

Les demi-équations en 3^e : méthode, exemples et exercices pour le brevet



3^e

Difficulté ★★★



45 min

Objectif : Écrire une demi-équation

Tombe souvent au brevet

Version dys

Prénom :

Date :

Compétence visée (programme cycle 4) : États et constitution de la matière, atomes et ions, transformations chimiques, masse volumique.



Coach Vince te résume l'essentiel

- ▶ Une demi-équation traduit un échange d'électrons entre les espèces d'un couple oxydant/réducteur.
- ▶ Un oxydant gagne des électrons : il est réduit ; un réducteur perd des électrons : il est oxydé.
- ▶ Dans une demi-équation juste, les atomes et la charge électrique sont conservés : vérifie les deux avant de conclure.

AU BREVET, ON TE DEMANDE...

Tu dois identifier l'oxydant et le réducteur, écrire une demi-équation équilibrée ou construire l'équation-bilan d'une réaction d'oxydoréduction.

Type de question Calcul à justifier, écriture d'équations chimiques et analyse d'une transformation. Le fer métallique réagit avec des ions cuivre Cu^{2+} . Écris les demi-équations des couples Fe^{2+}/Fe et Cu^{2+}/Cu , puis déduis l'équation-bilan.

Alerte piège Inverser le sens d'une demi-équation ou additionner les deux écritures sans avoir égalisé et supprimé les électrons.

LA LEÇON

Comprendre ce que montre une demi-équation

Lors d'une transformation chimique, des espèces chimiques peuvent échanger des électrons. Une demi-équation électronique décrit seulement l'un des deux échanges : soit une perte d'électrons, soit un gain d'électrons. Elle ne raconte donc pas toute la transformation. Pour obtenir l'équation-bilan complète d'une réaction d'oxydoréduction, il faut associer deux demi-équations : l'une fournit les électrons et l'autre les reçoit. Les électrons ne doivent alors plus apparaître dans l'équation-bilan finale. Une demi-équation concerne un couple

oxydant/réducteur, noté Ox/Red. Ox désigne la forme oxydée et Red la forme réduite d'une même espèce chimique. Dans le couple Cu^{2+}/Cu , l'ion cuivre Cu^{2+} est la forme oxydée et le métal cuivre Cu est la forme réduite. Ces deux espèces sont liées par un échange de deux électrons : $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$. L'ion cuivre gagne deux électrons et devient du cuivre métallique. Le mot « réduction » ne signifie pas forcément qu'une quantité diminue. En chimie, une réduction est un gain d'électrons. À l'inverse, une oxydation est une perte d'électrons. Par exemple, $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$ est une oxydation : un atome de fer perd deux électrons et devient un ion fer(II). Retenir ce vocabulaire avec précision est ton premier point d'appui. Sans lui, tu risques d'inverser les rôles.

Les mots à employer sans confusion

Mot	Rôle dans l'échange	Exemple
Oxydant	Il capte un ou plusieurs électrons.	Cu^{2+} est un oxydant dans le couple Cu^{2+}/Cu .
Réducteur	Il cède un ou plusieurs électrons.	Cu est un réducteur dans le couple Cu^{2+}/Cu .
Réduction	L'espèce gagne des électrons.	$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$.
Oxydation	L'espèce perd des électrons.	$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^-$.
Couple oxydant/réducteur	Il regroupe deux formes	Ag^+/Ag ou Fe^{2+}/Fe .

	reliées par un échange d'électrons.	
--	-------------------------------------	--

Le plan de jeu pour écrire une demi-équation

- Commence par identifier le couple oxydant/réducteur donné ou attendu. Respecte son ordre : dans l'écriture Ox/Red, l'oxydant est placé avant le réducteur.
- Décide quel sens est demandé. Pour écrire la réduction, place l'oxydant à gauche et le réducteur à droite : $\text{Ox} + n e^- \rightarrow \text{Red}$. Pour écrire l'oxydation, écris le sens inverse : $\text{Red} \rightarrow \text{Ox} + n e^-$.
- Conserve d'abord les atomes. Si le couple ne met en jeu qu'un élément, comme Zn^{2+}/Zn , l'élément zinc apparaît une fois de chaque côté : $\text{Zn}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Zn}$.
- Ajoute ensuite les électrons pour conserver la charge électrique totale. À gauche de $\text{Zn}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Zn}$, la charge vaut $2+$ puis $2-$, donc elle est nulle. À droite, le zinc métallique est neutre. L'égalité des charges est vérifiée.
- Relis enfin le sens de l'échange. Des électrons à gauche correspondent à une réduction ; des électrons à droite correspondent à une oxydation. Cette vérification rapide évite une inversion fréquente.
- N'ajoute jamais un électron « pour équilibrer les atomes ». Les électrons servent uniquement à équilibrer les charges. Les coefficients placés

devant les espèces servent, eux, à conserver le nombre d'atomes.

- Si une demi-équation comporte plusieurs éléments, utilise les espèces autorisées par le milieu indiqué. En solution aqueuse acide, on peut équilibrer l'oxygène avec H_2O et l'hydrogène avec H^+ . Cette méthode ne s'emploie que si le milieu acide est précisé ou justifié.

Exemple guidé : le couple Ag^+/Ag

On cherche la demi-équation de réduction du couple Ag^+/Ag . L'oxydant est Ag^+ ; il doit donc être à gauche. Le réducteur est Ag ; il doit être à droite. Il reste à équilibrer les charges : Ag^+ possède une charge $1+$, tandis que Ag est neutre. On ajoute un électron à gauche, car e^- porte une charge $1-$. La demi-équation est donc : $\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$. Vérification : un atome d'argent est présent de chaque côté ; la charge totale est nulle de chaque côté. Si l'on demandait l'oxydation du métal argent, on écrirait exactement l'équation inverse : $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + e^-$.

Passer de deux demi-équations à une équation-bilan

Une réaction d'oxydoréduction met nécessairement en présence un oxydant et un réducteur. Le réducteur libère des électrons ; l'oxydant les capte. Le nombre d'électrons perdus doit être égal au nombre d'électrons gagnés. C'est une condition obligatoire : les électrons ne sont ni créés ni détruits au cours de la transformation. Considère les couples Zn^{2+}/Zn et Cu^{2+}/Cu . Le zinc métallique

s'oxyde selon $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$. Les ions cuivre se réduisent selon $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$. Les deux écritures font intervenir deux électrons : elles peuvent être additionnées directement. Les électrons présents à gauche et à droite se simplifient. On obtient $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$. Vérifie encore : il y a un atome de zinc et un atome de cuivre de chaque côté ; la charge totale vaut $2+$ des deux côtés. Parfois, les nombres d'électrons sont différents. Il faut alors multiplier chaque demi-équation par un nombre entier pour obtenir le même nombre d'électrons. Par exemple, l'oxydation $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^-$ et la réduction $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ ne peuvent pas être additionnées immédiatement. Multiplie la demi-équation de l'argent par 3 : $3 \text{Ag}^+ + 3 \text{e}^- \rightarrow 3 \text{Ag}$. Les deux membres échangent alors 3 e^- . Après addition et suppression des électrons, on obtient $\text{Al} + 3 \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{Ag}$. Ne simplifie que des espèces strictement identiques, présentes de part et d'autre de la flèche. Tu peux supprimer les électrons après avoir égalisé leur nombre. En revanche, tu ne peux pas supprimer Ag^+ avec Ag : ce sont deux espèces différentes. Une équation-bilan correcte ne contient pas d'électron isolé. Elle doit conserver les atomes et la charge globale.

■ Les conditions de validité à contrôler

Une demi-équation n'est juste que pour le couple chimique considéré et dans le sens demandé. Ne décide pas qu'une espèce est oxydante ou réductrice à partir de sa charge seule : une espèce neutre peut être un réducteur, comme Zn , et un ion positif peut être un oxydant, comme

Cu^{2+} . Appuie-toi sur le couple et sur les électrons. Dans une équation-bilan d'oxydoréduction, les électrons doivent toujours disparaître après l'addition des deux demi-équations. Garde cette règle comme contrôle final : atomes conservés, charges conservées, aucun électron restant.

Exemples résolus

Écrire la réduction du couple Fe^{2+}/Fe

Énoncé. Écris la demi-équation électronique correspondant à la réduction du couple Fe^{2+}/Fe .

1. Le couple est Fe^{2+}/Fe : Fe^{2+} est l'oxydant et Fe est le réducteur.
2. Une réduction est un gain d'électrons : les électrons sont donc placés à gauche.
3. L'ion Fe^{2+} doit gagner deux électrons pour devenir neutre.
4. Vérifie : un atome de fer est présent de chaque côté et la charge totale est nulle de chaque côté.

Résultat : $\text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$

Construire une équation-bilan

Énoncé. Les couples mis en jeu sont Mg^{2+}/Mg et Ag^+/Ag . Le magnésium métallique réagit avec les ions argent Ag^+ . Établis l'équation-bilan.

1. Le magnésium métallique s'oxyde : $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^-$.
2. Les ions argent se réduisent : $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$.

3. La première demi-équation libère $2 e^-$;
multiplie la seconde demi-équation par 2 : 2
 $Ag^+ + 2 e^- \rightarrow 2 Ag$.
4. Additionne les deux demi-équations et supprime
les $2 e^-$ présents des deux côtés.
5. Contrôle les atomes et les charges : la charge
totale vaut $2+$ de chaque côté.

Résultat : $Mg + 2 Ag^+ \rightarrow Mg^{2+} + 2 Ag$

TA SÉANCE D'ENTRAÎNEMENT

1 Repère le sens de l'échange ★★★

Indique si chaque demi-équation est une oxydation ou une réduction.



2 Complète avec les électrons ★★★

Complète chaque demi-équation avec le nombre d'électrons nécessaire.



3 Contrôle les affirmations ★★★

Réponds par vrai ou faux et corrige les affirmations fausses.

1. Une oxydation correspond à une perte d'électrons.

2. Dans une équation-bilan d'oxydoréduction, les électrons peuvent rester écrits.

3. La demi-équation $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{e}^-$ est équilibrée.
.....

4 Choisis l'écriture correcte ★★★

Choisis la demi-équation de réduction correcte pour le couple Al^{3+}/Al .

1. Quelle écriture est correcte ? A. $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^-$; B. $\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}$; C. $\text{Al}^{3+} \rightarrow \text{Al} + 3 \text{e}^-$; D. $\text{Al} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}^{3+}$.

5 Écris les oxydations ★★★

Écris la demi-équation d'oxydation associée à chaque couple.

Couple Cu^{2+}/Cu .

Couple Fe^{2+}/Fe .

6 Assemble deux demi-équations ★★★

Établis l'équation-bilan entre le magnésium Mg et les ions cuivre Cu^{2+} à partir des couples Mg^{2+}/Mg et Cu^{2+}/Cu .

1. Écris les demi-équations puis l'équation-bilan.

7 Égalise les électrons ★★★

Construis l'équation-bilan entre l'aluminium Al et les ions argent Ag^+ .

Utilise les couples Al^{3+}/Al et Ag^+/Ag . Justifie l'égalisation des électrons.

8 Analyse une copie ★★★

Corrige l'équation proposée en justifiant avec la conservation des charges.

Un élève écrit : $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu} + 2 \text{e}^-$.
Corrige sa proposition.

I ÉVALUATION

Rédige avec soin, équilibre les charges et justifie lorsque cela est demandé.

Barème : 20 points

1. Définis une oxydation et une réduction. / 4

2. Écris la demi-équation de réduction du couple Zn^{2+}/Zn . / 3

3. Écris la demi-équation d'oxydation du couple Al^{3+}/Al . / 3

4. Les couples Mg^{2+}/Mg et Ag^+/Ag réagissent, le magnésium étant le réducteur. Écris les deux demi-équations. / 4

5. Déduis l'équation-bilan de la réaction précédente et justifie l'utilisation d'un coefficient. / 6

Les conseils de Coach Vince



Écris la règle avant le calcul

Indique d'abord si tu écris une oxydation ou une réduction. Tu montres ainsi pourquoi les électrons sont placés du bon côté.



Fais un double contrôle

Avant de rendre ta réponse, compte les atomes puis calcule la charge totale de chaque côté. Cette vérification courte sécurise ton résultat.

Pour aller plus loin sur exercices-3eme.fr

- › Toutes les fiches de Physique-chimie en 3^e . / [physique-chimie-3eme/](https://exercices-3eme.fr/physique-chimie-3eme/)
- › Le domaine « matière » en 3^e . / [physique-chimie-3eme/matiere/](https://exercices-3eme.fr/physique-chimie-3eme/matiere/)
- › Préparer le brevet (dates, épreuves, méthode) . / [brevet/](https://exercices-3eme.fr/brevet/)