

**Etude du phénomène de corrosion d'un acier bas carbone étame 25Pb/75Sn dans un environnement pollué par HCl**

F. Lequien, G. Moine

► **To cite this version:**

F. Lequien, G. Moine. Etude du phénomène de corrosion d'un acier bas carbone étame 25Pb/75Sn dans un environnement pollué par HCl. *Materiaux* 2018, Nov 2018, Strasbourg, France. cea-02338870

**HAL Id: cea-02338870**

**<https://hal-cea.archives-ouvertes.fr/cea-02338870>**

Submitted on 10 Dec 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea



[www.cea.fr](http://www.cea.fr)

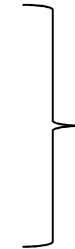
MATÉRIAUX 2018

**ETUDE DU PHÉNOMÈNE  
DE CORROSION D'UN  
ACIER BAS CARBONE  
ÉTAMÉ 25PB/75SN DANS  
UN ENVIRONNEMENT  
POLLUÉ PAR HCL**

F. LEQUIEN & G. MOINE  
CEA SACLAY  
SCCME/LECNA

# HCL, POURQUOI ?

Solutions acides de plus en plus utilisées dans l'industrie pour  
le nettoyage,  
le décapage  
le traitement des eaux usées



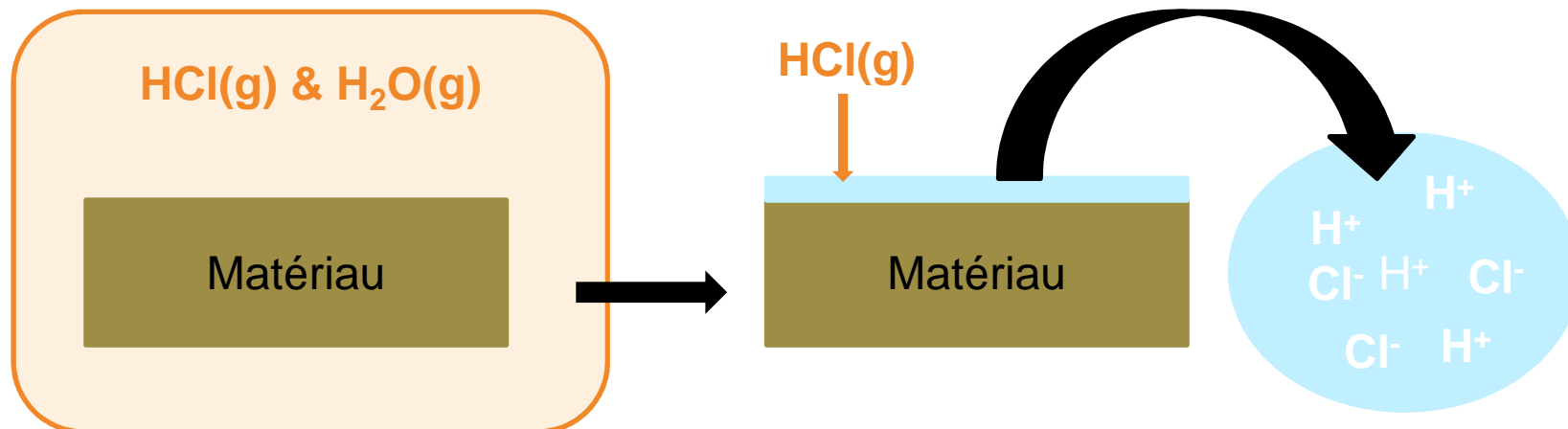
HCl en solution

# HCL, POURQUOI ?

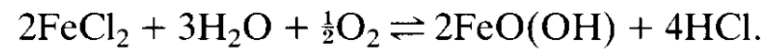
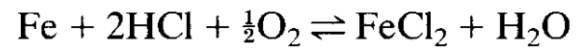
Solutions acides de plus en plus utilisées dans l'industrie pour  
le nettoyage,  
le décapage  
le traitement des eaux usées

HCl en solution

L'incinération des ordures ménagères, la combustion du charbon → exposition du matériau à un milieu humide pollué par HCl

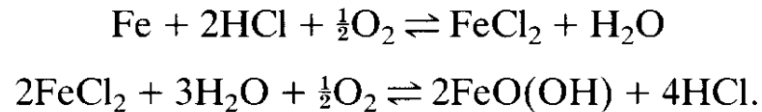


Modèle Askey [1] → Fer ou acier doux+ HCl(g) & H<sub>2</sub>O(g)



[1] Askey, A., et al., The corrosion of iron and zinc by atmospheric hydrogen chloride. Corrosion Science, 1993. **34**(2): p. 233-247.

Modèle Askey [1] → Fer ou acier doux+ HCl(g) & H<sub>2</sub>O(g)



Dans notre étude : **acier bas carbone, étamé 25Pb/75Sn**

En solution acide :

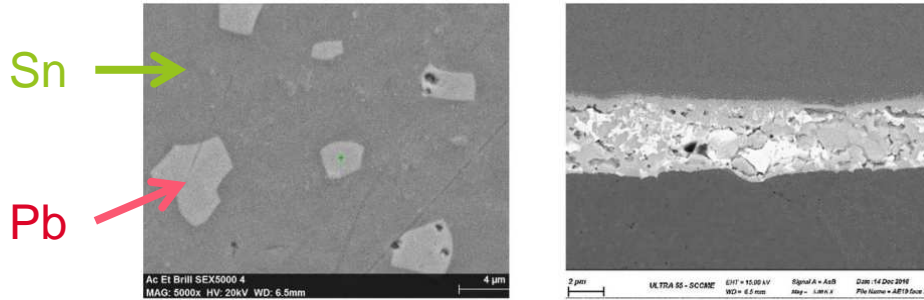
- Pb et Sn [2]: faible résistance à la corrosion, dissolution et formation Pb<sup>2+</sup> et Sn<sup>2+</sup>
  - ions qui peuvent réagir avec des polluants gazeux et former des produits de corrosion : PbSO<sub>4</sub> or Pb(OH)<sub>2</sub>.
  - En milieu HCl(l), l'addition de Pb diminue la résistance à la corrosion par rapport à Sn pur car création d'une couche d'oxyde fragile et de piqûres suivant le pH [3]
- Faible pH & chlorures → dissolution mais formation PbCl<sub>2</sub> ou SnCl<sub>2</sub> ?

**Mais quid de la corrosion en milieu gazeux ?**

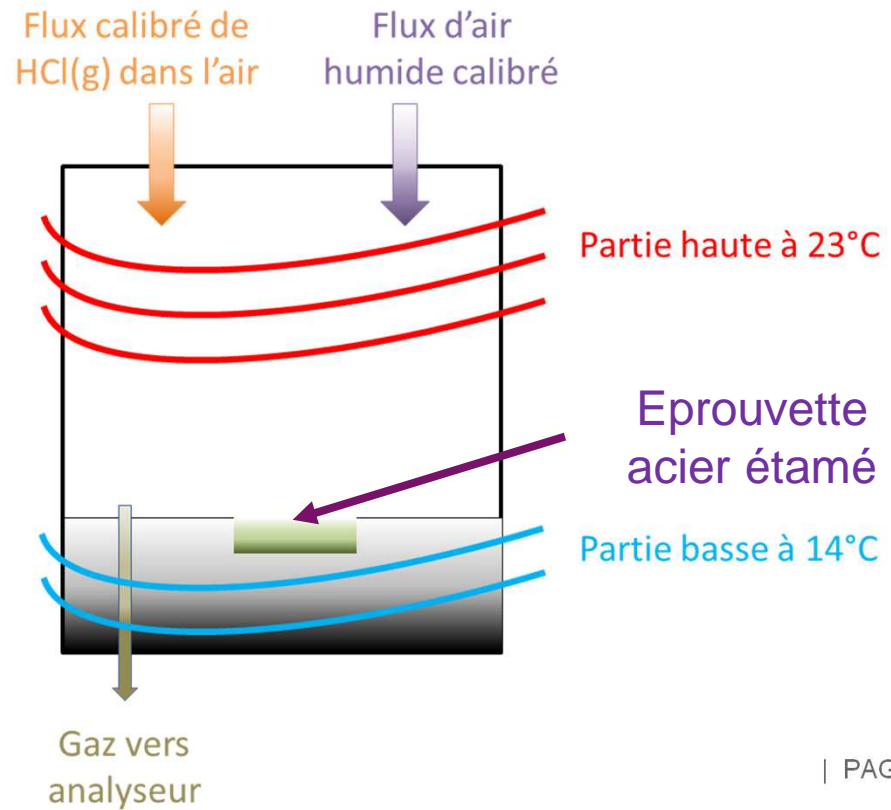
[1] Askey, A., et al., The corrosion of iron and zinc by atmospheric hydrogen chloride. Corrosion Science, 1993. **34**(2): p. 233-247.

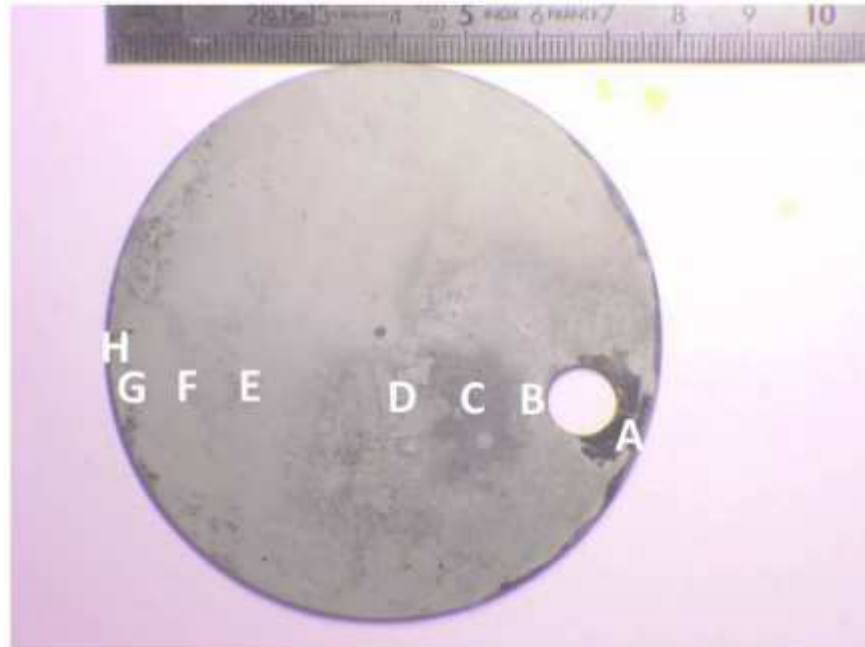
[2] G. Kreysa, M. Schütze, Corrosion handbook: corrosive agents and their interaction with materials. Sodium hydroxide, mixed acids, John Wiley & Sons Inc, New York 2004.

[3] I.D. Ryck, E.V. Biezen, K. Leyssens, A. Adriaens, P. Storme, F. Adams, J. Cultural Heritage 2004, 5, 189.

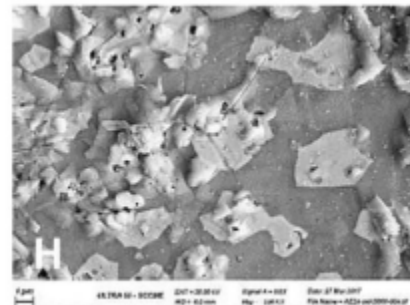
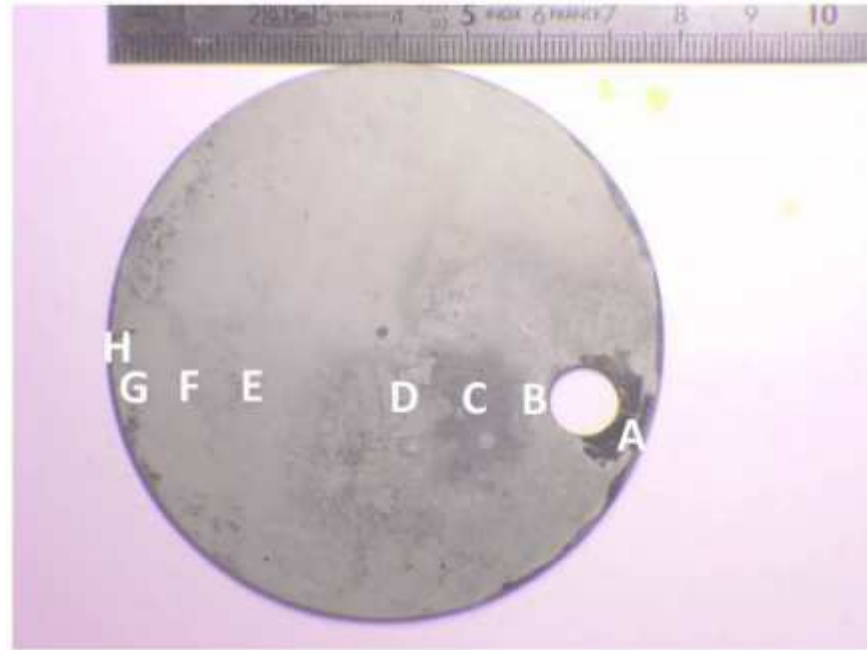
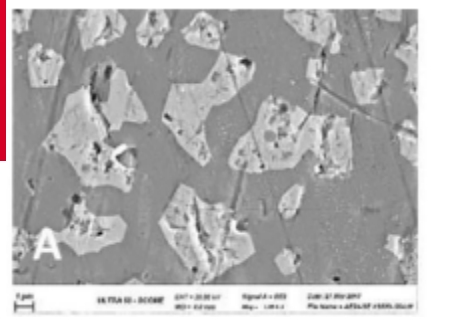


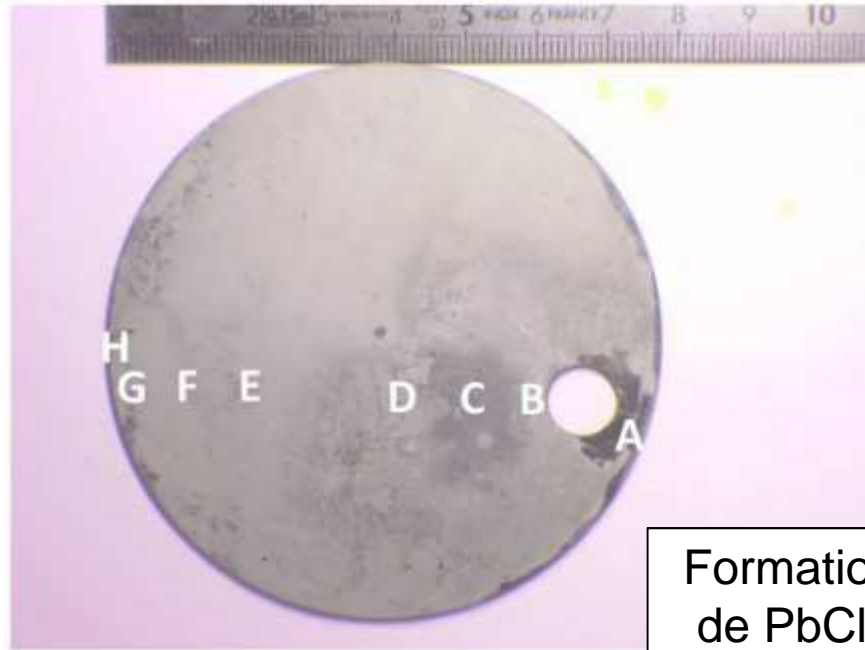
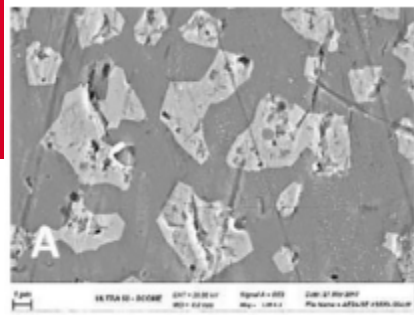
Essais réalisés avec :  
T=18,5°C  
3 ppm HCl,  
faible RH 33%  
2 temps : 168h et 2 mois



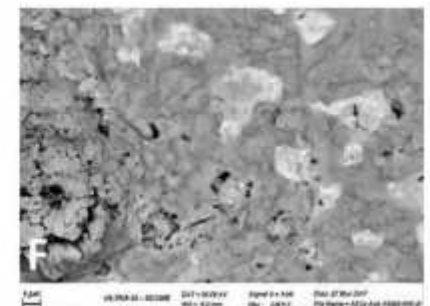
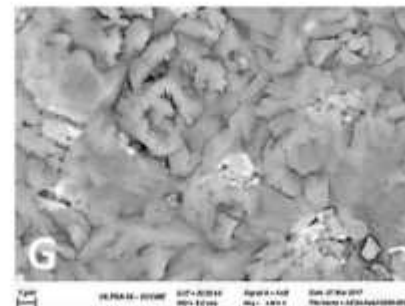
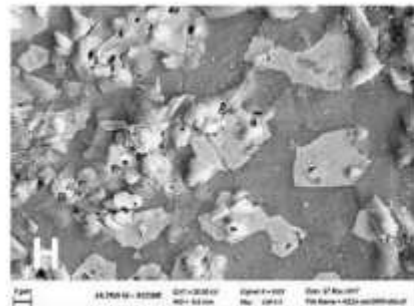
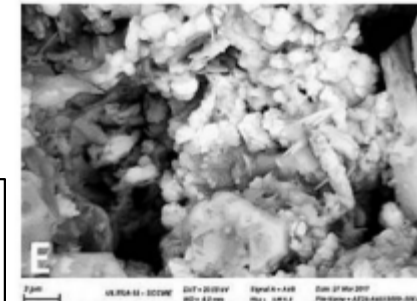






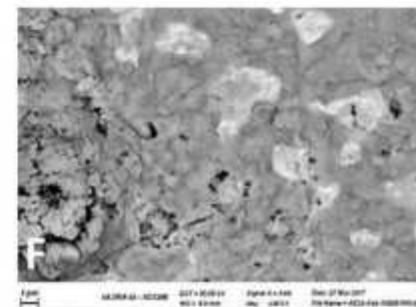
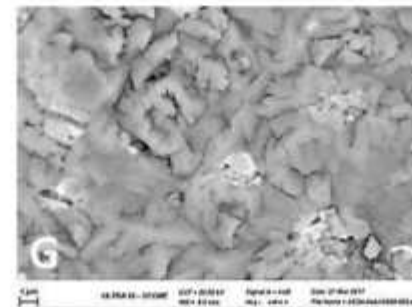
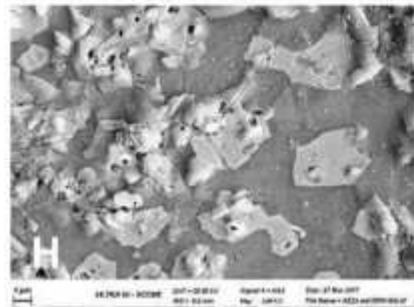
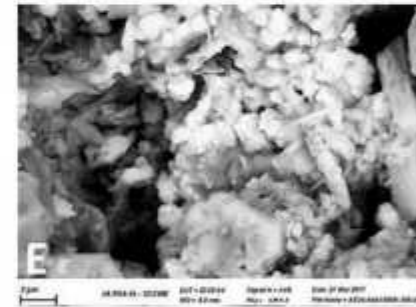
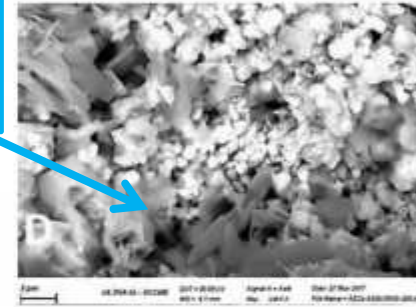
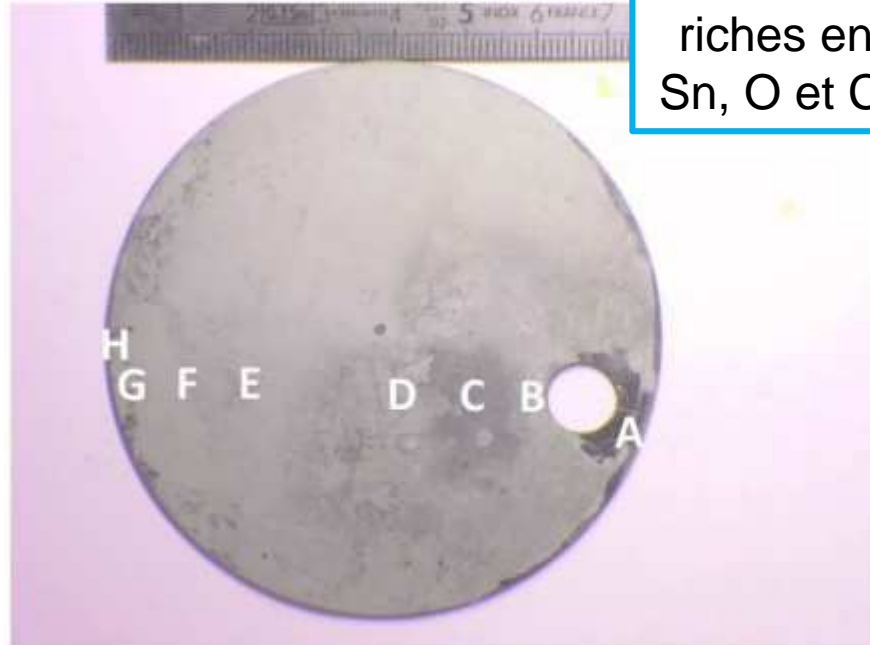
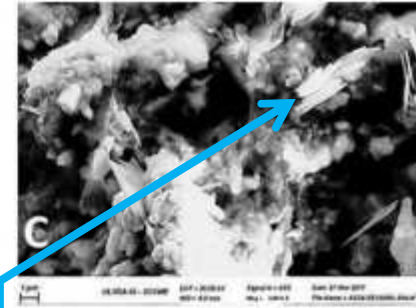
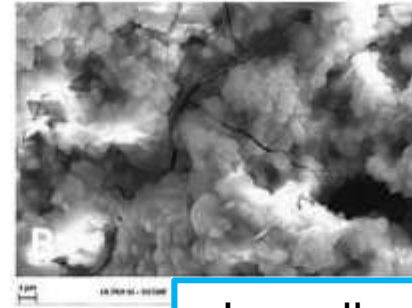
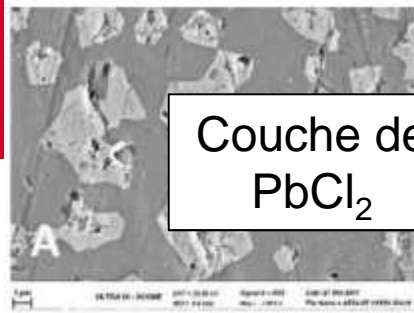


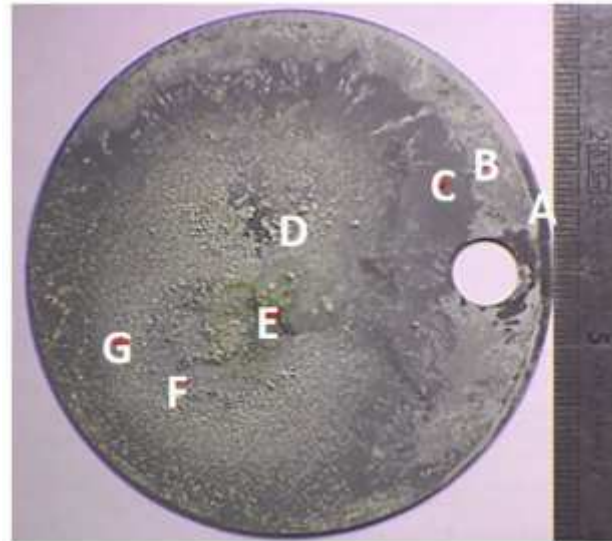
Formation de  $PbCl_2$

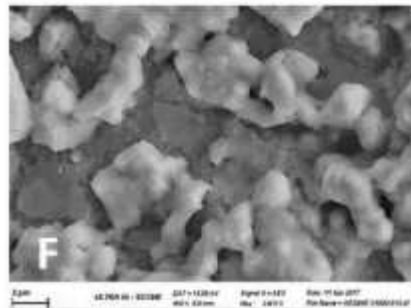
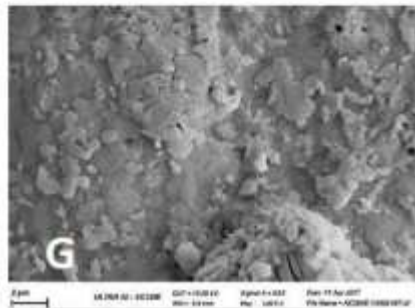
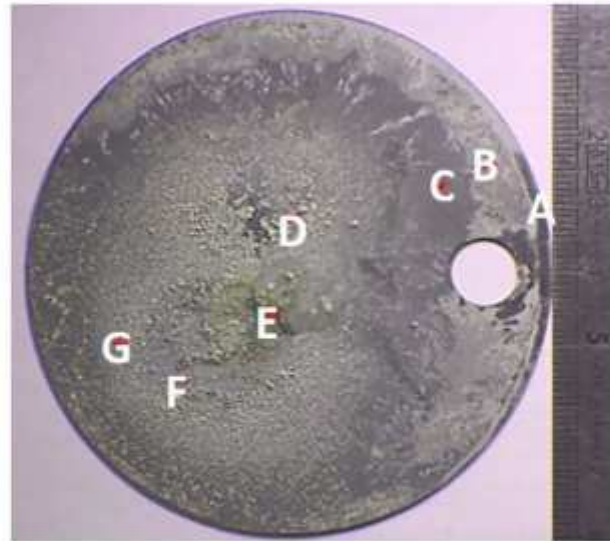
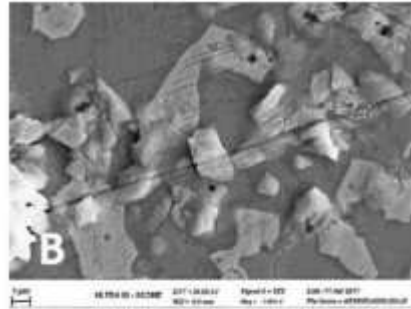
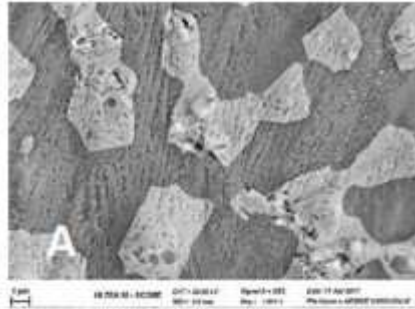


Couche de  $PbCl_2$

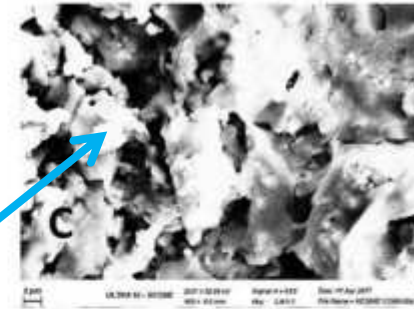
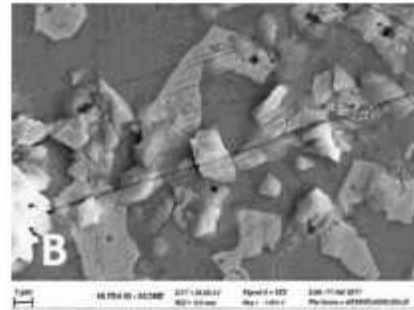
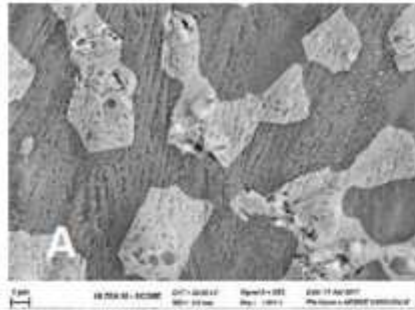
Lamelles riches en Sn, O et Cl



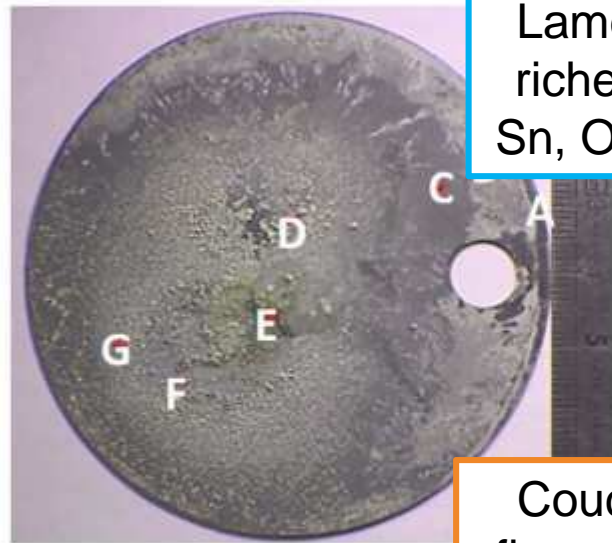




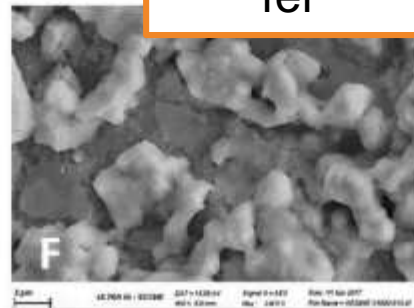
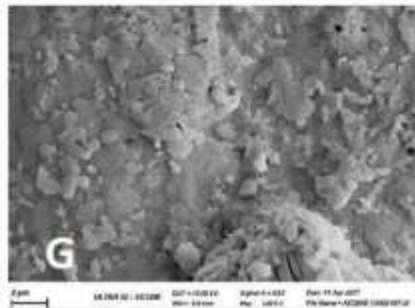
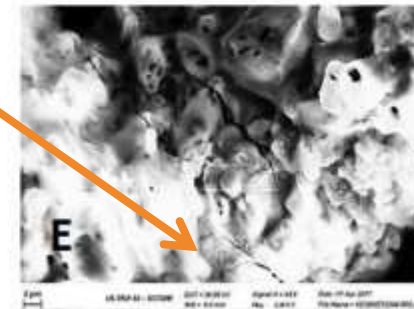
Formation  
de  $PbCl_2$



Lamelles riches en Sn, O et Cl



Couche fissurée + fer

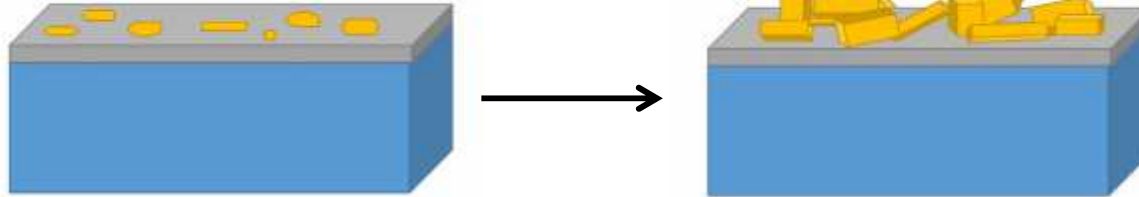


# UN MÉCANISME EN PLUSIEURS ÉTAPES

À  $t=0s$

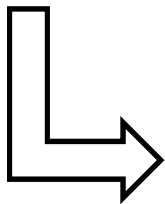


## UN MÉCANISME EN PLUSIEURS ÉTAPES

À  $t=0s$ Formation  
de  $PbCl_2$ 

Calculs thermodynamiques (HSC)

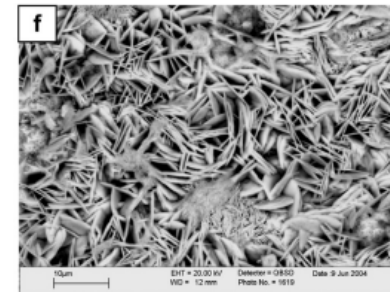
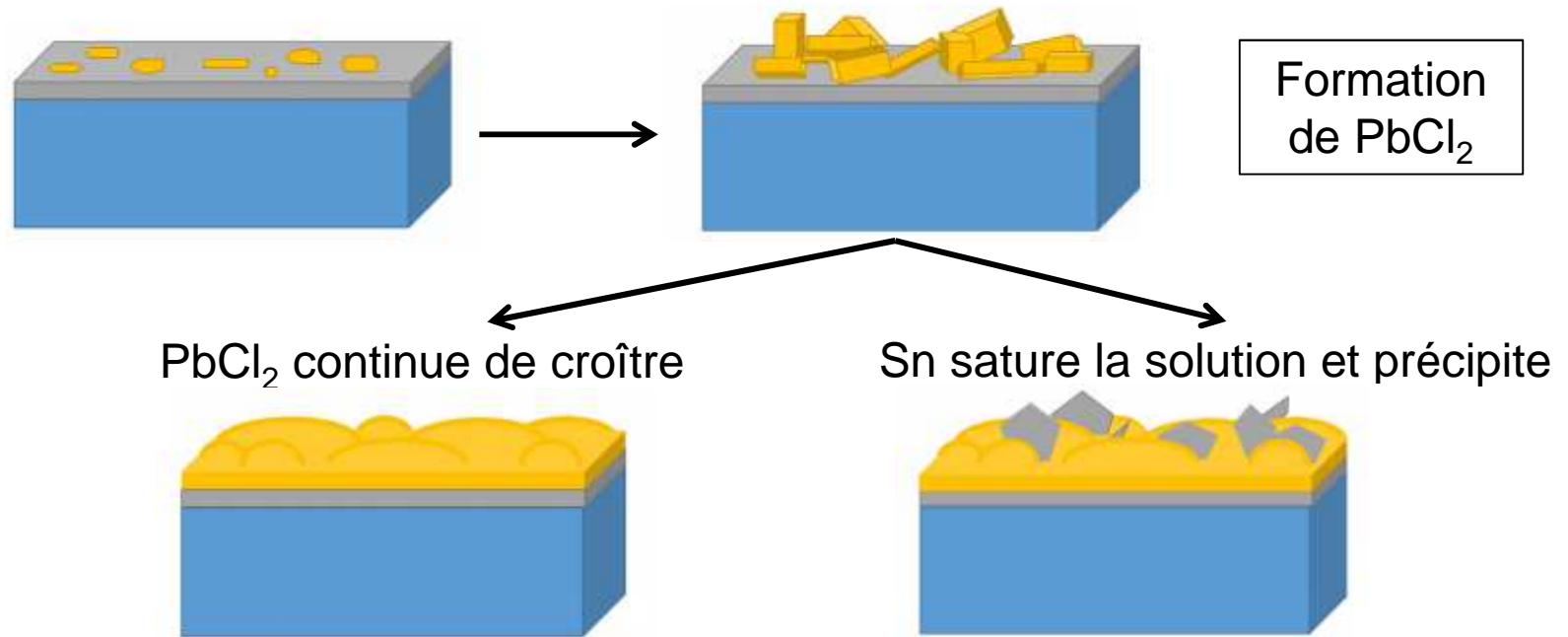
$\Delta G(SnCl_2)$	$\Delta G(PbCl_2)$
-93 kJ	-125 kJ



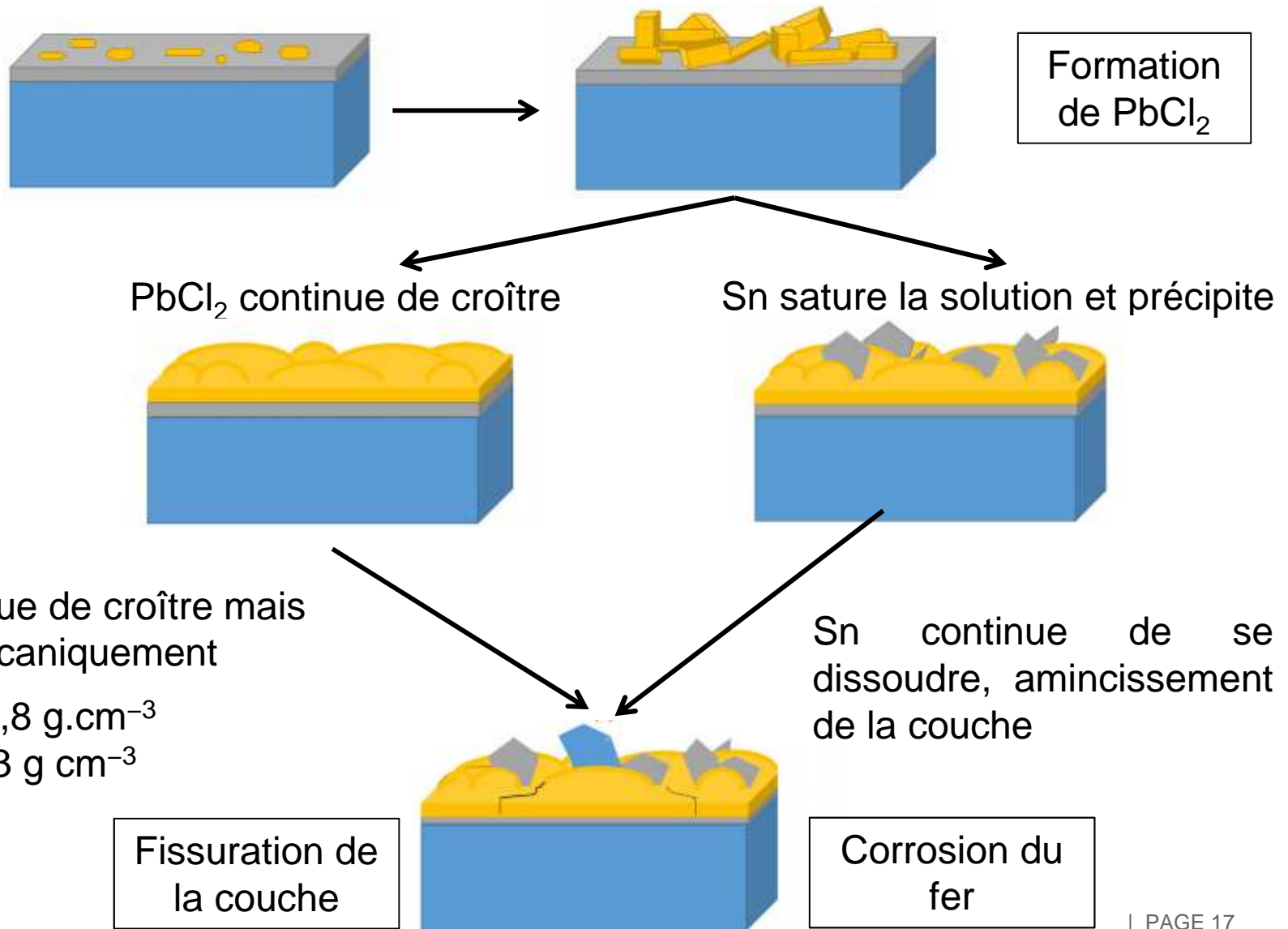
Solubilité différente dans un électrolyte acide [4]:  $PbCl_2$  n'est pas soluble dans  $HCl(aq)$  contrairement à  $SnCl_2$ ,



# UN MÉCANISME EN PLUSIEURS ÉTAPES



# UN MÉCANISME EN PLUSIEURS ÉTAPES



$\text{H}_2\text{O} + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow$  électrolyte agressif particulièrement favorable à la corrosion.

Au contact de cet électrolyte, le revêtement 75Sn-25Pb est

1/ recouvert d'une couche de  $\text{PbCl}_2$  contrainte et fragile

1bis/ en parallèle, l'électrolyte se concentre en  $\text{Sn}^{2+}$  jusqu'à saturation et l'étain précipite

2/ rupture de la couche de chlorure de plomb et amincissement du revêtement  $\rightarrow$  l'acier s'oxyde.

Un mécanisme de corrosion particulier qui fait l'objet d'une publication

Lequien, F. and G. Moine, *Corrosion of a 75Sn/25Pb coating on a low carbon steel in a gaseous environment polluted with HCl: mechanism*. Materials and Corrosion, 2018. **69**(10): p. 1422-1430.

Mais qui doit être confirmé par d'autres analyses, y compris celles des produits de corrosion.

Plus généralement, mise en évidence des difficultés d'utiliser des matériaux dans ce type d'environnement, sans étudier leur réactivité potentielle.