

# **Didactique**

Kit de chimie

***Didactic***

*Chemistry kit*

**Ref :  
107 105**

Français – p 1

English – p 7

Version : 1109

**Kit protection et corrosion du fer**  
***Iron protection and corrosion kit***

# 1 Description

## 1.1 Généralité

Les expériences contenues dans le kit protection et corrosion du fer permettent de visualiser facilement l'attaque et la protection du fer. En effet, l'apparition de couleurs autour du clou permet d'évaluer d'un coup d'oeil la progression de l'expérience. Ces expériences seront réalisées avec des matières non dangereuses.

Dans un premier temps, le kit permet à l'élève de déterminer comment on peut protéger un clou à l'aide de métaux. Il dispose pour cela de deux métaux à entourer autour du clou avant de les mettre dans la solution réactionnelle. Grâce à l'apparition de couleur, il pourra déterminer quel métal protège le clou et lequel accélère son oxydation.

Une deuxième expérience permet de mettre en évidence la protection cathodique du métal. L'élève plonge deux clous dans la deuxième solution réactionnelle et constate les mêmes observations que précédemment. Enfin, il branche l'un des clous à la borne positive et l'autre à la borne négative d'une pile 9 V et constate alors un changement de couleur immédiat.

## 1.2 Composition et descriptif

Ce kit permet de faire 2 expériences complètes :

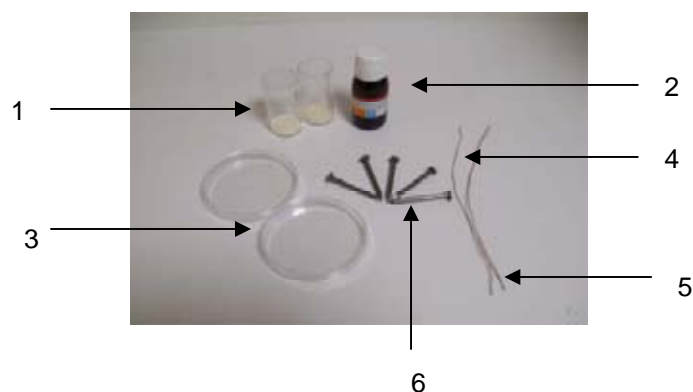


Photo 1

1 – 2 x conditionnement Agar-Agar 2 g	4 – 1 fil d'aluminium
2 – 2 x solution réactionnelle 50 mL	5 – 1 fil de cuivre
3 – 2 x boîtes de Pétri	6 – 5 x clous en fer

Tableau 1

## 2 Matériel complémentaire

Pour mener à bien ces deux expériences, il est recommandé de s'équiper de ce matériel complémentaire :

Désignation	Quantité
Petit bécher de 100 mL ou pot en verre	2
Agitateur ou tige en verre	1
Spatule	1
Pile 9V	1
Pince crocodile	2
Élément de chauffage	1
Paire de gants de protection vinyle ou latex (1)	1
Paire de lunette de sécurité (1)	1

Tableau 2

(1) Equipements de protection individuels conseillés bien que non obligatoires.

## 3 Précautions d'utilisation et sécurité

### 3.1 Mise en garde

La société Jeulin ne pourra être tenue pour responsable en cas d'accident survenu lors d'une utilisation du kit protection et corrosion du fer dans d'autres conditions que celle indiquée dans la présente notice.

De même, la société Jeulin ne pourra être tenue pour responsable en cas d'accident survenu en raison du non respect des instructions relatives à la sécurité décrites dans la présente notice.

### 3.2 Protection individuelle

Le kit protection et corrosion du fer a été formulé pour minimiser les risques liés à l'utilisation du produit. Bien que cela ne soit pas une obligation, nous vous recommandons, en plus du port de la blouse, le port de lunette de sécurité lors de la manipulation. Le port de gants est également conseillé.

### 3.3 Protection collective

Les réactifs ne contenant pas de solvant volatil inflammable ou toxique, aucun appareil de protection collectif n'est requis lors du stockage (armoire de sécurité...) ou de l'utilisation (hotte...).

### 3.4 Déchets

Le kit protection et corrosion du fer ne contient pas de composés présentant de danger particulier pour l'environnement. Cependant, dans le cadre d'une démarche citoyenne de protection de l'environnement, ces produits devront être considérés comme des déchets chimiques de laboratoire et traités comme tels. Les quantités de réactifs mis en œuvre dans ce kit ont été réduites afin de minimiser les volumes de déchets ainsi que les coûts liés à leur destruction.

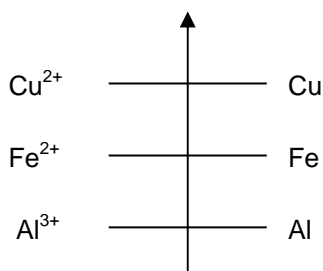
## 4 Mode opératoire

### 4.1 Principe des expériences

Le kit protection et corrosion du fer permet de mettre en évidence l'attaque ou la protection du fer par le biais d'une solution favorisant la corrosion, soit un milieu alcalin. Grâce au positionnement des couples oxydant/réducteur sur l'échelle des potentiels rédox, on peut déterminer si le métal entourant le fer va protéger ou faciliter sa corrosion. Ce kit donne la possibilité d'expérimenter la protection cathodique du fer à l'aide d'une pile 9 V.

#### 4.1.1 Pourquoi galvaniser les métaux ?

Les couples mis en jeu dans ces réactions sont les suivants :



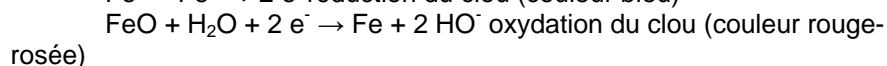
On constate que le cuivre est moins réducteur que le fer mais que l'aluminium est plus réducteur que le fer.

##### 4.1.1.1 Cas du fer seul

On constate une coloration bleue autour du clou en fer.

Cette coloration est due à la présence d'hexacyanoferrate (III) de potassium dans le milieu qui forme avec les ions  $\text{Fe}^{2+}$  un complexe bleu.

A l'extrémité du clou apparaît une couleur rouge-rosée qui est due à l'oxydation de l'oxyde de fer ( $\text{FeO}$ ). La couleur apparaît grâce à la présence dans le milieu du rouge de crésol qui passe au rouge-rosée quand le pH est supérieur à 8.8.



#### 4.1.1.2 Cas du fer entouré du fil de cuivre

Dans ce cas la formation du complexe bleu est ciblée autour du clou puisque le fer est plus réducteur que le cuivre donc celui-ci sera oxydé par la solution. Au fil du temps, on voit apparaître une coloration rouge rosée autour du fil de cuivre.

A cet endroit l'oxygène ambiant se dissout dans le milieu et produit des ions  $\text{HO}^-$  cela explique ce changement de couleur puisque à cet endroit le pH devient basique.

Réaction avec le fer :  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$  (coloration bleue)

Réaction avec l'oxyde de cuivre :  $\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu} + 2\text{HO}^-$   
(coloration rouge rosée).

#### 4.1.1.3 Cas du fer entouré du fil d'aluminium

Dans ce cas il n'y a pas de complexe bleu puisque l'aluminium est plus réducteur que le fer, c'est donc lui qui est oxydé par la solution. Par contre, on voit la coloration rose autour du fer. La consommation d'oxygène a lieu à cet endroit.

Au fil du temps, on voit apparaître un dépôt blanc autour du fil de cuivre ce sont les ions  $\text{Al}^{3+}$  qui se forment et sont oxydés par l'air pour former  $\text{Al}_2\text{O}_3$  composé blanc.

Réaction avec l'aluminium :  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$

Réaction avec l'oxyde de cuivre :  $\text{FeO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe} + 2\text{HO}^-$  (coloration rouge-rosée).

On démontre grâce à ces expériences que l'on peut protéger un métal en recouvrant celui-ci d'un autre métal plus réducteur que le premier. Ainsi nous répondons à la question de cette première expérience.

### 4.1.2 Principe de la protection cathodique

La deuxième expérience permet de réaliser la protection cathodique du fer.

Une fois les clous dans le milieu réactionnel, on les relie aux bornes d'une pile 9 V. Une fois reliés, on observe deux phénomènes.

1<sup>er</sup> phénomène :

A la borne – de la pile : Le clou relié à cette borne est protégé de la corrosion (entouré de la couleur rouge –rosée). L'eau est réduite à cette borne.

2<sup>nd</sup> phénomène :

A la borne + de la pile : Le clou est attaqué (entouré de la couleur bleu), des électrons sont extraits du clou. Le fer est oxydé à cette borne.

On démontre ainsi que les carrosseries des véhicules peuvent être protégées quand elles sont reliées au pôle négatif de la batterie.

## 4.2 Préparation de la manipulation

Rassembler sur chaque paillasse, l'ensemble du kit ainsi que les accessoires recommandés.

### 4.2.1 Préparation du milieu réactionnel

Mettez la solution de 50 mL dans un bécher puis placez-le sur une plaque chauffante avec toutes les précautions nécessaires. Pendant ce temps, entourez un clou d'un fil d'aluminium et un autre clou d'un fil de cuivre (*photo 2*). Positionnez les clous dans une boîte de Pétri (*photo 3*). Prendre la température du milieu réactionnel. **Pour la suite de l'expérience la température de la solution ne doit dépasser 75°C** (*photo 4*).



Photo 2



Photo 3



Photo 4

### 4.2.2 Préparation des réactions

#### 4.2.2.1 Préparation de la mise en évidence de la protection et de la corrosion du fer par le biais des métaux

Quand la température du milieu est à 75°C, retirez le bécher de l'élément de chauffage et ajoutez les 2 g d'Agar-Agar (*photo 5*). Mélangez la solution (*photo 6*) puis versez la totalité du milieu dans la boîte de pétri en répartissant celui-ci sur toute la surface de la boîte (*photo 7*). Dès que le mélange est additionné aux clous, la réaction commence.



Photo 5



Photo 6



Photo 7

#### 4.2.2.2 Préparation de la protection cathodique

La préparation présentée dans le 4.2.1 est à répéter. Pendant celle-ci, positionnez 2 clous dans la deuxième boîte de Pétri et reliez les pinces crocodile au clou et **à une seule borne de la pile 9 V afin de ne pas décharger celle-ci** (*photo 8*).

Quand la température du milieu est à 75°C, retirez le de l'élément de chauffage et ajouter les 2 g d'Agar-Agar (*photo 5*). Mélanger la solution puis versez la totalité du milieu dans la boîte de Pétri en répartissant celui-ci sur toute la surface de la boîte (*photo 7*).

Une fois le mélange réparti, branchez la deuxième pince crocodile sur la pile 9 V (*photo 9*).



Photo 8



Photo 9

#### 4.2.3 Nettoyage

Pour éviter un nettoyage fastidieux rincer au plus vite les béchers et autres matériels utilisés afin d'éviter que le reste de la solution réactionnel colle aux parois de la verrerie et sur l'outillage. Un rinçage à l'eau suffit pour nettoyer.

## 5 Service après vente

Pour toute question ou réclamation, veuillez contacter :

**JEULIN - SUPPORT TECHNIQUE**  
Rue Jacques Monod  
BP 1900  
27 019 EVREUX CEDEX FRANCE  
0 825 563 563 \*  
\* 0,15 €TTC/ min à partir d'un poste fixe

# 1 Description

## 1.1 General

The experiments contained in the iron protection and corrosion kit make it easy to view how iron is attacked and protected. The appearance of colours around the nail can be observed to evaluate progress with the experiment. These experiments are carried out with safe materials.

Firstly, the pupil uses the kit to determine how a nail can be protected using metals. To achieve this, the pupil is provided with two metals that he turns around the nail before they are put into the reactional solution. The appearance of the colour shows which metal protects the nail and which accelerates its oxidation.

A second experiment demonstrates cathodic protection of the metal. The pupil dips two nails into the second reaction solution and makes the same observations as before. Finally, he connects one of the nails to the positive terminal and the other to the negative terminal of a 9 V battery and then observes an immediate colour change.

## 1.2 Composition and description

This kit can thus be used to make 2 complete experiments:

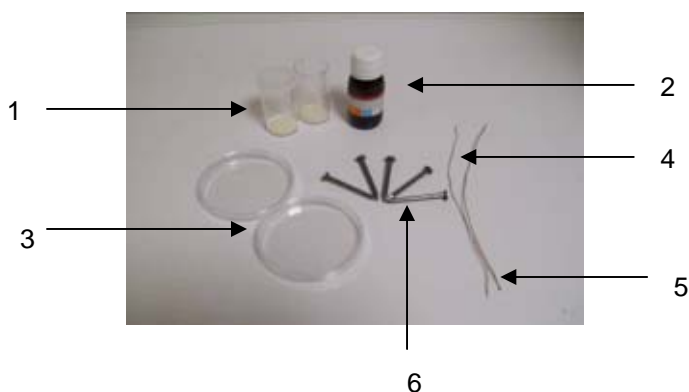


Photo 1

1 – 2 x Agar-Agar 2 g packaging	4 – 1 aluminium wire
2 – 2 x 50 mL reaction solution	5 – 1 copper wire
3 – 2 x Petri dishes	6 – 5 x iron nails

Table 1



## 2 Additional equipment

It is recommended that the following equipment should be obtained to complete these two experiments:

Item	Quantity
Small 100 mL beaker or glass pot	2
Glass stirrer or rod	1
Spatula	1
9V battery	1
Crocodile clip	2
Heating element	1
Pair of vinyl or latex protective gloves (1)	1
Safety goggles (1)	1

Table 2

(1) Personal protection equipment recommended but not compulsory.

## 3 Usage and safety precautions

### 3.1 Warning

The Jeulin Company cannot be held responsible for an accident that occurs after the iron protection and corrosion kit has been used under conditions other than those described in these instructions.

Similarly, the Jeulin Company cannot be held responsible for an accident that occurs because the safety instructions given in these instructions are not respected.

### 3.3 Individual protection

The iron protection and corrosion kit was formulated to minimise risks related to use of the product. Although not compulsory, we recommend that safety goggles shall be worn in addition to the lab coat during handling. It is also recommended that gloves should be worn.

### 3.4 Collective protection

No collective protection equipment is required during storage (safety cabinet, etc.) or during use (hood, etc.), because reagents do not contain any flammable volatile or toxic solvents.

### 3.5 Waste

The iron protection and corrosion kit does not contain any components that create any particular danger for the environment. However, these products must be considered as being chemical laboratory waste and treated as such, in the context of a citizen environmental protection policy. Reagent quantities used in this kit are kept low in order to minimise waste volumes and disposal costs.

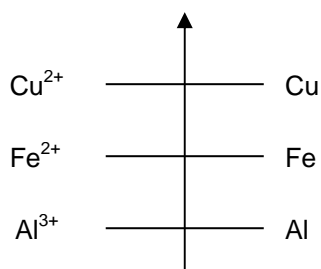
## 4 Procedure

### 4.1 Principle of the experiments

The iron protection and corrosion kit demonstrates the attack or protection of iron by means of a solution conducive to corrosion, namely an alkaline medium. Oxidation/reduction couples can be positioned on the redox potentials scale to determine if the metal surrounding the iron will protect it or accelerate its corrosion. This kit can be used for experiments with cathodic protection of iron using a 9 V battery.

#### 4.1.1 Why galvanise metals?

The following couples are involved in these reactions:



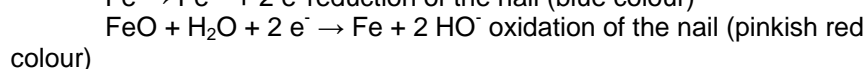
It can be seen that copper is less reducing than iron but aluminium is more reducing than iron.

#### 4.1.1.1 Iron alone

A blue colour is observed around the iron nail.

This colour is due to the presence of potassium hexacyanoferrate (III) in the medium that forms a blue complex with  $\text{Fe}^{2+}$  ions.

A pinkish red colour appears at the end of the nail due to the oxidation of iron oxide ( $\text{FeO}$ ). The colour appears due to the presence of cresol red in the medium that changes to pinkish red when the pH exceeds 8.8.

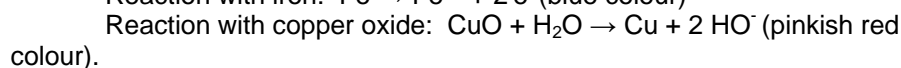
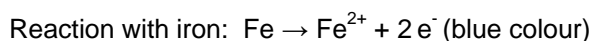


#### 4.1.1.2 Iron surrounded by copper wire

In this case, the blue complex is concentrated around the nail, because iron is more reducing than copper and it will therefore be oxidised by the solution.

As time progresses, a pinkish red colour will be seen around the copper wire.

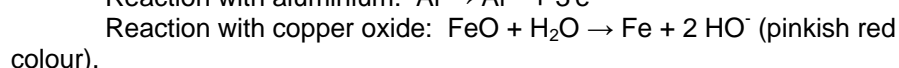
Ambient oxygen dissolves in the medium at this location and produces  $\text{HO}^-$  ions, which explains this colour change because the pH becomes basic at this location.



#### 4.1.1.3 Iron surrounded by aluminium wire

In this case, there is no blue complex because aluminium is more reducing than iron, therefore it is the aluminium that is oxidised by the solution. On the other hand, a pink colour is seen around the iron. Oxygen is consumed at this location.

As time progresses, a white deposit can be seen around the copper wire, because  $\text{Al}^{3+}$  ions are formed and oxidised by air to create the white  $\text{Al}_2\text{O}_3$  compound.



These experiments demonstrate that a metal can be protected by covering it with another metal more reducing than the first. This is the conclusion of this first experiment.

#### 4.1.2 Principle of cathodic protection

The second experiment demonstrates cathodic protection of iron.

Once the nails are in the reactional medium, they are connected to the terminals of a 9 V battery. Two phenomena can be seen after they have been connected.

1<sup>st</sup> phenomenon:

At the battery – terminal: The nail connected to this terminal is protected against corrosion (surrounded by a pinkish red colour). Water is reduced at this terminal.

2<sup>nd</sup> phenomenon:

At the battery + terminal: The nail is attacked (surrounded by a blue colour), electrons are extracted from the nail. Iron is oxidised at this terminal.

This demonstrates that vehicle bodywork can be protected by connecting it to the battery negative terminal.

## 4.2 Preparation for the manipulation

Place the complete kit and recommended accessories on each counter top.

### 4.2.1 Preparation of the reactional medium

Put the 50 mL solution into a beaker and then place it on a heating plate, taking all necessary precautions. During this time, turn an aluminium wire around one nail and a copper wire around another nail (*photo 2*). Position the nails in a Petri dish (*photo 3*). Take the temperature of the reactional medium. **The temperature of the solution must not exceed 75°C for the remainder of the experiment** (*photo 4*).



Photo 2



Photo 3



Photo 4

### 4.2.2 Preparation of reactions

#### 4.2.2.1 Preparation for demonstration of iron protection and corrosion by the use of metals

When the temperature of the medium is equal to 75°C, withdraw the beaker from the heating element and add 2 g of Agar-Agar (*photo 5*). Mix the solution (*photo 6*) and then pour the entire medium into the Petri dish, distributing it over the entire surface of the dish (*photo 7*). The reaction begins as soon as the mix is added to the nails.



Photo 5



Photo 6



Photo 7

#### 4.2.2.2 Preparation of the cathodic protection

Repeat the preparation described in 4.2.1. During the preparation, place two nails in the second Petri dish and connect the crocodile clips to the nail and to **a single terminal of the 9V battery so as not to discharge the battery** (*photo 8*).

When the temperature of the medium is 75°C, remove the heating element and add 2 g of Agar-Agar (*photo 5*). Mix the solution and then pour the entire medium into the Petri dish, distributing it over the entire surface of the dish (*photo 7*).

Once the mix is distributed, connect the second crocodile clip to the 9 V battery (*photo 9*).



Photo 8

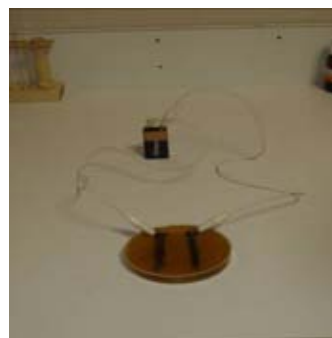


Photo 9

#### 4.2.3 Cleaning

Rinse the beakers and other equipment used as soon as possible to prevent the need for the painstaking cleaning that would be necessary if the remainder of the reactional solution is allowed to stick to the walls of the glass and the tooling. Rinsing with water is all that is necessary.

## 5 After-Sales Service

For any repairs, adjustments or spare parts, please contact:

**JEULIN - TECHNICAL SUPPORT**  
Rue Jacques Monod  
BP 1900  
27 019 EVREUX CEDEX FRANCE  
+33 (0) 2 32 29 40 50



## Assistance technique en direct

Une équipe d'experts  
à votre disposition du Lundi  
au Vendredi (8h30 à 17h30)

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge immédiatement votre appel pour vous apporter une réponse adaptée à votre domaine d'expérimentation : Sciences de la Vie et de la Terre, Physique, Chimie, Technologie .

### Service gratuit \*

**0825 563 563** choix n° 3. \*\*

\* Hors coût d'appel : 0,15 € ttc / min.  
à partir d'un poste fixe.

\*\* Numéro valable uniquement pour  
la France métropolitaine et la Corse.

Pour les Dom-Tom et les EFE,  
utilisez le + 33 (0)2 32 29 40 50

Aide en ligne :  
**www.jeulin.fr**

Rubrique FAQ



Rue Jacques-Monod,  
Z.I. n° 1, Netreville,  
BP 1900, 27019 Evreux cedex,  
France

Tél. : + 33 ( 0 ) 2 32 29 40 00  
Fax : + 33 ( 0 ) 2 32 29 43 99  
Internet : [www.jeulin.fr](http://www.jeulin.fr) - [support@jeulin.fr](mailto:support@jeulin.fr)

Phone : + 33 ( 0 ) 2 32 29 40 49  
Fax : + 33 ( 0 ) 2 32 29 43 05  
Internet : [www.jeulin.com](http://www.jeulin.com) - [export@jeulin.fr](mailto:export@jeulin.fr)

SA capital 3 233 762 € - Siren R.C.S. B 387 901 044 - Siret 387 901 04400017

## Direct connection for technical support

A team of experts at your  
disposal from Monday  
to Friday (opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request immediatly to provide you with the right answers regarding your activity field : Biology, Physics, Chemistry, Technology .

### Free service \*

**+ 33 (0)2 32 29 40 50\*\***

\* Call cost not included

\*\* Only for call from foreign countries

