

# L'extraction, l'utilisation et le recyclage des métaux : des enjeux mondiaux pour la protection de l'environnement



PHYSIQUE-CHIMIE



## DOMAINES DU SOCLE

- **Domaine 1 : Les langages pour penser et communiquer**
  - Comprendre, s'exprimer en utilisant la langue française à l'écrit et à l'oral.  
(Comprendre le sens d'un texte)  
(Reformuler, transposer, interpréter, créer et communiquer)
  - Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques.  
(Traiter des informations chiffrées)  
(Communiquer sur ses démarches, ses résultats, ses choix)  
(S'exprimer lors d'un débat scientifique et technique)
- **Domaine 2 : Les méthodes et outils pour apprendre**
  - utiliser des méthodes de recherche d'informations et de leur exploitation.
- **Domaine 3 : La formation de la personne et du citoyen**
  - Expliquer les fondements des règles de sécurité en chimie.
  - Réinvestir les connaissances sur les ressources et sur l'énergie pour agir de façon responsable.
- **Domaine 4 : Les systèmes naturels et les systèmes techniques**
  - Identifier des questions de nature scientifique.
  - Interpréter des résultats expérimentaux, en tirer des conclusions et les communiquer en argumentant.
  - Développer des modèles simples pour expliquer des faits d'observations.
- **Domaine 5 : Les représentations du monde et l'activité humaine**
  - Expliquer, par l'Histoire des Sciences et des techniques, comment les sciences évoluent et influencent la société.

## ATTENDUS DE FIN DE CYCLE

### - Décrire la constitution et les états de la matière

(Atome, ion, molécule, état solide, état liquide, état gazeux)

### - Décrire et expliquer des transformations chimiques

(Réaction entre les métaux et les solutions acides, tests caractéristiques)

## CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES ASSOCIÉES (La notation 'S' remplace 'Séance')

### • ① Décrire et expliquer des transformations chimiques

- **Distinguer transformation chimique et transformation physique**  
(S1 : recyclage des métaux)
- **Interpréter une transformation chimique comme une redistribution des atomes**  
(S2 : réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique)
- **Mesurer un pH**  
(S2 : réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique)
- **Étudier la réaction entre les solutions acides et les métaux**  
(S2 : réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique)

### • ② Décrire la constitution et les états de la matière

- **Changement d'états de la matière**  
(S1 : fusion de l'aluminium)
- **Masse volumique : Relation  $m = \rho \cdot V$**   
(S1 : estimation du volume journalier nécessaire en fer)
- **Concevoir et réaliser des expériences pour caractériser des mélanges**  
(S2 : nature des espèces chimiques après la réaction entre l'acide et le fer)  
(S2 : dissolution des métaux dans l'eau et problématique liée à la santé et à l'environnement)

## SCÉNARIO PÉDAGOGIQUE

Séquence organisée en **3** séances de **55** minutes chacune, s'adressant à des élèves de **3<sup>ème</sup>**.

Cette séquence est développée autour de ressources (ou séquences, modules, ...) proposées dans

- **Eduthèque** :
  - INA – Jalons :
    - ✓ **Vidéo « La canette, de la fabrication au recyclage »**  
(Extrait du Journal de 20H de France 2 du 24 septembre 2015/ 06:26 min)  
<https://fresques.ina.fr/jalons/fiche-media/InaEdu07043/la-canette-de-la-fabrication-au-recyclage.html>
  - BnF – Passerelle(s) :
    - ✓ **Vidéo « Le viaduc de Garabit 1880-1884 : La lutte contre la rouille »**  
(Extrait de *Anti-rouille*, Michel Vérot , 1998  
© Canopé-cndp /La Cinquième 01:45 min)  
[http://passerelles.bnf.fr/films/garabit\\_01.php](http://passerelles.bnf.fr/films/garabit_01.php)
  - CNRS :
    - ✓ **Vidéo « Médaille de l’Innovation CNRS 2014 : Claude Grison »**  
(02:58 min – visionnage du début à seulement 01:20 min)  
<https://edutheque.cnrs.fr/search/fulltext?query=claude+grison>
    - ✓ **Image « Eaux acides et rouges du fleuve Rio Tinto, dans le Sud de l’Espagne »**  
(Marc Leblanc – UMR5569 - Laboratoire géofluides, bassins, eau)  
<https://edutheque.cnrs.fr/file/preview?id=227>
  - BRGM :
    - ✓ **Vidéo pédagogique « Le transfert des polluants dans les aquifères »**  
(03:35 min – BRGM et l'Agence de l'eau Adour-Garonne (2014). © BRGM / Agence de l'eau Adour-Garonne - 07/07/2015)  
<http://www.brgm.fr/cas/transfert-polluants-aquiferes>
- la **BRNE Sciences** :
  - Maskott Sciences :
    - ✓ **Ressource interactive « Pictogrammes de sécurité et précautions expérimentales »**  
<https://www.thinglink.com/card/825700880304046080>
    - ✓ **Ressource interactive « Le protocole expérimental en chimie »**  
<https://www.thinglink.com/card/840549231604269058>

- ✓ **Module « RÉALISER : La transformation chimique entre l'acide chlorhydrique et le fer »**  
<http://edu.tactileo.fr/activitysessions/run/1b27a5c1-da72-4114-ac1b-291baa53f0dc>
- ✓ **Module « S'ENTRAÎNER : La réaction de l'acide chlorhydrique avec le fer »**  
<http://edu.tactileo.fr/activitysessions/run/a3c59a74-0fab-4f4e-b645-980f3c5b9336>

**Pré-requis :**

- Comprendre la différence entre un atome et un ion ;
- Savoir décrire la composition d'un ion grâce à sa formule chimique ;
- Connaître la notion de pH : son origine, son échelle, sa mesure ;
- Connaître les dangers d'une solution aqueuse acide ou basique ;
- Connaître la composition de l'acide chlorhydrique ;
- Connaître les tests caractéristiques de quelques ions ( $H^+$ ,  $HO^-$ ,  $Cl^-$ ,  $Fe^{2+}$ ) ;
- Connaître les tests caractéristiques de quelques gaz moléculaires ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2$ ) ;
- Comprendre l'évolution d'un système chimique au sein duquel se déroule une réaction chimique : disparition des réactifs et apparition des produits ;
- Connaître les règles d'écriture d'une équation-bilan ;
- Savoir appliquer le principe de conservation des éléments de Lavoisier pour équilibrer une équation-bilan.

**PLAN DE LA SEQUENCE** (les objectifs primordiaux de chaque séance sont indiqués **en gras**)

Légende : **PS** = Recontextualisation d'une notion ou d'une compétence prévue dans une **progression spiralaire** pour un nouvel essai d'assimilation ou une utilisation en expert.

Séance	Objectif Pédagogique	Problématique	Documents supports
<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PS : Citer des exemples de métaux utilisés au quotidien</li> <li>- PS : Tirer des informations d'un document vidéo</li> <li>- PS : Faire preuve d'esprit critique en analysant certaines informations d'un document grâce à ses connaissances</li> </ul>	<b>Pourquoi le</b>	<p>ina – jalons :  Vidéo : « <b>la canette, de la fabrication au recyclage</b> »</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p><b>FICHES Élèves :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Séance1 – Fiche 1</li> </ul>

	<p>- <b>PS : Ré exploitation de la formule de la masse volumique pour calculer un volume avec différenciation des niveaux</b></p> <p>- PS : Tester l'assimilation du vocabulaire scientifique déjà rencontré</p> <p>- PS : Tester l'assimilation de la différence entre une transformation chimique et physique</p> <p>- PS : Confirmer l'importance du tri sélectif et du recyclage des métaux en apportant un argument scientifique quantifié</p>	<p><b>recyclage des métaux devient-il indispensable ?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Séance1 – Fiche 2 (Niveau1) <b>OU</b> Séance1 – Fiche 2 (Niveau2)</li> </ul> <p><i>Il s'agit de 2 feuilles polycopiées structurées par le professeur et à compléter par chaque élève (Étude individuelle puis en groupe de 4 élèves organisé par niveau pour travailler par différenciation)</i></p>
<p>2</p>	<p>- PS : Identifier les produits d'une réaction chimique grâce à des tests caractéristiques</p> <p>- PS : Réutiliser les règles d'écriture d'une équation-bilan</p> <p>- PS : Réappliquer les règles pour équilibrer une équation-bilan</p> <p>- <b>Utiliser le principe de conservation des éléments de Lavoisier pour comprendre la réaction au niveau submicroscopique (l'échange des électrons entre les ions hydrogène I et les atomes de fer)</b></p> <p>- <b>Confirmer l'évolution de la quantité d'ions hydrogène I par une mesure de pH avant et après la réaction chimique</b></p>	<p><b>Comment acides réagissent-ils avec les métaux ?</b></p>	<p>BnF – Passerelle(s) : Vidéo de contextualisation : <b>« Le viaduc de Garabit 1880-1884 : la lutte contre la rouille »</b></p> <p>BRNE – Maskott Sciences : Ressource interactive : <b>« Pictogrammes de sécurité et précautions expérimentales »</b></p> <p>BRNE – Maskott Sciences : Module : « <b>REALISER : la transformation chimique entre l'acide chlorhydrique et le fer</b> »</p> <p>BRNE – Maskott Sciences : Module : « <b>S'ENTRAÎNER : la réaction de l'acide chlorhydrique avec le fer</b> »</p>

			<p style="text-align: center;">+</p> <p><b>FICHES Elève :</b> Séance2 – Fiche 3</p> <p><i>Il s'agit de 4 feuilles polycopiées structurées par le professeur et à compléter par chaque élève (Etude en binôme)</i></p>
<b>3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PS : Solubilité des ions dans l'eau</li> <li>-PS : Composition d'un ion</li> <li>- PS : Tirer des informations nouvelles d'un document vidéo</li> <li>- <b>Découvrir la définition des métaux lourds faisant intervenir la masse volumique</b></li> <li>- <b>Découvrir une méthode innovante pour décontaminer et recycler une zone polluée par des métaux lourds</b></li> <li>- <b>Constater et vérifier le travail collaboratif des scientifiques pour répondre à une problématique commune</b></li> </ul>	<p><b>Quand la Chimie innove et protège !</b> <b>Ou</b> <b>Comment la chimiste Claude Grison a inventé un type de recyclage (ou d'extraction) des métaux lourds très original mais génial !</b></p>	<p>CNRS – Image : <b>« Eaux acides et rouges du fleuve Rio Tinto, dans le Sud de l'Espagne »</b></p> <p>CNRS – Vidéo : <b>« Médaille de l'Innovation CNRS 2014 : Claude Grison »</b></p> <p>BRGM – Vidéo : <b>« Le transfert des polluants dans les aquifères »</b></p> <p style="text-align: center;">+</p> <p><b>FICHE Elève :</b> Séance3 – Fiche 4</p> <p><i>Il s'agit d'1 feuille polycopiée structurée par le professeur et à compléter par chaque élève (Etude en binôme)</i></p>

**Séance 1 : L'utilisation massive des métaux par l'Homme et la nécessité du recyclage : l'exemple de la canette de soda.**

Matériel : - 1 ordinateur  
- 1 vidéoprojecteur  
- 1 canette en acier

Scénario : En classe entière dans une salle informatique (avec si possible des tables sans ordi au milieu)

N° tâche effectuée	Temps estimé de la tâche	Rôle d'un élève	Rôle du professeur
1	2	Écoute les consignes Allume son ordinateur, introduit ses codes utilisateurs puis se connecte à internet Pose des questions éventuelles	Accueille les élèves Distribue la fiche : <b>Séance1 – Fiche 1 – La canette en acier.</b> Ouvre le fichier numérique de l'activité et le projette grâce au vidéoprojecteur Présente le sujet Réponds à d'éventuelles questions
2	2	Lit le texte	S'assure de l'engagement de tous dans la tâche
3	2	Lit les énoncés des questions de la Partie A	Réponds à d'éventuelles questions
4	10	Visionne la vidéo « <b>La canette, de la fabrication au recyclage</b> » Réponds aux questions de la partie A	Passe dans les rangs pour répondre à d'éventuelles questions
5	3	Corrige ses réponses si nécessaire	Interroge les élèves pour connaître leurs réponses. Fait reformuler, guide les reformulations erronées Apporte des éléments de correction et des précisions pour les élèves qui ont commis une(des) erreur(s)
6	2	Se met en groupe avec trois autres camarades Reçoit la Fiche : <b>Séance1 – Fiche 2 – La canette en acier</b> en fonction de son niveau de compétence	Constitue les groupes pour une activité qui propose une différenciation par les ressources disponibles et les contraintes imposées Distribue la fiche : <b>Séance1 – Fiche 2 – La canette en acier</b> en fonction du niveau de compétence des élèves.
7	20	Réalise la question n°4 de la Partie B	Passe de groupe en groupe pour apporter des précisions et guider si nécessaire Réponds à d'éventuelles questions
8	10	1 élève au tableau expose les étapes de raisonnement selon une carte mentale	Apporte des éléments de précision sur la carte mentale
9	3	Écoute Pose des questions éventuelles	Lit la question n°5 et redonne la méthodologie lors de la rédaction d'une réponse avec argumentation
10	1	Note les devoirs à réaliser pour la séance suivante : les questions n°5/6/7 et 8.	Note le détail des devoirs au tableau Réponds à d'éventuelles questions

## Séance 2 : L'utilisation massive des métaux par l'Homme : leur réaction avec les solutions acides et leur protection contre la corrosion.

- Matériel :
- 1 ordinateur
  - 1 vidéoprojecteur
  - la canette en acier de la séance précédente
  - 1 canette en acier d'un volume différent de la 1<sup>ère</sup> canette
  - 1 porte tube à essai
  - 1 tube à essai + 1 bouchon d'une taille adaptée pour le fermer
  - de la poudre de fer
  - 1 flacon goutte à goutte contenant de l'acide chlorhydrique à 1 mol.L<sup>-1</sup>
  - 1 flacon goutte à goutte contenant de la soude à 1 mol.L<sup>-1</sup>
  - 1 boîte d'allumette

Scénario : En demi-groupe si possible afin de pouvoir bien épauler chaque binôme durant l'étape 5.

N° tâche effectuée	Temps estimé de la tâche	Rôle d'un élève	Rôle du professeur
1	2	Écoute Allume son ordinateur, introduit ses codes utilisateurs puis se connecte à internet Montre la Fiche : <b>Séance1 - Fiche 1 - La canette en acier</b> complétée à la maison au professeur	Accueille les élèves Demande aux élèves de sortir la Fiche : <b>Séance1 - Fiche 1 - La canette en acier.</b> Passe dans les rangs pour vérifier si la Fiche 1 a bien été complétée
2	10	Corrige ses réponses, si nécessaire	Interroge les élèves pour connaître leurs réponses aux questions n°5/6/7 et 8 de la fiche travaillée lors de la dernière séance. Apporte des éléments de correction et des précisions pour les élèves qui ont commis une(des) erreur(s)
3	5	Regarde la photo vidéoprojetée Écoute Pose des questions éventuelles Colle dans le cahier les 4 fiches de travail du jour : <b>Séance 2 - Fiche 3 - La réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique.</b>	Vidéoprojette la photo « <b>le viaduc de Garabit 1880-1884 : la lutte contre la rouille</b> » Contextualise l'activité du jour Distribue les 4 Fiches de travail du jour : <b>Séance 2 - Fiche 3 - La réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique.</b>
4	15	Regarde le professeur réaliser l'expérience	Suit les consignes de sécurité lors de la manipulation de

		<p>Participe en fonction des questions du professeur</p> <p>Retrouve les pictogrammes présents sur un flacon contenant une solution acide</p> <p>Donne les indices visuels qui prouvent qu'il se déroule une réaction chimique</p> <p>Donne les différents tests que l'on peut faire pour identifier les produits de la réaction et prouver la disparition des réactifs</p>	<p>solutions acides ou basiques : met blouse, lunette de protection et gants.</p> <p>Explique les raisons qui l'on poussait à réaliser l'expérience à la paillasse prof. (concentration assez importante de l'acide puis de la soude pour que les réactions soient rapides et effectives) Vidéoprojette la ressource interactive : « <b>Pictogrammes de sécurité et précautions expérimentales</b> » Pose des questions sur la signification des pictogrammes de sécurité Réalise la réaction entre de la poudre de fer et de l'acide chlorhydrique Demande à un élève de décrire les indices visuels qui prouvent qu'il se déroule une réaction chimique dans le tube à essai Demande comment mettre en évidence la création de nouvelles espèces chimiques puis la disparition des réactifs Commente l'utilisation de la soude et de l'allumette Reprécise les espèces chimiques qui sont apparues et qui ont disparues</p>
<b>5</b>	20	<p>Réalise l'activité du Module « <b>REALISER : la transformation chimique entre l'acide chlorhydrique et le fer</b> » Répond aux questions des 4 Fiches distribuées en 3</p>	<p>Passe de binôme en binôme pour apporter des précisions et guider si nécessaire Réponds à d'éventuelles questions</p>
<b>6</b>	3	<p>Note les devoirs à réaliser pour la séance suivante : Faire (à la maison ou au CDI en fonction de l'accès à internet disponible) le module : « <b>S'ENTRAINER : la réaction de l'acide chlorhydrique avec le fer</b> »</p>	<p>Vidéoprojette le module et y répond rapidement pour redonner la méthodologie Note le détail des devoirs au tableau Réponds à d'éventuelles questions</p>

### Séance 3 :

Matériel : - 1 ordinateur  
- 1 vidéoprojecteur

Scénario : En classe entière dans la salle de cours de Physique-Chimie

N° tâche effectuée	Temps estimé de la tâche	Rôle d'un élève	Rôle du professeur
1	2	Sort le cahier et l'ouvre au niveau des Fiches collées lors de la séance précédente	Accueille les élèves Demande aux élèves de sortir le cahier Passe dans les rangs pour vérifier si le cahier est ouvert au niveau des deux Fiches collées lors de la séance précédente
2	15	Écoute Donne ses réponses (s'il est interrogé, complète ou corrige les réponses données par ses camarades) Corrige ses réponses, si nécessaire, Pose des questions éventuelles.	Vidéoprojette le fichier numérique des Fiches polycopiées distribuées <b>Séance2 – Fiche 3 – La réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique.</b> Corrige les fiches
3	10	Écoute Pose des questions éventuelles  Donne la composition des ions	Vidéoprojette l'image « <b>Eaux acides et rouges du fleuve Rio Tinto, dans le Sud de l'Espagne</b> » Contextualise l'activité du jour Présente le problème de la dissolution des ions métalliques dans l'eau (et donc dans les rivières ou les nappes phréatiques) Vidéoprojette la formule de quelques ions métalliques déjà rencontrés et demande leur composition (protons, neutrons, électrons) et leur catégorie (cation ou anion)
4	5	Visionne la vidéo Pose d'éventuelles questions	Vidéoprojette la vidéo <b>Vidéo pédagogique « Le transfert des polluants dans les aquifères »</b>

<b>5</b>	5	Visionne la vidéo Pose d'éventuelles questions	Vidéoprojette la vidéo « <b>Médaille de l'Innovation CNRS 2014 : Claude Grison</b> » Distribue la Fiche de travail personnel utilisant cette vidéo <b>Séance3 – Fiche 4 – La dépollution des sols grâce aux plantes.</b>
<b>6</b>	5	Réponds aux questions de la Fiche distribuée <b>Séance3 – Fiche 4 – La dépollution des sols grâce aux plantes.</b>	Passes dans les rangs et aide les élèves qui en font la demande
<b>7</b>	5	Corrige ses réponses, si nécessaire Pose des questions éventuelles	Mutualisation
<b>8</b>	7	Lit la Fiche de révision Pose des questions pour obtenir de nouvelles explications sur des éléments non compris ou à préciser	Distribue la Fiche de révision qui récapitule les connaissances et compétences importantes des 3 dernières séances (=la dernière séquence) à maîtriser pour la suite de l'étude du programme ou de la scolarité
<b>9</b>	1	Note la date de la prochaine évaluation sommative dans son cahier de texte	Note la date de la prochaine évaluation sommative réalisée dans deux séances (1 séance avant pour pouvoir répondre à des questions soulevées par des élèves qui ont commencé à réviser)

**Piste de poursuite de séquence :** Pour une poursuite du programme en 3<sup>ème</sup> :

- **Introduire les problèmes liés à l'extraction**  
  ▪ **de l'uranium**

et poursuivre avec le fonctionnement d'une centrale thermique nucléaire, les conversions et transferts d'énergie...

  ▪ **du lithium ou du nickel pour les accumulateurs modernes de téléphones ou ordinateurs portables**

et poursuivre avec les conversions d'énergie dans une pile.