

Version professeur

Physique-chimie – Terminale Bac Pro — ERA / MA (groupement 3)**Cahier d'exercices****Chapitre 5****Oxydoréduction et protection des métaux**

Édition : 1 — 6 octobre 2026 – Naïm Azzouz

Méthode — Mode d'emploi

Chercher les exercices par repère. Les données sont pédagogiques et fictives ; les activités contiennent les protocoles à réaliser. La version professeur présente les corrections après chaque exercice.

Repères et ordre de travail

Capacité et intitulé complet	Exercices	Pages
P1 — Classer expérimentalement des couples oxydant/réducteur	1 et 2	2
P2 — Écrire une équation de réaction à partir de deux demi-équations	3 et 4	4
P3 — Identifier l'oxydant et le réducteur	5 et 6	6
P4 — Prévoir le sens d'évolution spontané à partir d'une classification électrochimique	7 et 8	8
P5 — Réaliser et interpréter une transformation d'oxydoréduction en lien avec la corrosion	9 et 10	10
P6 — Illustrer la passivation	11 et 12	12
P7 — Mettre en évidence la protection par anode sacrificielle	13 et 14	14

P1 – Classer expérimentalement des couples oxydant/réducteur

Exercices de préparation, calcul et interprétation sur papier.

Rappel de cours

Observer métal et solution, identifier ce qui se transforme, écrire les transferts et comparer les couples ; croiser plusieurs essais.

Exercice 1 — Dédurre un classement d'une expérience

Observations fictives : une lame de Zn plongée dans une solution contenant Fe^{2+} se couvre du métal Fe. La lame perd une partie de sa matière. Dans l'essai inverse, aucune transformation visible n'est constatée dans la durée de l'essai.

- Quelle espèce capte des électrons ?
- Quelle espèce cède des électrons ?
- Quel oxydant est le plus fort parmi les deux couples, dans ce modèle ?
- Quelle limite faut-il préciser à propos de l'essai sans transformation visible ?

Correction de l'exercice 1

- Fe^{2+} capte des électrons et devient Fe.
- Zn cède des électrons et devient Zn^{2+} .
- L'oxydant Fe^{2+} est plus fort que Zn^{2+} ; les couples sont classés d'après les transformations observées.
- L'absence de modification visible ne prouve pas une impossibilité : cinétique, passivation et durée peuvent intervenir. Le classement proposé suppose les conditions adaptées.

Exercice 2 — Dédire un classement d'une expérience — vérifier et transférer

Observations fictives : une lame de Fe plongée dans une solution contenant Cu^{2+} se couvre du métal Cu. La lame perd une partie de sa matière. Dans l'essai inverse, aucune transformation visible n'est constatée dans la durée de l'essai.

- Quelle observation distingue formation d'un dépôt et simple changement de couleur ?
- Écrire la demi-équation de réduction attendue pour les ions cuivre.
- Pourquoi ajouter un métal témoin non plongé dans la solution ?
- Quelles conditions vérifier si l'essai inverse paraît ne rien montrer ?

Correction de l'exercice 2

- Identifier et observer le dépôt sur la lame ; un changement de couleur seul ne prouve pas sa nature. Des contrôles complémentaires peuvent être nécessaires.
- $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$.
- Pour comparer l'état de surface initial et écarter une modification indépendante de la solution.
- Durée, propreté et passivation de la lame, composition de la solution et visibilité ; ne pas inventer une observation absente.

P2 – Écrire une équation de réaction à partir de deux demi-équations

Exercices de préparation, calcul et interprétation sur papier.

Rappel de cours

Repérer perte et gain ; égaliser les électrons ; additionner ; simplifier ; vérifier atomes et charges.

Exercice 3 — Assembler deux demi-équations

Demi-équations données : $\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$; $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$.

- Identifier la demi-équation d'oxydation.
- Combien d'électrons doivent être échangés et quel ajustement faut-il faire ?
- Écrire l'équation globale sans électrons.
- Vérifier la conservation des atomes et des charges.

Correction de l'exercice 3

- $\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$: perte d'électrons.
- Deux électrons. Aucun multiplicateur nécessaire.
- $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$.
- Un atome de Zn de chaque côté et un atome de Cu ; charges +2 de chaque côté.

Exercice 4 — Assembler deux demi-équations — vérifier et transférer

Demi-équations données : $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$; $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$.

- Pourquoi l'équation $\text{Fe} + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Ag}$ n'est-elle pas équilibrée ?
- Quel coefficient faut-il devant Ag^+ et Ag ?
- Écrire l'équation corrigée.
- Les formules des espèces ont-elles été modifiées ? Expliquer.

Correction de l'exercice 4

- Les atomes sont conservés, mais la charge vaut +1 à gauche et +2 à droite.
- Le coefficient 2, pour consommer les deux électrons cédés par Fe.
- $\text{Fe} + 2\text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$.
- Non : seuls les coefficients changent ; modifier les formules changerait les espèces chimiques.

P3 – Identifier l'oxydant et le réducteur

Exercices de préparation, calcul et interprétation sur papier.

Rappel de cours

Comparer chaque réactif à son produit conjugué ; repérer le gain ou la perte d'électrons ; nommer le rôle du réactif.

Exercice 5 — Repérer le transfert d'électrons

Transformation donnée : $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$. On rappelle qu'un oxydant capte des électrons et qu'un réducteur en cède.

- Quel est l'oxydant consommé ?
- Quel est le réducteur consommé ?
- Quel réactif est oxydé et quel réactif est réduit ?
- Écrire la demi-équation montrant la perte d'électrons.

Correction de l'exercice 5

- Cu^{2+} .
- Zn.
- Zn est oxydé ; Cu^{2+} est réduit.
- $\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$.

Exercice 6 — Repérer le transfert d'électrons — vérifier et transférer

Transformation donnée : $\text{Fe} + 2 \text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{Ag}$. On rappelle qu'un oxydant capte des électrons et qu'un réducteur en cède.

- a) Corriger : « Le fer est l'oxydant parce qu'il s'oxyde. »
- b) Quel réactif gagne des électrons ?
- c) Quel produit est conjugué au réducteur consommé ?
- d) Justifier les mots oxydation et réduction à partir des électrons.

Correction de l'exercice 6

- a) Le fer est le réducteur : il cède des électrons et est oxydé.
- b) Ag^+ gagne un électron par ion.
- c) Fe^{2+} est le produit conjugué au fer.
- d) Oxydation = perte ; réduction = gain. Le nombre total d'électrons cédés et captés est identique.

P4 – Prévoir le sens d'évolution spontané à partir d'une classification électrochimique

Exercices de préparation, calcul et interprétation sur papier.

Rappel de cours

Repérer les deux couples et les espèces présentes ; comparer leurs forces ; vérifier que le meilleur oxydant et le meilleur réducteur sont effectivement disponibles.

Exercice 7 — Prévoir une réaction spontanée

Classement donné du plus faible au plus fort pouvoir oxydant : Zn^{2+}/Zn ; Fe^{2+}/Fe ; Cu^{2+}/Cu . On met en présence Zn et Cu^{2+} . Prévion dans des conditions usuelles adaptées, hors obstacle cinétique.

- Quel est l'oxydant le plus fort de ce classement ?
- Quel est le réducteur le plus fort ?
- La transformation proposée est-elle spontanée selon ce classement ?
- Justifier en précisant le rôle des deux réactifs.

Correction de l'exercice 7

- Cu^{2+} .
- Zn.
- Oui : zinc avec Cu^{2+} .
- Zn, le réducteur le plus fort, peut céder des électrons à Cu^{2+} , l'oxydant le plus fort.

Exercice 8 — Prévoir une réaction spontanée — vérifier et transférer

Classement donné du plus faible au plus fort pouvoir oxydant : Zn^{2+}/Zn ; Fe^{2+}/Fe ; Cu^{2+}/Cu . On met en présence Cu et Zn^{2+} . Prévion dans des conditions usuelles adaptées, hors obstacle cinétique.

- a) Pourquoi le couple le plus oxydant n'a-t-il pas aussi le réducteur le plus fort ?
- b) Quel sens entre $\text{Zn} / \text{Cu}^{2+}$ et $\text{Cu} / \text{Zn}^{2+}$ est favorisé par le classement fourni ?
- c) Une prévion de sens garantit-elle une réaction rapide ?
- d) Quel rôle peut jouer une couche passive dans une expérience ?

Correction de l'exercice 8

- a) Le pouvoir oxydant et le pouvoir réducteur conjugué évoluent en sens inverse dans la classification.
- b) Zn avec Cu^{2+} : Zn est plus réducteur et Cu^{2+} plus oxydant.
- c) Non : la cinétique et les conditions du milieu interviennent.
- d) Elle peut limiter les échanges et ralentir ou masquer une transformation pourtant favorisée.

P5 – Réaliser et interpréter une transformation d'oxydoréduction en lien avec la corrosion

Exercices de préparation, calcul et interprétation sur papier.

Rappel de cours

Comparer des échantillons identiques dans des milieux contrôlés ; suivre pendant plusieurs jours ; interpréter l'oxydation du métal.

Exercice 9 — Étudier les conditions de corrosion

Comparaison fictive sur des clous en fer identiques et nettoyés : A en air sec, B en air humide. Après plusieurs jours, A présente peu de changement et B des dépôts de rouille. Aucun courant extérieur n'est imposé.

- a) Quel clou montre davantage de corrosion ?
- b) Identifier une condition dont le rôle est étudié.
- c) Écrire l'oxydation du fer en ions Fe^{2+} .
- d) La rouille protège-t-elle généralement le fer aussi bien qu'une couche passive compacte ?

Correction de l'exercice 9

- a) Le clou B.
- b) L'humidité.
- c) $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$.
- d) Non : la rouille est généralement poreuse et peu protectrice. Elle est un mélange de composés, pas nécessairement un produit unique.

Exercice 10 — Étudier les conditions de corrosion — vérifier et transférer

Comparaison fictive sur des clous en fer identiques et nettoyés : A en eau pauvre en dioxygène, tube fermé, B en eau aérée. Après plusieurs jours, A présente peu de changement et B des dépôts de rouille. Aucun courant extérieur n'est imposé.

- a) L'absence de rouille visible suffit-elle à conclure que le métal n'a pas du tout été oxydé ?
- b) Pourquoi comparer des clous identiques ?
- c) Quelle espèce est oxydée dans la demi-équation $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$?
- d) Pourquoi la rouille n'est-elle pas une protection passive fiable du fer ?

Correction de l'exercice 10

- a) Non : une transformation peu importante ou des produits peu visibles peuvent échapper à l'observation.
- b) Même composition, surface et dimensions limitent les variables autres que le milieu étudié.
- c) Le fer métallique, qui perd des électrons.
- d) Elle est généralement poreuse et peu adhérente ; elle ne bloque pas durablement les échanges comme une couche passive compacte.

P6 – Illustrer la passivation

Exercices de préparation, calcul et interprétation sur papier.

Rappel de cours

Relier couche, propriétés et protection ; comparer les comportements dans le même milieu ; préciser les conditions de stabilité.

Exercice 11 — Comprendre la passivation

Un objet en aluminium possède, dans certaines conditions, une couche d'oxyde compacte et adhérente. Elle réduit les échanges entre le métal et le milieu. Un défaut important ou un milieu agressif peut déstabiliser cette protection.

- a) Nommer le mécanisme de protection.
- b) Une oxydation initiale a-t-elle eu lieu ? Expliquer.
- c) Pourquoi la corrosion ultérieure peut-elle ralentir ?
- d) Peut-on garantir l'absence de corrosion dans tous les milieux ?

Correction de l'exercice 11

- a) La passivation.
- b) Oui : la formation de la couche implique l'oxydation d'espèces du métal.
- c) La couche limite l'accès des réactifs et les échanges avec le métal sous-jacent.
- d) Non. La stabilité de la couche dépend du matériau et du milieu ; certains milieux ou défauts peuvent provoquer une corrosion locale.

Exercice 12 — Comprendre la passivation — vérifier et transférer

Un objet en acier inoxydable possède, dans certaines conditions, une couche d'oxyde compacte et adhérente. Elle réduit les échanges entre le métal et le milieu. Un défaut important ou un milieu agressif peut déstabiliser cette protection.

- a) Distinguer protection par peinture et passivation.
- b) Pourquoi une couche d'oxyde peut-elle être protectrice malgré une oxydation initiale ?
- c) Une surface sans changement visible prouve-t-elle à elle seule la passivation ?
- d) Proposer une limite à l'affirmation « l'inox ne se corrode jamais ».

Correction de l'exercice 12

- a) La peinture ajoute une barrière extérieure ; la passivation repose sur une couche formée par réaction de la surface du métal.
- b) Si elle est compacte et adhérente, elle limite les échanges et ralentit l'attaque du métal sous-jacent.
- c) Non : il faut relier observation, nature de la couche et conditions du milieu.
- d) Des milieux agressifs peuvent déstabiliser la couche et provoquer notamment une corrosion locale.

P7 – Mettre en évidence la protection par anode sacrificielle

Exercices de préparation, calcul et interprétation sur papier.

Rappel de cours

Choisir un métal plus réducteur ; vérifier le contact et le milieu ; comparer un témoin ; contrôler la consommation et remplacer l'anode.

Exercice 13 — Choisir une anode pour protéger l'acier

Une pièce en fer immergée est reliée électriquement à une pièce en zinc. Classement donné des réducteurs du plus fort au plus faible : Zn, Fe, Cu. Les pièces sont dans le même électrolyte.

- Quel métal doit céder les électrons en priorité ?
- Le métal choisi protège-t-il le fer par sacrifice ?
- Écrire la demi-équation d'oxydation du métal qui s'oxyde en priorité.
- Citer deux conditions de fonctionnement ou d'entretien de cette protection.

Correction de l'exercice 13

- Le zinc.
- Oui, le zinc joue le rôle d'anode sacrificielle.
- $\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$.
- Contact électrique continu et milieu permettant les échanges ioniques ; vérifier et remplacer une anode consommée.

Exercice 14 — Choisir une anode pour protéger l'acier — vérifier et transférer

Une pièce en fer immergée est reliée électriquement à une pièce en cuivre. Classement donné des réducteurs du plus fort au plus faible : Zn, Fe, Cu. Les pièces sont dans le même électrolyte.

- a) Pourquoi relier le fer au cuivre peut-il être un mauvais choix de protection ?
- b) Quel métal du classement fourni conviendrait mieux ?
- c) Ce métal doit-il être isolé électriquement du fer pour agir ?
- d) Pourquoi prévoir une inspection et un remplacement ?

Correction de l'exercice 14

- a) Le fer est plus réducteur que le cuivre ; il peut s'oxyder préférentiellement dans ce couplage.
- b) Le zinc, plus réducteur que le fer.
- c) Non : un contact électrique et un milieu permettant les échanges ioniques sont nécessaires.
- d) L'anode sacrificielle est consommée par oxydation ; une anode épuisée n'assure plus la protection prévue.