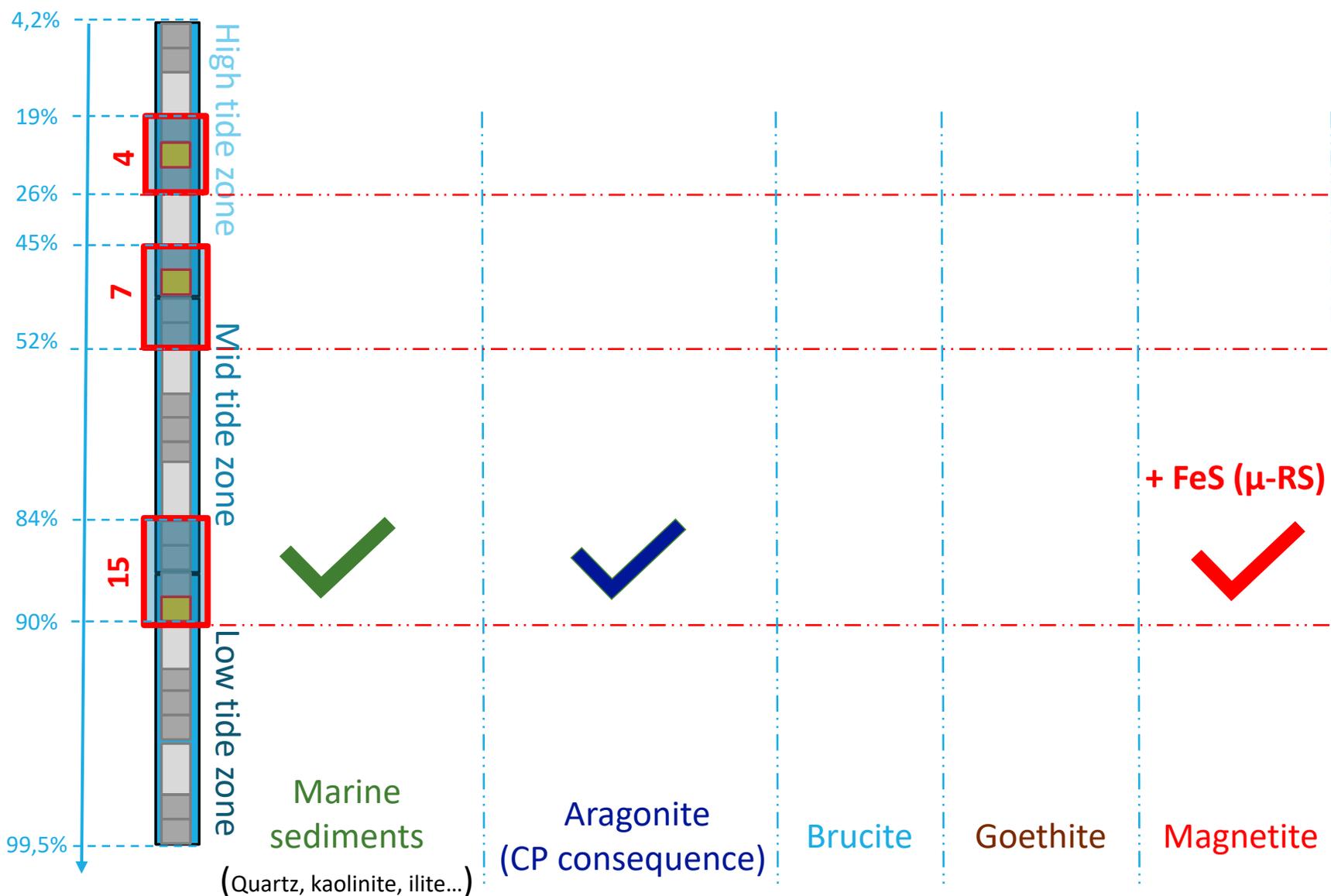


Analysis of the products have been carried out by X-ray diffraction (XRD) and μ -Raman spectroscopy (μ -RS)



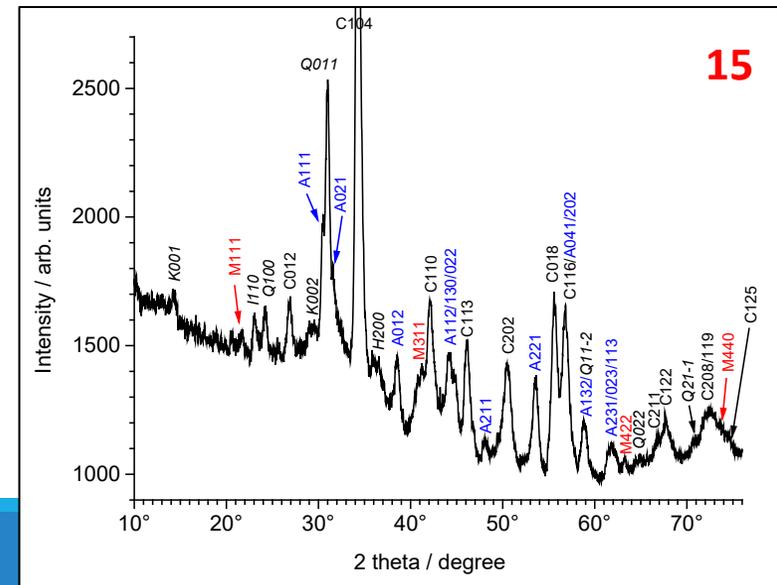
In situ seaport experiment

Immersion rate



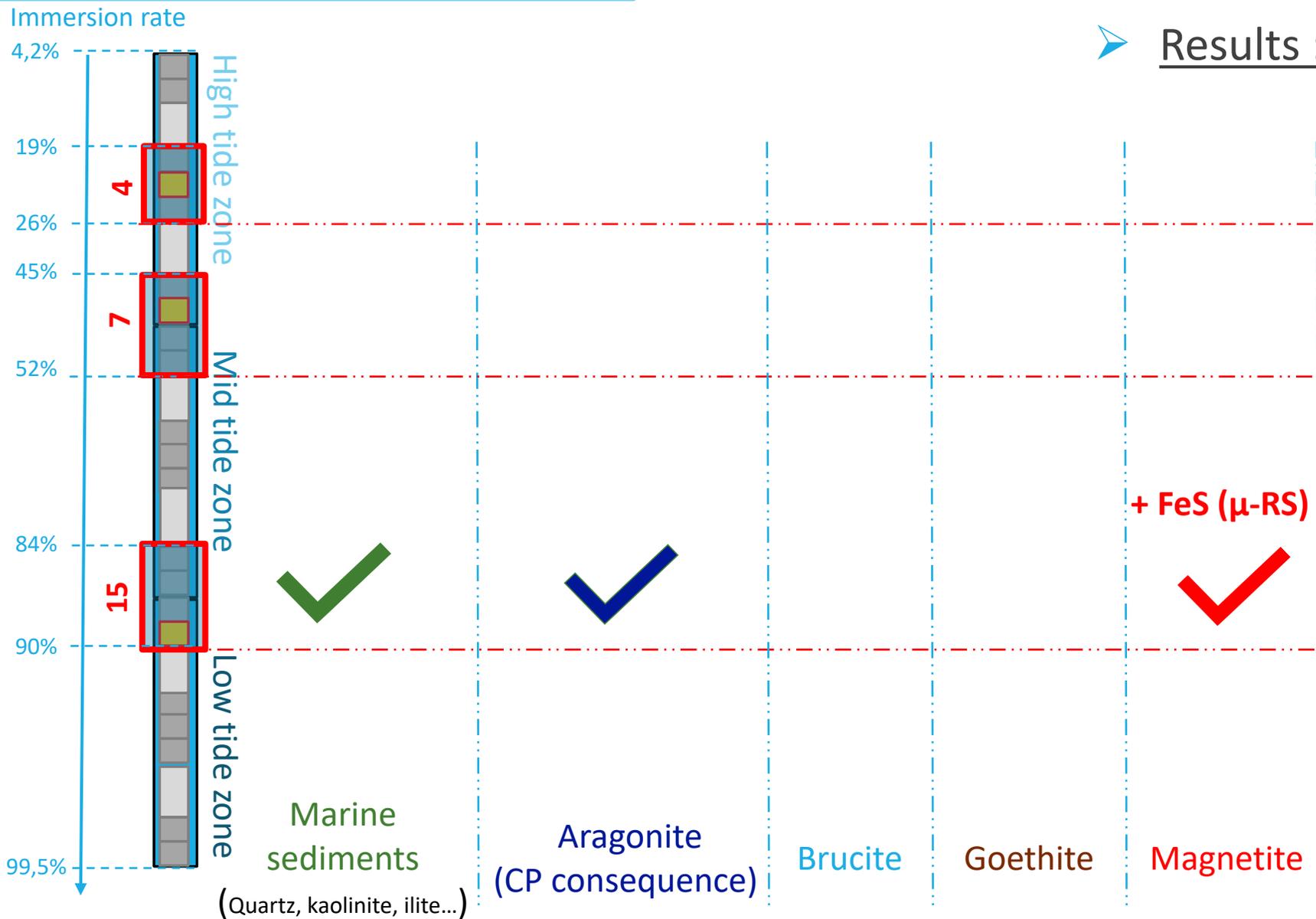
Magnetite and FeS = residual corrosion.

Visual observation : inner black corrosion layer

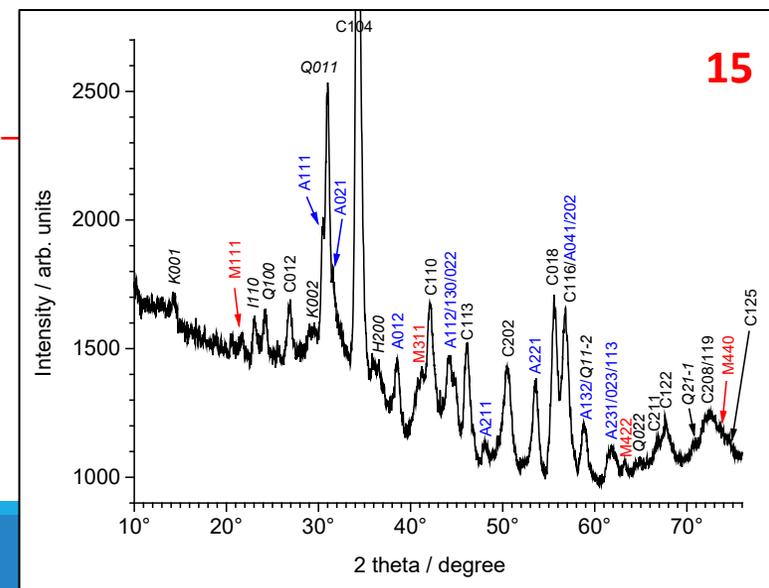


In situ seaport experiment

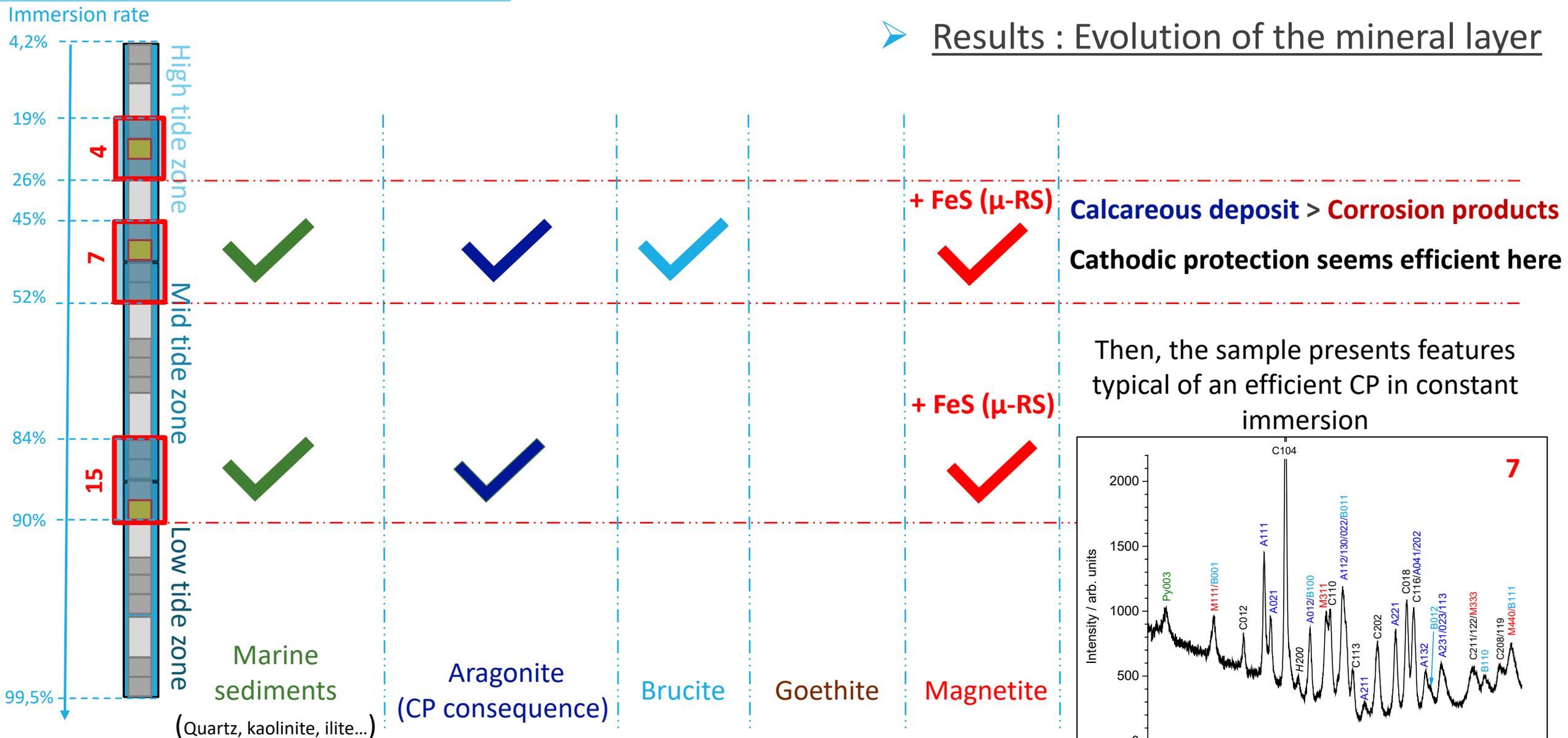
Results : Evolution of the mineral layer



Then, the sample presents features typical of an efficient CP in constant immersion



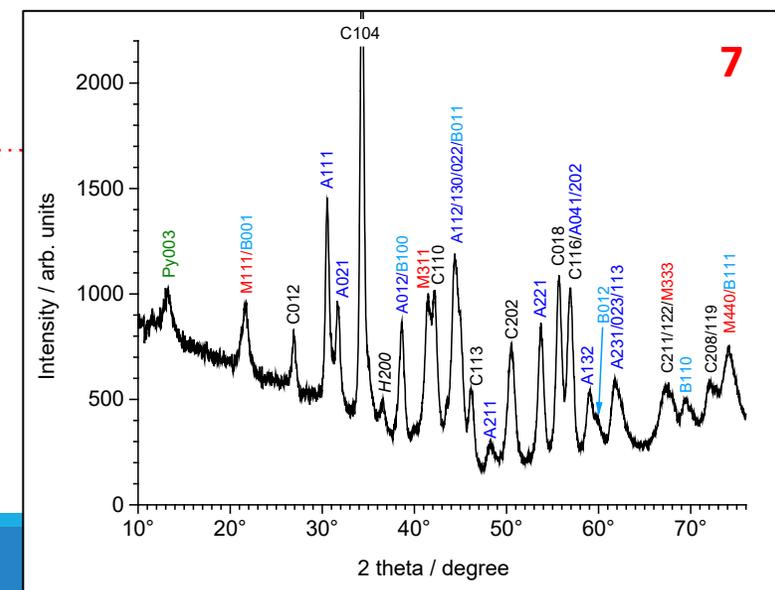
In situ seaport experiment



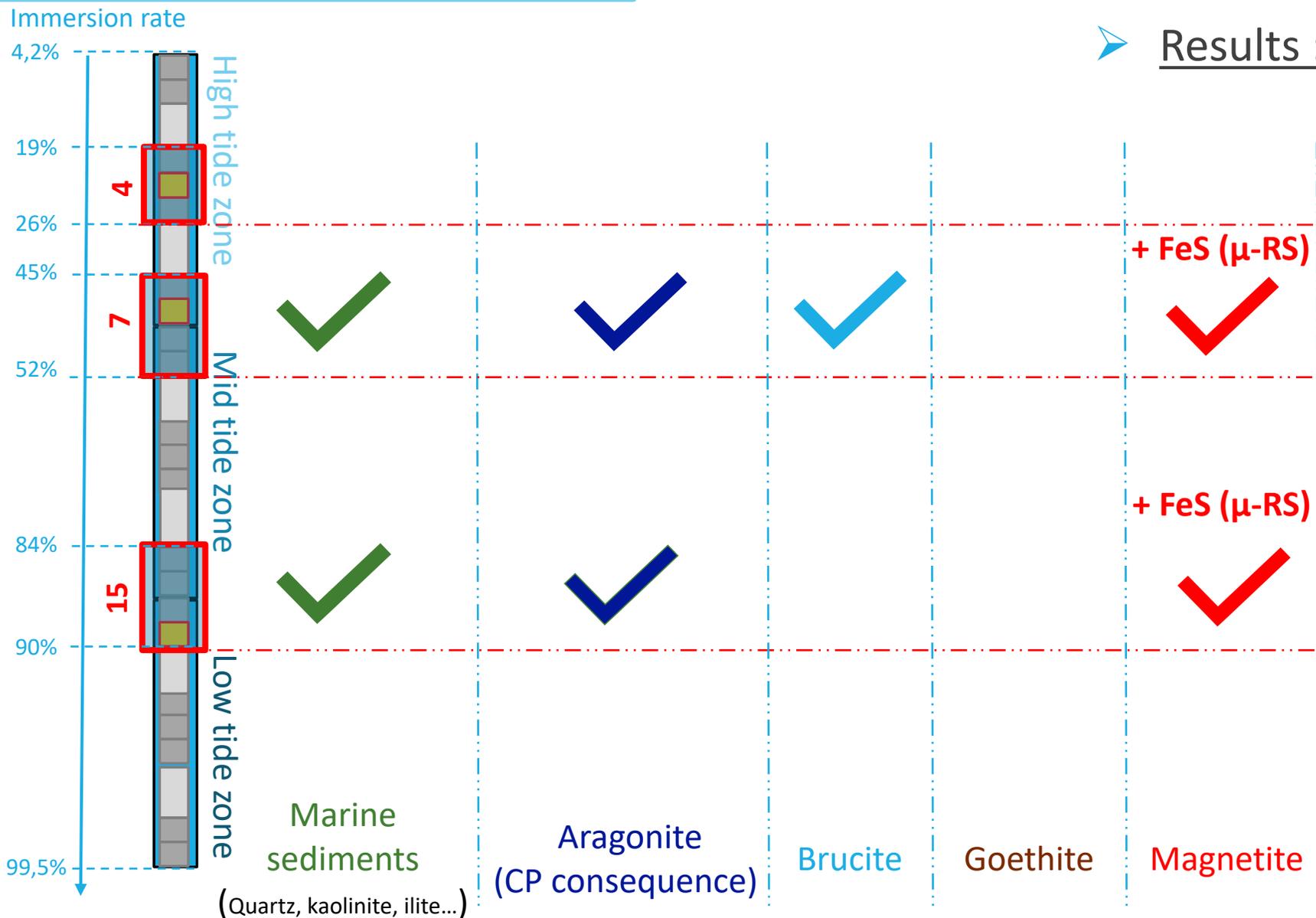
Results : Evolution of the mineral layer

Calcareous deposit > Corrosion products
Cathodic protection seems efficient here

Then, the sample presents features typical of an efficient CP in constant immersion



In situ seaport experiment

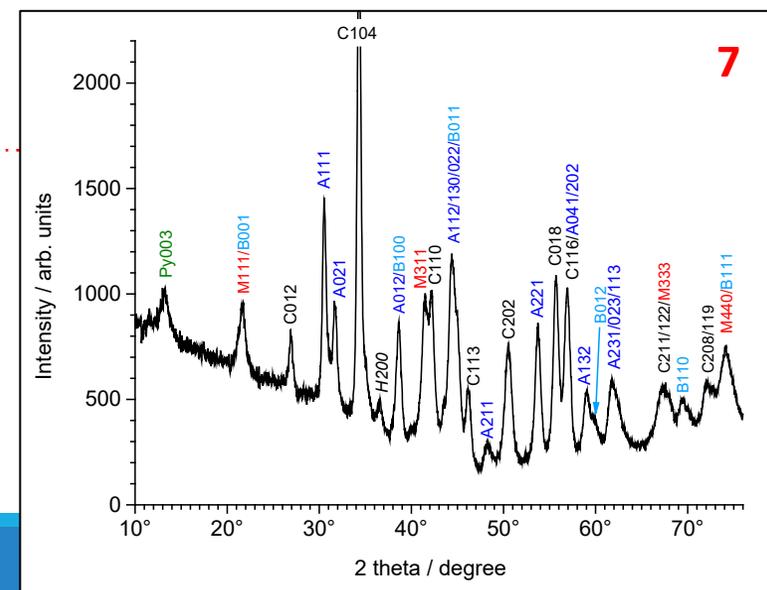


Results : Evolution of the mineral layer

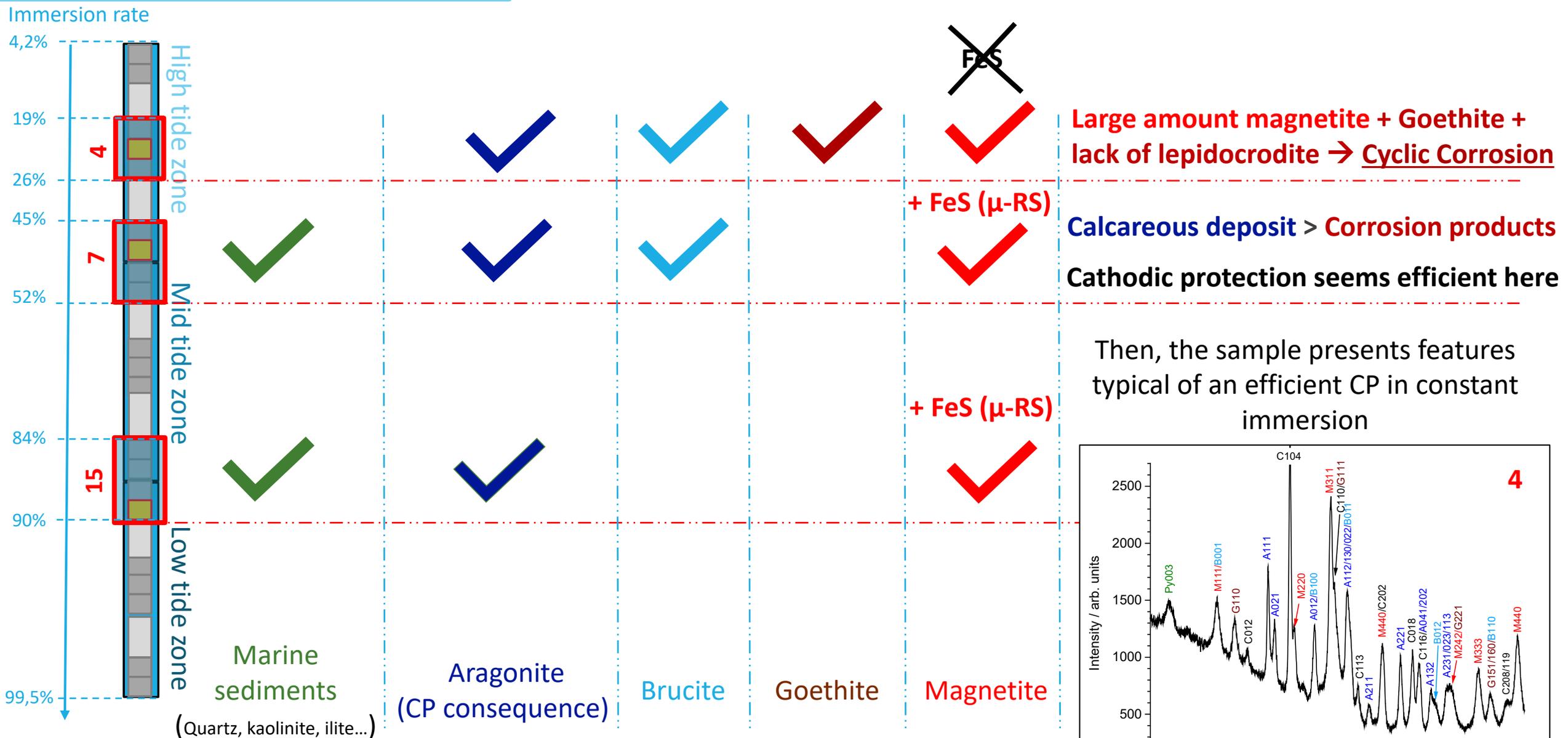
Brucite = Unexpected

Residual water film \rightarrow CP efficient \rightarrow continuous pH increase \rightarrow Brucite precipitation

Then, the sample presents features typical of an efficient CP in constant immersion



In situ seaport experiment

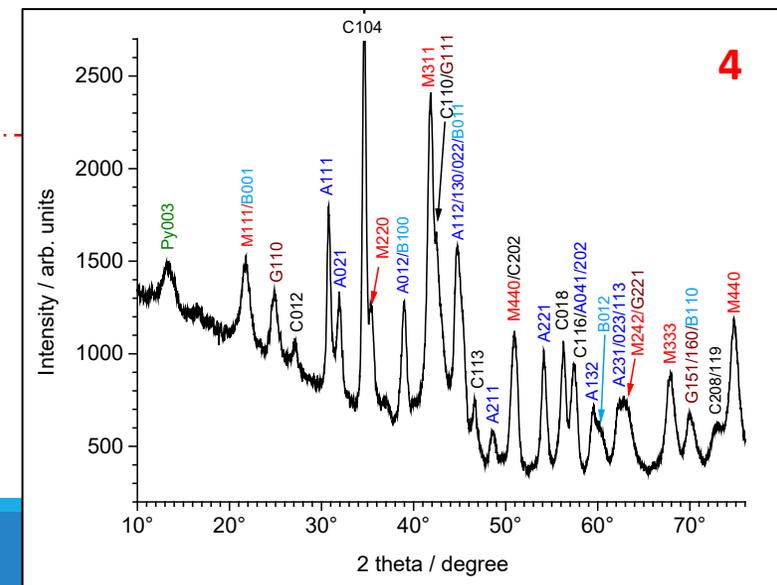


Large amount magnetite + Goethite + lack of lepidocrocite → Cyclic Corrosion

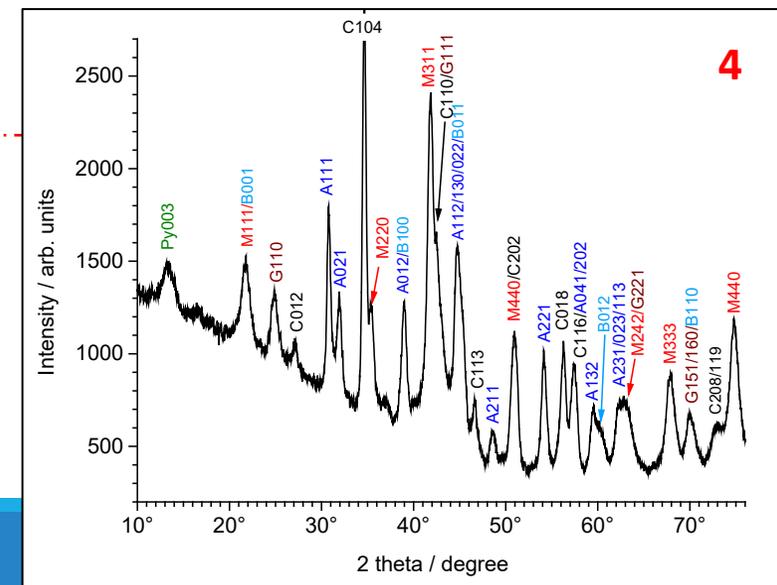
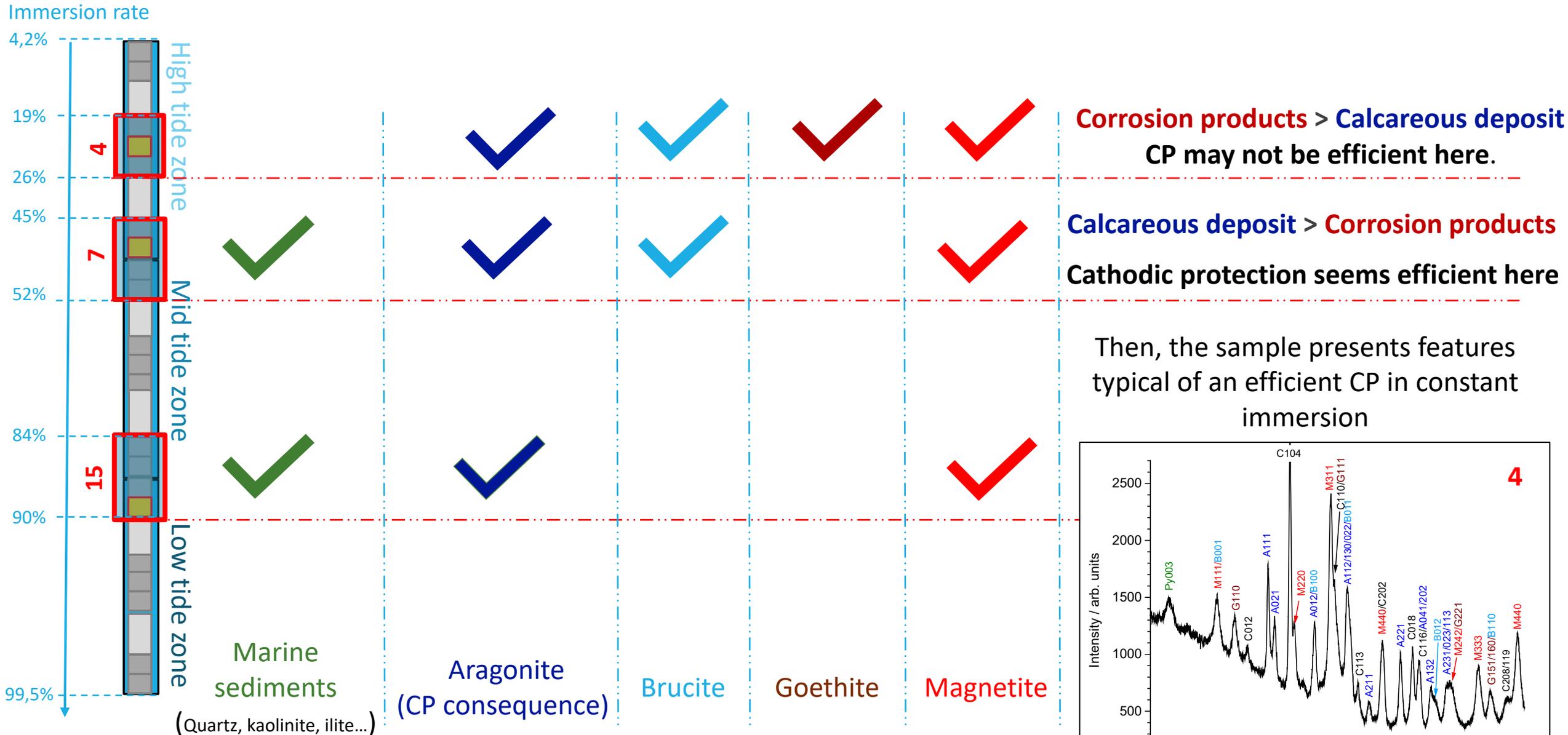
Calcareous deposit > Corrosion products

Cathodic protection seems efficient here

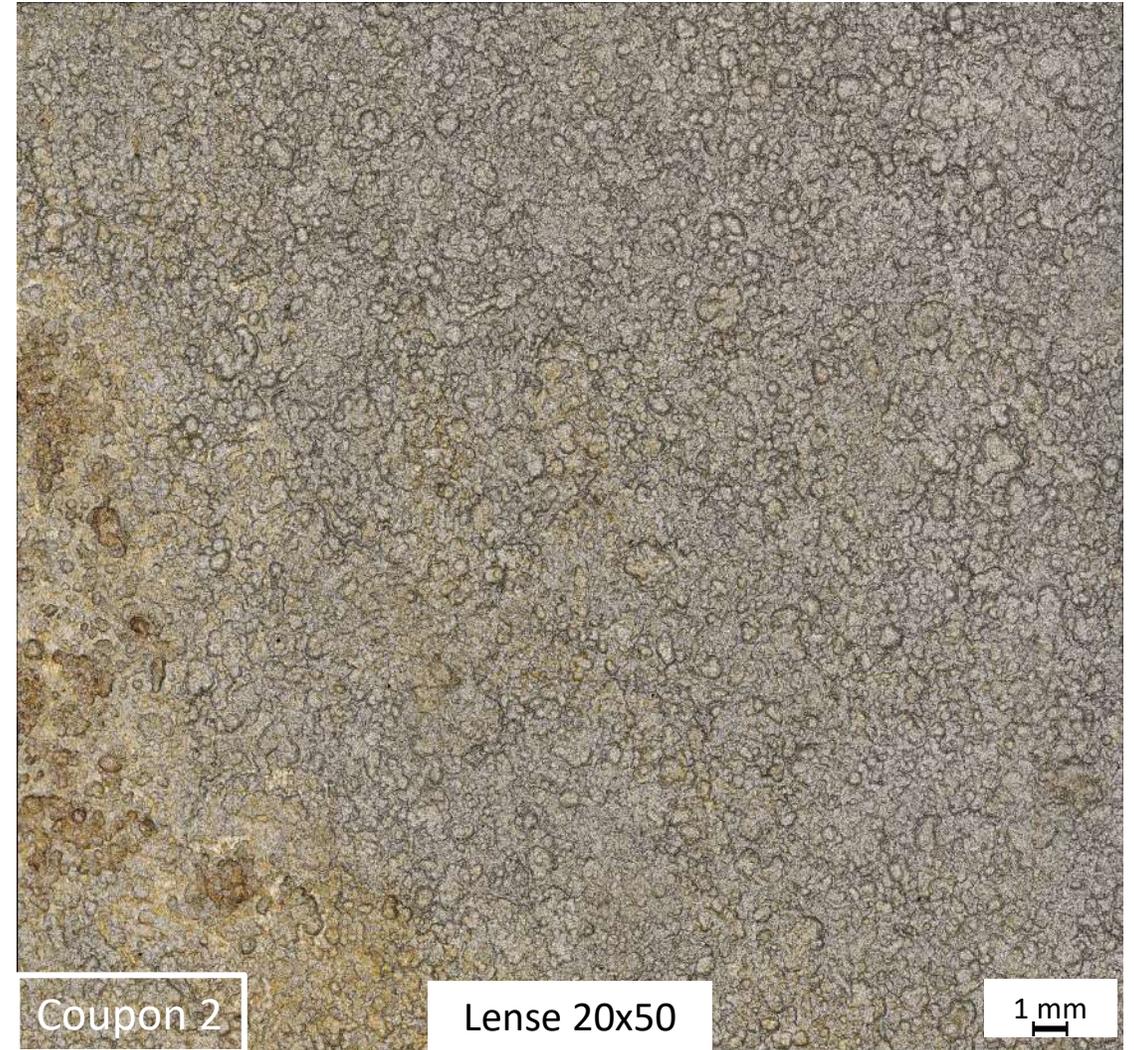
Then, the sample presents features typical of an efficient CP in constant immersion



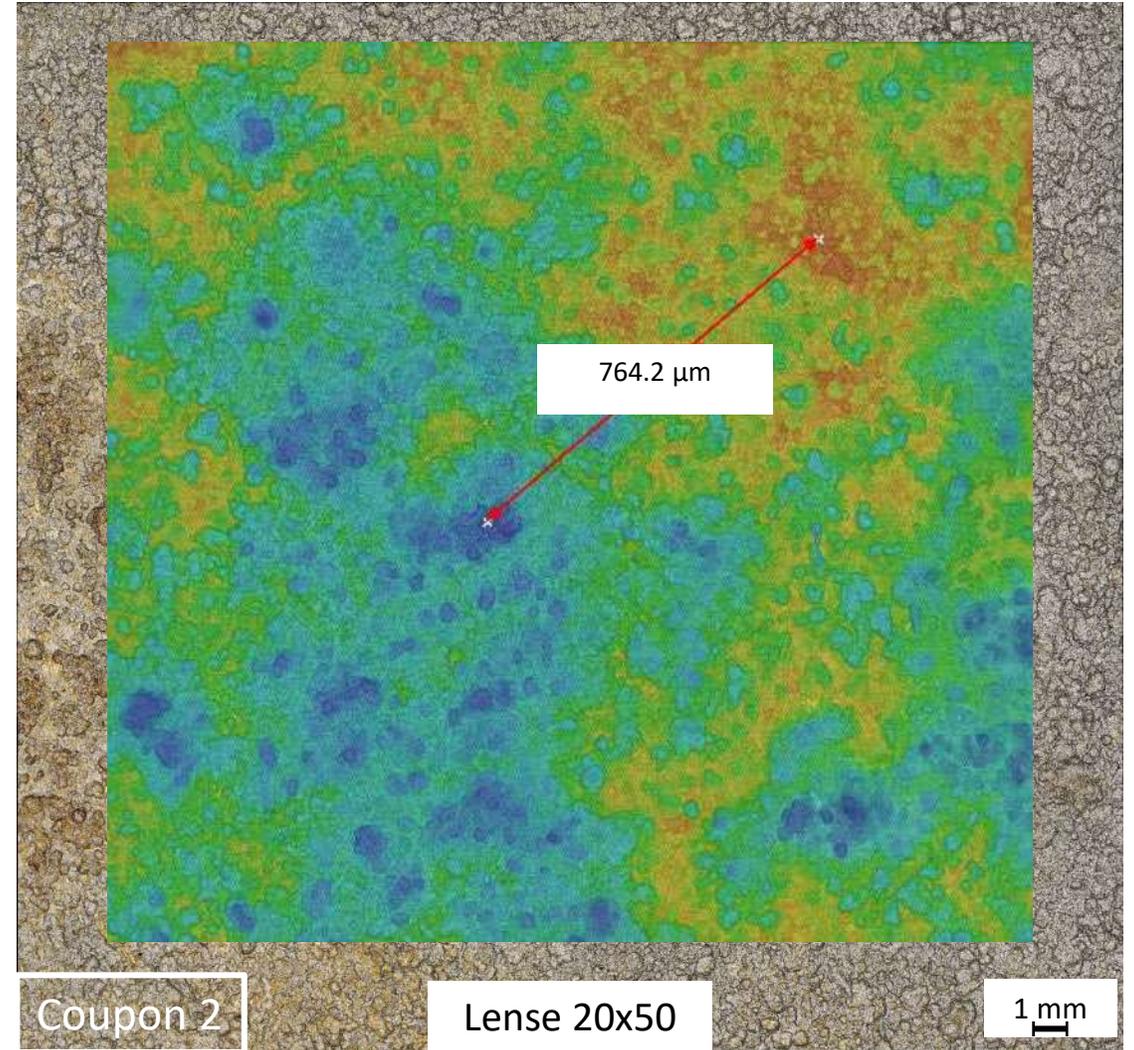
In situ seaport experiment

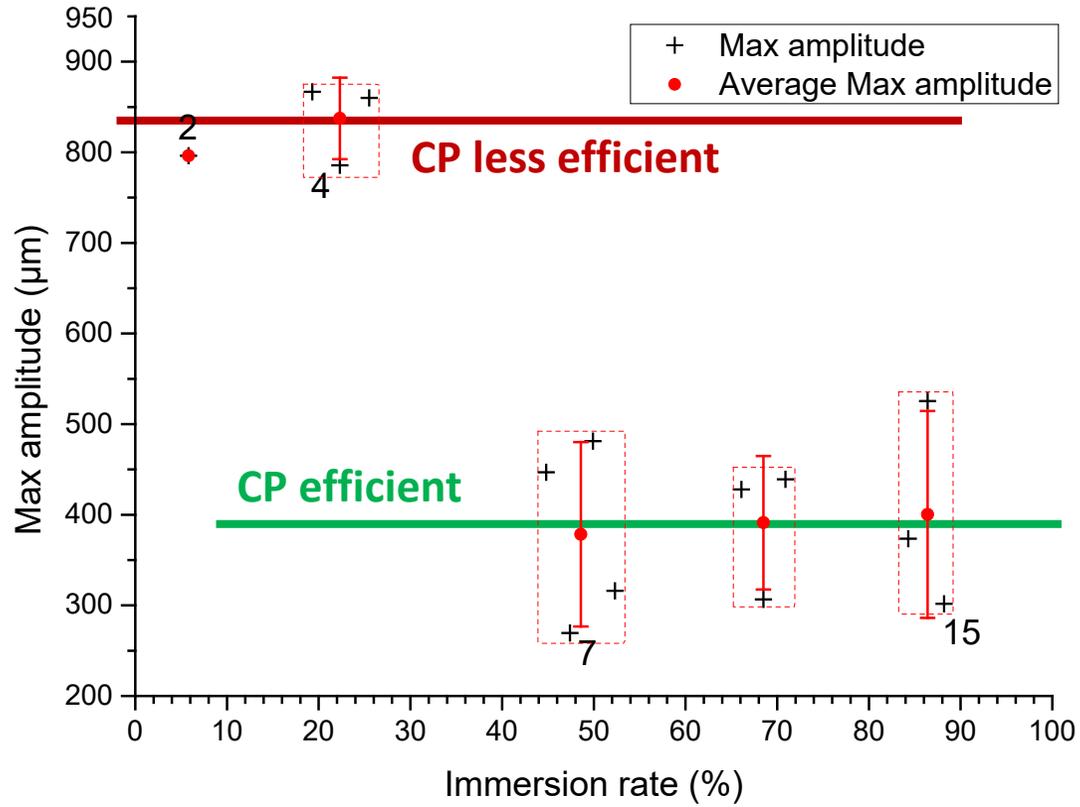


➤ Results: Corrosion damage estimation

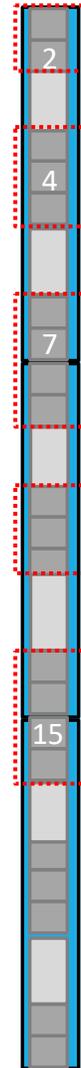


➤ Results: Corrosion damage estimation

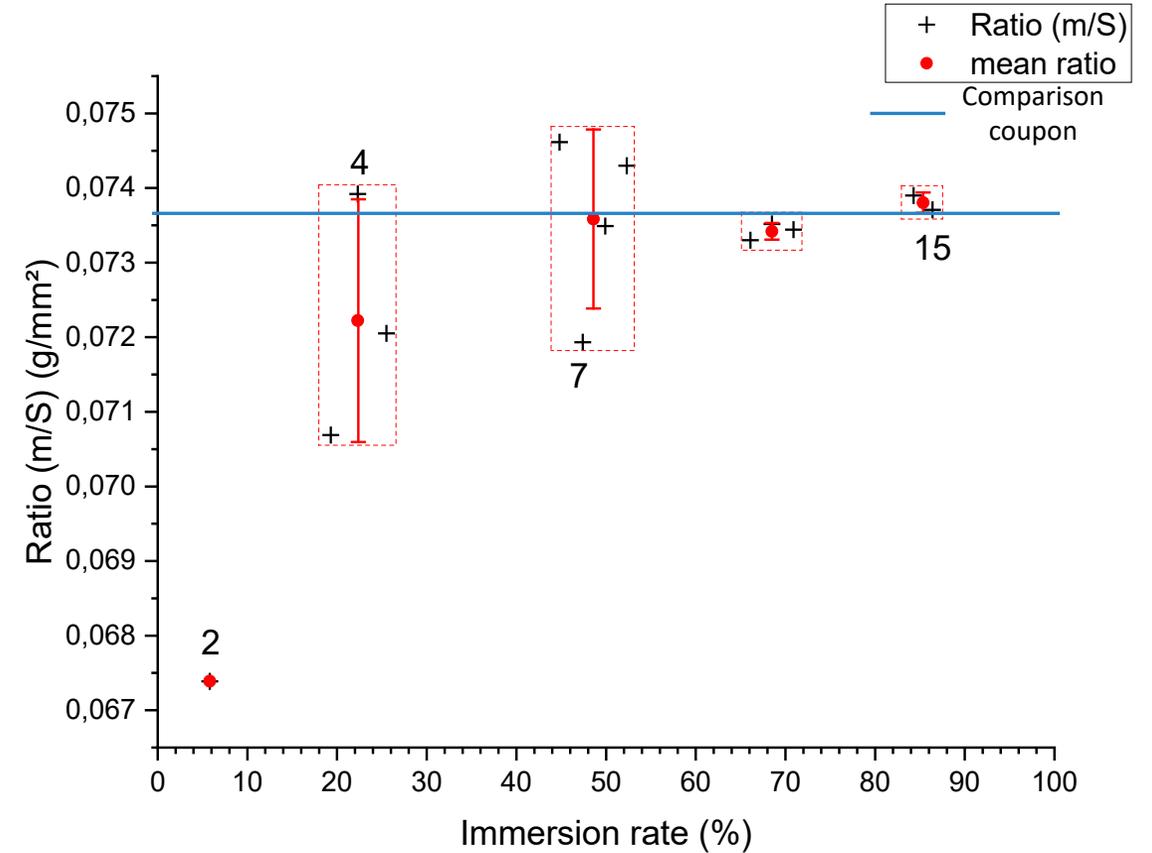




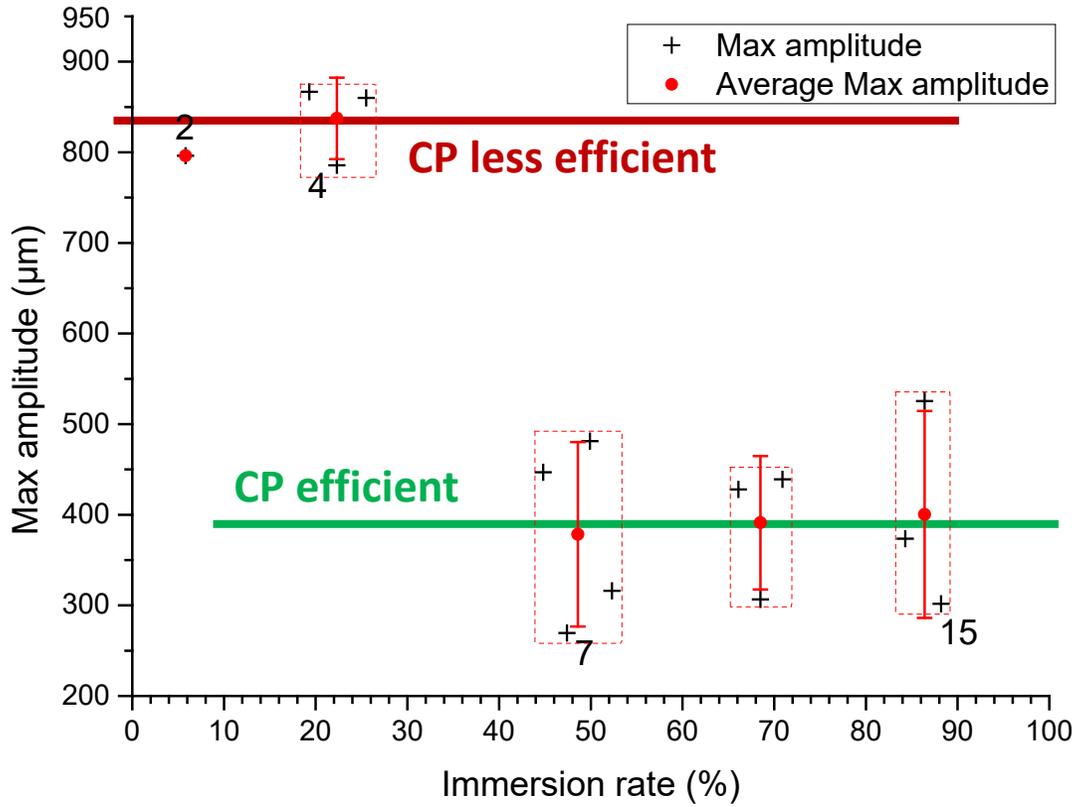
Optical microscopy



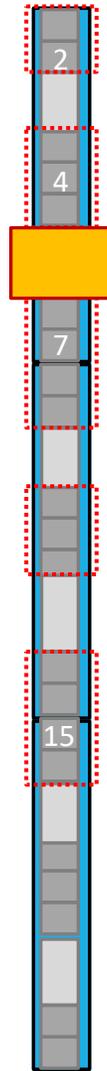
Results: Corrosion damage estimation



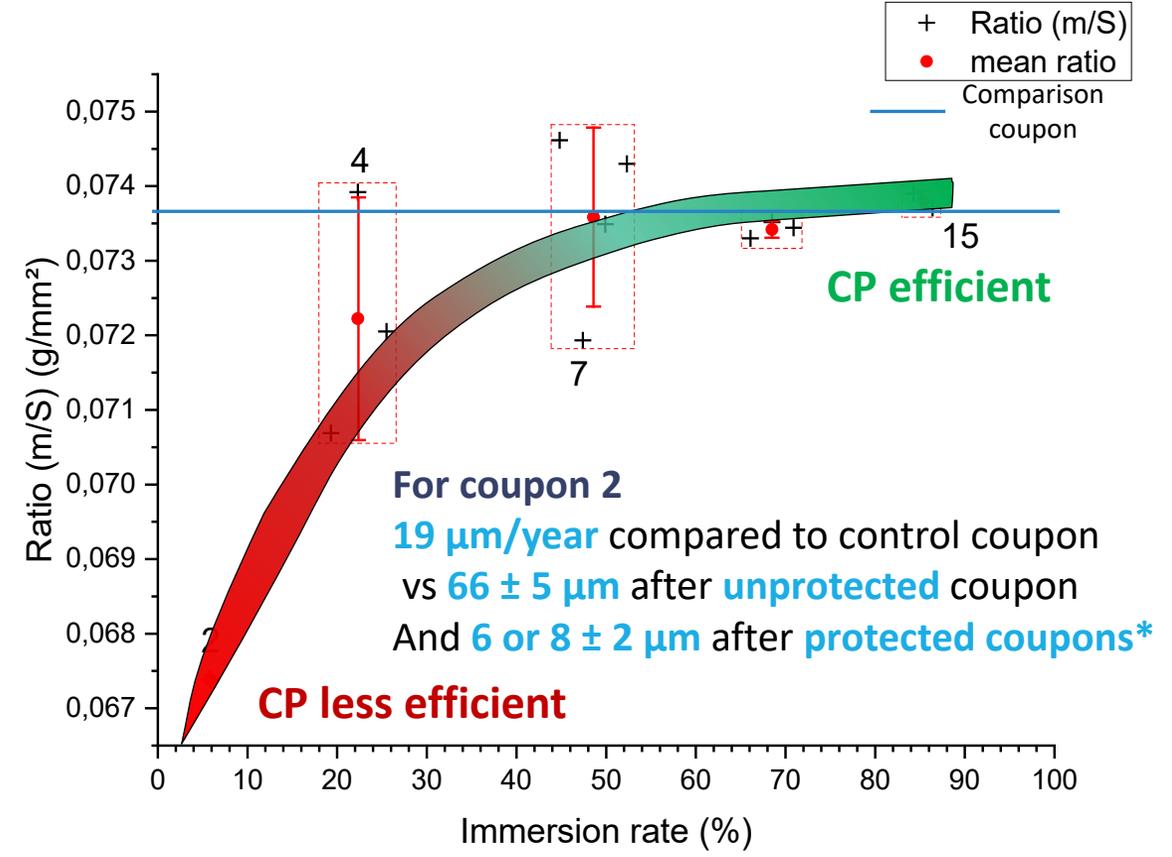
$$m/S \text{ ratio} = \frac{\text{mass}_{\text{bare coupon}}}{\text{Exposed surface}} = \rho \times e$$



Optical microscopy



Results: Corrosion damage estimation



$$m/S \text{ ratio} = \frac{\text{mass}_{\text{bare coupon}}}{\text{Exposed surface}} = \rho \times e$$

*Ph Refait, M. Jeannin, R. Sabot, H. Anthony, S. Pineau, Electrochemical formation and transformation of corrosion products on carbon steel under cathodic protection in seawater, *Corrosion science* 71 (2013) 32-36

Conclusions

How can CP persist out of water? How far does it keep working?

Natural tidal zone - La Rochelle

Brucite detection characteristic of **spread out CP** mechanisms
not enough to qualify absolute **CP efficiency**

FeS detection up to **45% - 52%** (mid tide zone)
→ O_2 reduction on Fe_3O_4 → internal anoxic condition

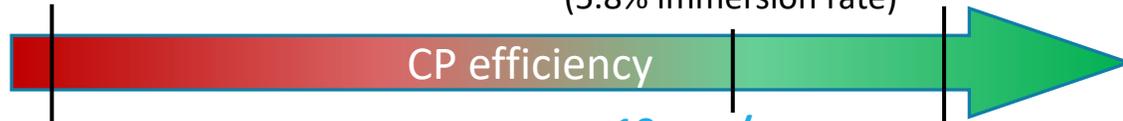
CP efficiency

Low tide zone ↔ efficient CP permanent immersion

Extreme high tide zone ↔ corrosion seems active

Coupon 2

(5.8% immersion rate)



CP OFF

$66 \pm 5 \mu\text{m} / \text{year}$

CP efficient up to mid tide zone, i.e. **45% immersion rate**

(79% total height)

Transition zone 26% - 45%



Merci pour votre attention