

# L'acier : production, corrosion, protection

Vues ses très intéressantes propriétés mécaniques, le fer, pur ou sous forme d'alliages, est le métal le plus utilisé dans l'industrie et le bâtiment. Élaboré à partir de minerais principalement constitués d'oxyde de fer, il s'oxyde naturellement à l'air s'il n'est pas protégé.

*Démarrer la partie expérimentale, puis revenir ensuite à l'analyse de documents.*

## Analyse de documents scientifiques

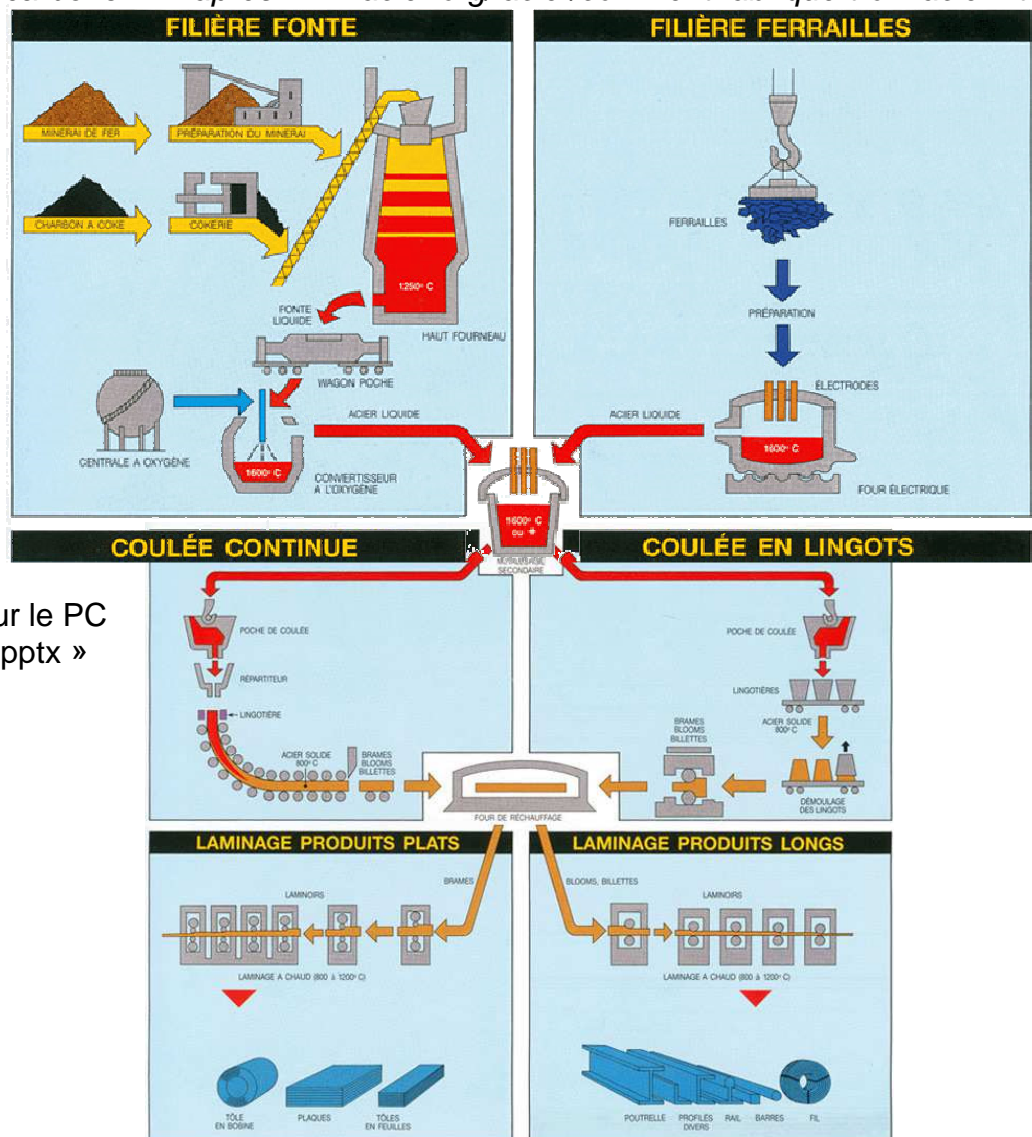
### Document n°1 : Élaboration du fer, de la fonte et de l'acier.

En Europe, la fabrication du fer date de 1700 ans av. J.C. : on superposait plusieurs couches successives de minerai de fer et de bois et on chauffait ces échafaudages ; le métal fondu était travaillé sur place. Actuellement, coexistent deux filières d'élaboration de l'acier : la filière fonte et la filière ferraille.

Dans la filière fonte, après broyage, le minerai est introduit dans le haut fourneau avec du coke (constitué essentiellement de carbone). Le coke brûle : la chaleur dégagée fait fondre le minerai ; le monoxyde de carbone,  $\text{CO}(\text{g})$ , formé par la combustion, réduit en fer les oxydes de fer constituant le minerai. On obtient alors de la fonte en fusion. Elle est ensuite acheminée vers un convertisseur où elle est versée sur de la ferraille. Du dioxygène est introduit : il brûle une partie du carbone et les résidus ; on obtient de l'acier.

Dans la filière ferraille, la ferraille, triée et broyée ou à l'état brut, est introduite dans un four électrique : de l'acier en fusion est obtenu. Du dioxygène est éventuellement introduit.

La production d'une tonne d'acier par la filière fonte s'accompagne du dégagement de deux tonnes de dioxyde de carbone. *D'après [www.acier.org/lacier/comment-fabrique-t-on-lacier.html](http://www.acier.org/lacier/comment-fabrique-t-on-lacier.html)*



Documents visibles sur le PC  
« Spe3.1.1.VieAciers.pptx »

## **Document n°2 : Fer, fonte acier, ne pas confondre.**

Ces trois produits diffèrent par leur teneur en carbone.

Le fer est un matériau mou et malléable, dont la teneur en carbone est infime.

L'acier a une teneur en carbone pouvant varier de 0,03 % à 2 % maximum ; il est à la fois malléable et résistant. L'inox est un acier composé de 75 % de fer, de 8 % de nickel, de 17 % de chrome et d'un peu de carbone.

La fonte, avec une teneur élevée de carbone (de 2 % jusqu'à 6 %), existe en plusieurs qualités : de malléable et ductile(\*) à très dure et résistante.

(\*) ductile : qui peut être étiré, étendu sans se rompre.

## **Document n°3 : Corrosion de l'acier.**

Le phénomène de corrosion correspond à la dégradation d'un métal, ou d'un alliage métallique, par des réactifs gazeux ou en solution. À l'échelle de la planète, chaque seconde, cinq tonnes d'acier sont oxydées en rouille, mélange complexe d'oxydes et d'hydroxydes de fer plus ou moins hydratés.

La corrosion est un fléau industriel. On estime en effet que 20 % de la production mondiale d'acier sont perdus chaque année sous forme de rouille. La corrosion de l'acier est favorisée lorsque l'atmosphère est humide et contient des espèces ioniques dissoutes. La corrosion est dite *uniforme* lorsque toute la surface du métal en contact avec cette solution est attaquée de la même façon, *différentielle* si ce n'est que partiellement.



## **Document n°4 : Protection de l'acier contre la corrosion.**

La corrosion a des conséquences importantes au niveau économique. La lutte contre la corrosion permet de rallonger la durée de vie des objets en acier.

On peut : -incorporer du chrome et du nickel à l'acier pour obtenir un acier inoxydable ;

- recouvrir l'acier d'une couche protectrice imperméable (peinture, vernis, plastique) ;

- recouvrir l'acier d'un autre métal : en plongeant la pièce d'acier dans un bain de zinc fondu (galvanisation) ou par électrozingage (électrolyse) ;

- relier un bloc de zinc à l'objet en acier à protéger : le zinc est alors oxydé et le dioxygène est réduit à la surface du fer ou de l'acier, qui n'est alors pas corrodé (anode sacrificielle sur la coque des navires : voir photo dans le diaporama).

## **Document n°5 : Recyclage des aciers.**

Même protégés, les aciers se corrodent lentement. Les objets en acier corrodé peuvent ensuite être recyclés.

Les exigences en matière de taux de recyclage des véhicules automobiles sont élevées : actuellement 54 % de l'acier présent dans une voiture est de l'acier recyclé.

Avec un taux de recyclage qui dépasse les 62 %, l'acier est le matériau le plus recyclé en Europe.

Le recyclage de l'acier permet de préserver les ressources naturelles, de réduire l'utilisation d'énergie et de diminuer l'émission de gaz à effet de serre.



## **Questions relatives aux documents :**

**Q1.** Justifier l'utilisation du bois par les premiers métallurgistes.

**Q2.** Comment obtient-on de la fonte ? Comment est-elle transformée en acier ?

**Q3.** Quel environnement favorise la corrosion de l'acier ?

**Q4.** Justifier la dernière phrase du document n°5.

## Pratique expérimentale

On a vu que l'oxydation du fer par le dioxygène était accentuée en milieu humide et salé. Pour comprendre ce phénomène, on propose de réaliser quelques expériences simples.

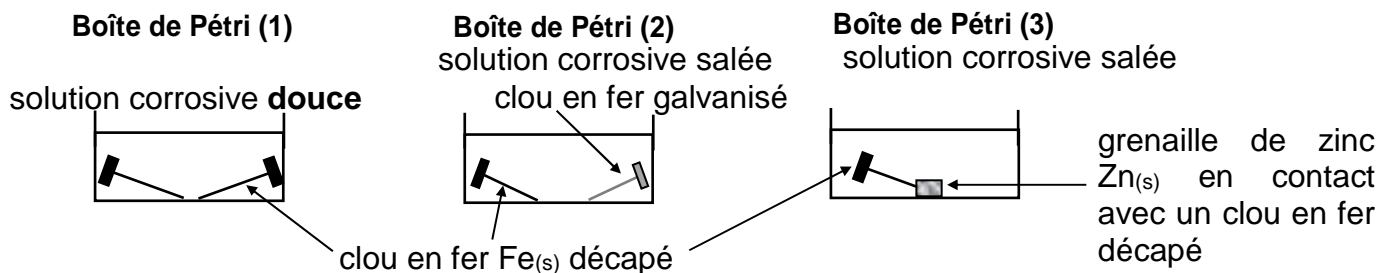
### Comment identifier des ions ?

	Ions à tester	Réactif test	Observations
Tube 1	ion fer (II) $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$	ion hexacyanoferrate (III) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	
Tube 2	ion zinc (II) $\text{Zn}^{2+}_{(aq)}$	ion hexacyanoferrate (III) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	
Tube 3	ion hydroxyde $\text{HO}^{-}_{(aq)}$	Phénolphtaléine	

À l'aide des solutions disponibles au bureau et à votre paillasse, réaliser trois expériences permettant d'identifier les ions proposés.

**Q5.** Compléter le tableau.

### Mise en évidence de la corrosion en milieu maritime



#### Préparation de la solution corrosive gélifiée salée :

- ❖ Dans un grand becher, verser 100 mL d'eau distillée, introduire 3 g de chlorure de sodium, 5 mL de solution d'hexacyanoferrate de potassium.
- ❖ Porter ce mélange à 90°C en agitant.
- ❖ Couper le chauffage et verser 3 g d'agar-agar et quelques gouttes de phénolphtaléine.
- ❖ Agiter fortement, puis verser dans la boîte de pétri.

#### Préparation de la solution corrosive gélifiée douce :

Renouveler les opérations précédentes sans introduire de chlorure de sodium NaCl.

#### Données pour interpréter les expériences :

- Ces expériences nécessitent au moins 30 minutes avant d'être véritablement exploitables.
- Le tableau ci-dessus est nécessaire.
- Le clou en fer peut se comporter comme une micropile, car l'oxydation et la réduction se produisent dans des zones distinctes. Comme dans toute pile classique, l'électroneutralité du milieu est assurée par le déplacement des ions, ici dans le gel.
- Les couples oxydant/réducteur mis en jeu sont :  $\text{O}_2(\text{g}) / \text{HO}^{-}_{(aq)}$  ;  $\text{Fe}^{2+}_{(aq)} / \text{Fe}(\text{s})$  ;  $\text{Zn}^{2+}_{(aq)} / \text{Zn}(\text{s})$

**Q6.** Réaliser des schémas légendés afin de rendre compte de vos observations dans les trois boîtes de pétri.

**Q7.** Interpréter les résultats expérimentaux afin de mettre en évidence :

- les réactions d'oxydoréduction mises en jeu lors de la corrosion du clou en fer,
- l'intérêt de la galvanisation (consiste à recouvrir l'acier de zinc),
- l'influence de la salinité de l'eau,
- l'intérêt de fixer des blocs de zinc sur la coque des navires.