

Lycée(s)	Général	Technologique	Professionnel	
Niveau(x)	CAP	Seconde	Première	Terminale
Enseignement(s)	Commun	De spécialité	Optionnel	
Physique-Chimie				

## Pourquoi les métaux ne réagissent pas tous de la même façon face à la corrosion ?

Initier les élèves de lycée professionnel à une démarche scientifique<sup>1</sup>

La ressource « Pourquoi les métaux ne réagissent pas tous de la même façon face à la corrosion ? » présente une approche d'une démarche scientifique sur le thème de l'oxydoréduction.

Les élèves ont pour objectif de comprendre et d'expliquer dans quels cas il est possible de modéliser une transformation par une réaction d'oxydoréduction mettant en jeu les formes oxydantes et réductrices de deux couples différents.

Grâce à l'étude de différentes réactions, ils sont amenés à établir un classement qualitatif des métaux en fonction de leur pouvoir réducteur croissant.

### Scénario pédagogique

Une activité documentaire sur la corrosion de différents monuments constitue une situation déclenchante. Suite à cette activité documentaire, une activité expérimentale guidée permet aux élèves d'observer, d'interpréter et de modéliser une transformation d'oxydoréduction.

De ces deux activités, un nouveau questionnement émerge sur la différence de comportements des métaux face à la corrosion : *pourquoi certains métaux sont-ils inoxydables ?*

Pour amorcer la réponse à cette interrogation, une première étude mettant en œuvre une démarche scientifique fondée sur l'observation d'une situation expérimentale, est proposée aux élèves.

Les élèves organisent leur travail en groupe (binôme ou en trinôme).

Les démarches et conclusions rédigées sont échangées avec un autre groupe.

Au cours de cet échange, chaque démarche proposée est évaluée à l'aide d'une grille nommée « Évaluer la mise en application d'une démarche scientifique » qui est fournie en annexe.

Dans cette ressource, une seule proposition de démarche scientifique à mener par les élèves est étudiée.

<sup>1</sup> Lire préalablement le document introductif sur « la démarche scientifique / les démarches scientifiques »

## Références aux programmes

### Pré-requis / repères de progressivité

Connaitre la définition de la corrosion d'un métal.

Savoir définir un oxydant, réducteur, réaction d'oxydoréduction.

Savoir qu'une réduction est un gain d'électrons et qu'une oxydation est une perte d'électrons.

Savoir qu'une transformation d'oxydoréduction est une réaction dans laquelle intervient un transfert d'électrons.

Savoir qu'un métal peut être oxydé par le dioxygène de l'air.

### Référence(s) au(x) programme(s)

#### Capacités

Classer expérimentalement des couples oxydant/ réducteur

#### Connaissances

Savoir qu'il est possible d'établir une classification électrochimique des couples oxydant/réducteur et connaître son intérêt (prévision de réaction redox entre un oxydant et un réducteur donné, écriture de l'équation de réaction modélisant la transformation d'oxydoréduction)

### Les compétences travaillées autour d'une démarche scientifique

S'approprier, analyser – raisonner, réaliser, valider et communiquer

## Présentation de la séance

### Objectifs

Cette ressource a pour objectif de « **faire pratiquer une démarche scientifique** » en accord avec les directives du Bulletin Officiel du programme de physique-chimie du lycée professionnel. Cette démarche y est décrite comme : « **une méthode utilisée par le scientifique pour parvenir à comprendre le monde qui nous entoure. Cette méthode se déroule en plusieurs étapes, de l'observation de phénomènes jusqu'à l'établissement de modèles ou de théories en passant par l'expérimentation** ».

Au travers de cette ressource, il est possible de voir comment appréhender ce qu'est une démarche scientifique à des élèves de lycée professionnel, pour lesquels cette pratique est peu courante. Cependant sa mise en œuvre en classe peut-être plus ou moins longue en fonction du profil des élèves de la classe, elle demande une réelle réflexion en amont afin de trouver un thème adapté. Le thème de l'oxydoréduction s'y prête, la ressource permet aussi aux élèves de construire des connaissances et capacités issues d'un des modules de chimie : « **Prévoir une réaction d'oxydoréduction et protéger les métaux contre la corrosion** ».

## Organisation de la séance

L'activité autour de la pratique d'une démarche scientifique se déroule sur une séance de deux heures.

Elle se compose :

- d'une phase d'appropriation de documents ressources au cours de laquelle les élèves relèvent les conditions de sécurité à respecter afin de manipuler en toute sécurité le matériel et les produits fournis ; et ils recherchent des inspirations de rédaction de protocoles expérimentaux ;
- d'un temps où ils échangent sur les hypothèses émises individuellement ;
- d'une phase d'expérimentation qui les amène à tester les hypothèses retenues ;

*Les compétences « analyser-raisonner » et « réaliser » développent leur esprit critique et conduisent les élèves à s'approprier des connaissances, ainsi qu'à faire preuve de réflexion.*

- de l'analyse et de l'interprétation des résultats ;
- de la réalisation d'un support numérique (mur d'images, diaporama...) afin de restituer et d'expliquer leur démarche ;
- d'un temps de présentation et d'échange collectif pour valider en classe les hypothèses ;
- d'une exploitation des données (classification électrochimique) pour valider ou invalider les interprétations.

## Consignes et production attendue

Dans un premier temps, des traces écrites du travail effectué ont été rédigées sur des supports fournis par l'enseignant (hypothèses, expérimentation, résultats d'expériences, conclusion).

Bien que les élèves arrivent à être acteurs et autonomes dans leur pratique, il est nécessaire de les guider dans leur réflexion à l'aide d'une feuille de route, afin de les soulager d'une réflexion cognitive supplémentaire liée à la rédaction.

Cette feuille de route permet également de rassurer certains élèves, qui éprouvent le besoin d'avoir un espace cadré pour travailler.

Dans un second temps, une présentation, à l'aide d'un diaporama, est faite par chacun des groupes avec évaluation par leurs pairs.

L'élaboration du diaporama est l'occasion pour les groupes de rediscuter, de valider et de s'accorder sur la démarche scientifique mise en œuvre qu'ils vont présenter.

Ces échanges constructifs ont permis aux élèves de défendre leurs idées et de comprendre également les raisons pour lesquelles certaines hypothèses n'étaient pas en mesure d'être vérifiées, malgré leur bien-fondé.

## Piste pour évaluation

Lors de cette séances les capacités suivantes pourront être évaluées :

- Émettre une/des hypothèses pour expliquer les observations de la situation expérimentale proposée.

- Utiliser la démarche expérimentale pour expliquer et interpréter des observations.
- Exploiter des données (classification électrochimique) pour valider ou invalider leur interprétation.
- Vérifier et montrer que ces manipulations « inversées » fonctionnent pour d'autres couples oxydant-réducteur que ceux du cuivre et du fer.
- En déduire que les métaux ne réagissent pas de la même façon et qu'ils ont probablement des pouvoirs réducteurs différents.
- Montrer expérimentalement qu'il est possible d'établir qualitativement une classification des couples.
- Confronter ce classement avec des données références de la nomenclature (table de potentiels électrochimiques).

### Matériel pour mener la séance

- solution contenant des ions  $\text{Cu}^{2+}$  ;
- solution contenant des ions  $\text{Fe}^{2+}$  ;
- solution contenant des ions  $\text{Zn}^{2+}$  ;
- solution contenant des ions  $\text{Al}^{3+}$  ;
- métal zinc Zn ;
- métal fer Fe ;
- métal cuivre Cu ;
- fil d'argent Ag ;
- métal magnésium Mg ;
- métal aluminium Al ;
- équipements de protections individuelles (blouse, gants, lunettes)

Points d'attention pour la mise en place expérimentale :

Les différents groupes ne disposent pas des mêmes couples redox pour leur expérimentation.

Dans les couples proposés aux élèves, il faut choisir des couples dont la transformation est suffisamment rapide pour être observées et exploitées au cours de la séance.

Pour permettre une démarche simplifiée et éviter la multiplication des hypothèses, certains paramètres tels que la concentration des solutions, le conditionnement du métal fourni (plaque, lame, ruban de métal) doivent, si possible, être les mêmes.

### Exemples de travaux d'élèves et leur analyse

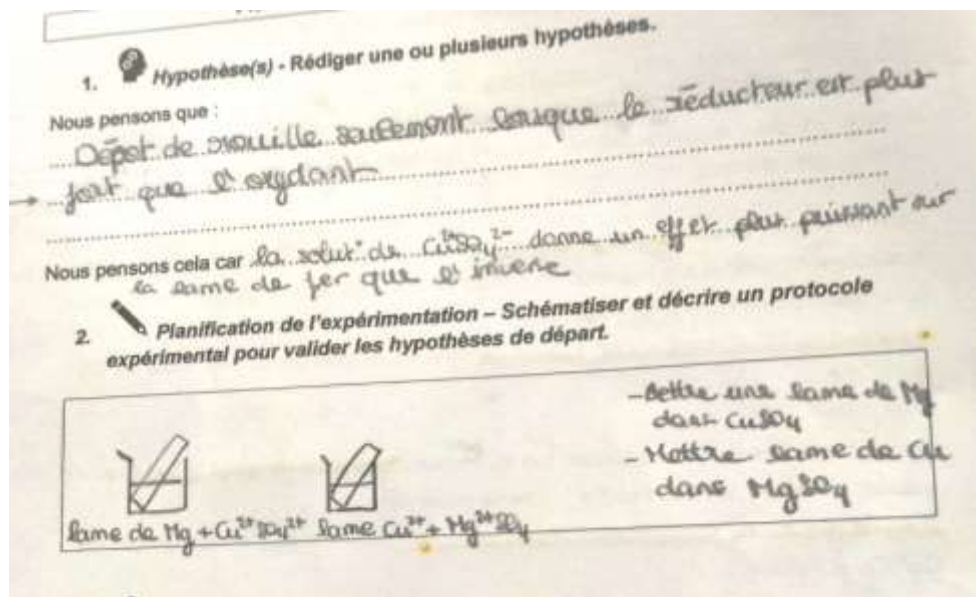
Les extraits de travaux d'élèves et leurs analyses présentés dans la suite de la ressource, permettent d'illustrer le travail effectué en classe par les élèves.

**Exemple 1 d'une proposition d'hypothèse faite par un élève qui n'a pas été retenue par le groupe :** « *l'oxydation se produit lorsque l'atome de fer perd deux électrons, il se transforme en ions, mais si le fer est déjà à l'état d'ion, il ne peut plus perdre d'électrons* ».

L'hypothèse a été abandonnée par le groupe car les élèves ne savaient pas de quelle façon ils pourraient vérifier cette hypothèse à l'aide d'une expérimentation.

L'élève a ensuite modifié l'hypothèse en reprenant celle retenue par le groupe : « il faut que le réducteur soit plus fort que l'oxydant pour produire une oxydation ».

**Exemple 2 d'un groupe ayant retenue l'hypothèse suivante :** « il existe un dépôt de rouille seulement lorsque le réducteur est plus fort que l'oxydant ».




Remarque : dans leur hypothèse, les élèves ont mentionné un dépôt de rouille sur une lame de magnésium.


L'enseignant n'intervient pas puis, si les autres groupes n'ont pas relevés l'erreur d'interprétation, il engage une réflexion à ce sujet lors de la présentation – correction.

De leurs observations, une proposition d'interprétation par les élèves est rédigée en s'appuyant sur le document ressource qui présente le classement des couples en fonction de leur pouvoir oxydant et de leur pouvoir réducteur.


Dans leur conclusion, ils évoquent les résultats obtenus par comparaison entre deux ou trois couples oxydant-réducteur ; le rappel de la définition du mot « réducteur » aide à étoffer la conclusion en mentionnant le transfert d'électrons généré au cours de la réaction.

 D'après les résultats de l'expérimentation, il est possible d'affirmer que :

Quand le même couple oxydant/réducteur  
se réagit ensemble, il y aura une réaction quand le réducteur  
sera plus fort que l'oxydant. Car plus le  
réducteur est fort, plus il va libérer d'électrons.  
Et moins le réducteur est fort, moins il va  
libérer d'électrons, donc il n'y aura pas  
de réaction.

 Conclusion – Répondre au questionnement initial

Il n'y a pas le même résultat dans les deux  
bechers même si c'est le même couple oxydant/réducteur.  
Car pour qu'il y ait une réaction, il faut  
que le réducteur soit plus fort car il  
va libérer plus d'électrons et donc il y aura  
une réaction. Que si le réducteur est moins  
fort, il va libérer moins d'électrons et il n'y  
aura pas de réaction.

 Présenter et partager les résultats des recherches avec un autre trinôme.

Enfin, le document qui suit, correspond à la grille d'évaluation du groupe dont un extrait du travail (**exemple 2**) a été présenté précédemment.

La grille a été complétée par un autre groupe à l'issue de leur présentation.



Dans le rapport scientifique, les élèves ont ....				
Compétences évaluées	Critères	Niveau de réussite		
		Très bien	Bien	À retravailler
Analyser raisonner	proposé une ou des hypothèses réalistes et en lien avec la problématique.		X	
Analyser raisonner	schématisé et rédigé un protocole clair, détaillé de l'expérience à réaliser.		X	
Communiquer	noté des observations assez précises des expériences réalisées.		X	
Valider	déterminé correctement si leur(s) hypothèse(s) est exacte ou inexacte.	X		
S'approprier	vérifié et interprété leur résultat par de la documentation scientifique.	X		

Lors de leur expérimentation, les élèves ont ....				
Compétences évaluée	Critères	Niveau réussite		
		Très bien	Bien	À retravailler
Réaliser	suivi rigoureusement la démarche et l'ont adaptée si nécessaire.			X
	manipulé en toute sécurité.	X		
	réalisé une expérience en accord avec leur hypothèse.	X		

Selon les dires du groupe évaluateur, le groupe évalué n'a pas suivi de façon rigoureuse la démarche car ils ont éprouvé la nécessité de demander un couple oxydant-réducteur supplémentaire afin de consolider leur hypothèse. Une action que les autres groupes ont retenue plutôt négativement estimant qu'ils devaient valider leurs hypothèses en employant strictement le matériel attribué par l'enseignant à chaque groupe.

Par ailleurs, ce sujet a été l'objet de discussion lors du bilan global en classe entière et intégré aux principes de mise en œuvre d'une démarche scientifique.

### Bilan global

La mise en œuvre d'une démarche scientifique peut-être rapidement chronophage, si un minutage n'est pas défini préalablement par l'enseignant.

Pour une initiation aux démarches scientifiques, l'étude de phénomènes scientifiques facilement observables avec une approche qualitative permet de mieux travailler les diverses étapes.

Une feuille de route est un avantage supplémentaire lors de cette pratique.

Bien que tous les élèves aient été investis durant cette expérimentation, il serait plus bénéfique de constituer des groupes en binômes plutôt qu'en trinôme pour une meilleure implication de chaque élève.

Une présentation en amont du fonctionnement d'une démarche scientifique par l'enseignant aide à fluidifier le travail des élèves

### Prolongations possibles

- Travailler avec le couple de référence  $\text{H}^+(\text{aq})/\text{H}_2(\text{g})$  et classer les couples oxydant-réducteur par rapport à cette référence ; par exemple pour expliquer la différence de comportements des métaux en contact d'acide.
- Introduire la règle du gamma.

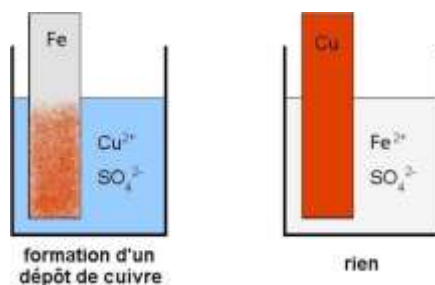
### Annexes

#### Annexe 1 : énoncé de l'activité élève

##### Situation de départ

Les métaux et leurs ions forment des couples oxydant-réducteur (couples redox).

Ces couples redox sont susceptibles de donner des transformations chimiques par échanges d'électrons, comme l'exemple proposé ci-dessous :



Dans un premier bécher, **une lame de métal fer plongeant dans une solution contenant des ions cuivre (II)** conduit à la formation d'un dépôt de cuivre sur la lame de métal fer ainsi qu'à la formation d'ions  $\text{Fe}^{2+}$ .

Il y a eu une transformation d'oxydoréduction entre les couples oxydant-réducteur  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu}(\text{s})$  et  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})/\text{Fe}(\text{s})$ .







Cependant, dans un second bécher, lors du contact d'une lame de métal cuivre avec une solution contenant des ions  $\text{Fe}^{2+}$ , il ne se passe rien.

Il n'y a pas eu de transformation d'oxydoréduction entre les couples oxydant-réducteur  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu}(\text{s})$  et  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})/\text{Fe}(\text{s})$ .

### Questionnement

**Comment expliquer la différence de résultat entre ces deux béchers, alors que les couples qui interviennent dans les deux béchers sont les mêmes ?**

Afin de répondre à ce questionnement, il vous faudra mener une démarche scientifique\* en utilisant les ressources proposées ci-dessous :

-  une liste de matériel de laboratoire (différente selon les groupes/trinômes) et les pictogrammes associés.
  - ☐ solution contenant des ions  $\text{Cu}^{2+}$  ;
  - ☐ solution contenant des ions  $\text{Fe}^{2+}$  ;
  - ☐ solution contenant des ions  $\text{Zn}^{2+}$  ;
  - ☐ solution contenant des ions  $\text{Al}^{3+}$  ;
  - ☐ solution contenant des ions  $\text{Mg}^{2+}$  ;
  - ☐ métal zinc ;
  - ☐ métal fer ;
  - ☐ métal cuivre ;
  - ☐ métal aluminium ;
  - ☐ métal magnésium
  - ☐ béchers de 50 mL ou tubes à essais et leur support.
-  Les documents ressources (document 1 à document 3).
-  Deux fiches de travail « *je pratique la démarche scientifique* » à compléter.
-  Une fiche « *évaluer la démarche scientifique* » pour évaluer un autre groupe d'élèves

## Annexe 2 : documents ressources

### Document n°1 – comment pratiquer une démarche scientifique ?

[Découvrir & Comprendre - La démarche scientifique \(cea.fr\)](#)

Scanner le QR-CODE pour visualiser la vidéo sur les caractéristique d'une démarche scientifique.



Relever et noter ci-dessous les étapes d'une démarche scientifique :

## Document n°2 – extrait de la classification électrochimique des éléments

Les couples oxydo-réducteurs (dits « redox »), sont classés suivant leur pouvoir oxydant ou réducteur en solution aqueuse.

\*oxydant : espèce chimique capable de capter des électrons.

\*réducteur : espèce chimique capable de céder des électrons.












	$\text{Au}^{3+} / \text{Au}$	
	$\text{Cl}_2 / \text{Cl}^-$	
	$\text{MnO}_2 / \text{Mn}^{2+}$	
	$\text{Hg}^{2+} / \text{Hg}$	
	$\text{Ag}^+ / \text{Ag}$	
	$\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$	
	$\text{I}_2 / \text{I}^-$	
	$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$	
	$\text{H}^+ / \text{H}_2$	
	$\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$	
	$\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}$	
	$\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$	
	$\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$	
	$\text{Cr}^{3+} / \text{Cr}$	
	$\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$	
	$\text{Al}^{3+} / \text{Al}$	
	$\text{Mg}^{2+} / \text{Mg}$	
	$\text{Na}^+ / \text{Na}$	
	$\text{Ca}^{2+} / \text{Ca}$	
	$\text{K}^+ / \text{K}$	

Pouvoir oxydant croissant ↑

Pouvoir réducteur croissant ↓

**Classification électrochimique**

## Document n°3 – pictogrammes de sécurité

Solutions	Pictogrammes	Couples rédox associés
Sulfate de cuivre 1,0 mol/L ( $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ )	 	ion cuivrique / métal cuivre $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) / \text{Cu}(\text{s})$
Sulfate de fer 1,0 mol/L ( $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ )		ion ferreux / métal fer $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) / \text{Fe}(\text{s})$
Sulfate de zinc 1,0 mol/L ( $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ )	 	ion zinc / métal zinc $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) / \text{Zn}(\text{s})$
Nitrate d'argent à 1,0 mol/L ( $\text{Ag}^+$ , $\text{NO}_3^-$ )	  	ion argent / métal argent $\text{Ag}^+(\text{aq}) / \text{Ag}(\text{s})$
Sulfate d'aluminium à 1,0 mol/L ( $\text{Al}^{3+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ )	  	ion aluminium / métal aluminium $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) / \text{Al}(\text{s})$

## Annexe 3 : fiche 1 « je pratique une démarche scientifique »



### 1. *Hypothèse(s) - Rédiger une ou plusieurs hypothèses.*

Nous pensons que :

Nous pensons cela car .....



### 2. *Planification de l'expérimentation – Schématiser et décrire un protocole expérimental pour valider les hypothèses de départ.*



### 3. *Réaliser et filmer ou photographier l'expérimentation proposée en 2) et noter les observations.*



Analyse et interprétation des résultats

### 4. *Retour sur hypothèse(s) – Validation des hypothèses*



non validées

- ☐ par l'expérience
- ☐ par la recherche documentaire



validées

- ☐ par l'expérience
- ☐ par la recherche documentaire



### 5. *Rédiger les conclusions*

Modifier l'hypothèse ou vérifier une autre hypothèse

## Annexe 4 : fiche 2 « je pratique une démarche scientifique »



D'après les résultats de l'expérimentation et le document 1, il est possible d'affirmer que :

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Conclusion – Répondre à la problématique ; « comment expliquer la différence de résultat entre ces deux béchers, alors que les couples mis en jeu dans les deux béchers sont les mêmes ? »

.....

.....

.....

.....

.....



Présenter et partager les résultats des recherches avec un autre trinôme en suivant les consignes suivantes :

- la présentation et le partage des résultats doivent être réalisés à l'aide d'un diaporama ;
- l'évaluation du groupe avec lequel vous échangez et partagez vos résultats, s'effectue grâce à la fiche « évaluer la mise en œuvre d'une démarche scientifique ».

## Annexe 5 : fiche « évaluer la mise en œuvre d'une démarche scientifique »

Noms des élèves du binôme / trinôme évaluateurs : .....

### Évaluer la mise en œuvre d'une démarche Scientifique

Dans le rapport scientifique, les élèves ont :

Compétences évaluées	Critères	Niveau de réussite (très bien - bien - à retravailler)
Analyser raisonner	proposé une ou des hypothèses réalistes et en lien avec la problématique.	
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> <li>schématisé et rédigé un protocole clair, détaillé de l'expérience à réaliser.</li> <li>noté des observations assez précises des expériences réalisées.</li> </ul>	
Valider	déterminé correctement si leur(s) hypothèse(s) est/sont exacte(s) ou inexacte(s).	
S'approprier	vérifié et interprété leur résultat par de la documentation scientifique.	

Lors de leur expérimentation, les élèves ont :

Compétences évaluée	Critères	Niveau de réussite (très bien - bien - à retravailler)
Réaliser	<ul style="list-style-type: none"> <li>suivi rigoureusement la démarche et l'ont adaptée si nécessaire.</li> <li>manipulé en toute sécurité.</li> <li>réalisé une expérience en accord avec leur hypothèse.</li> </ul>	



Pistes d'amélioration-propositions.

.....