

## GRANDES IDÉES

Pour réagir, les réactifs doivent entrer en collision, et la **vitesse de réaction** dépend des conditions du milieu.

L'**équilibre dynamique** peut être modifié par des changements apportés aux conditions du milieu.

Les **solutions saturées** sont des systèmes à l'équilibre.

La **force d'un acide ou d'une base** relève du degré de dissociation ionique.

L'**oxydation et la réduction** sont des processus complémentaires qui impliquent un gain ou une perte d'électrons.

## Normes d'apprentissage

Compétences disciplinaires	Contenu
<p><i>L'élève sera capable de :</i></p> <p><b>Poser des questions et faire des prédictions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Faire preuve d'une curiosité intellectuelle soutenue sur un sujet scientifique ou un problème qui revêt un intérêt personnel, local ou mondial</li> <li>Faire des observations dans le but de formuler ses propres questions, d'un niveau d'abstraction croissant, sur des phénomènes naturels</li> <li>Formuler de multiples hypothèses et prédire de multiples résultats</li> </ul> <p><b>Planifier et exécuter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Planifier, sélectionner et utiliser, en collaboration et individuellement, des méthodes de recherche appropriées, y compris des travaux sur le terrain et des expériences en laboratoire, afin de recueillir des données fiables (qualitatives et quantitatives)</li> <li>Évaluer les risques et aborder les questions éthiques, culturelles et environnementales liées à ses propres méthodes</li> <li>Utiliser les unités SI et l'équipement adéquats, y compris des technologies numériques, pour recueillir et consigner des données de façon systématique et précise</li> <li>Appliquer les concepts d'exactitude et de précision aux procédures expérimentales et aux données : <ul style="list-style-type: none"> <li>chiffres significatifs</li> <li>incertitude</li> <li>notation scientifique</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>L'élève connaîtra :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Vitesse de réaction</b></li> <li><b>Théorie des collisions</b></li> <li><b>Transfert d'énergie</b> durant une réaction chimique</li> <li><b>Mécanisme réactionnel</b></li> <li><b>Catalyseurs</b></li> <li><b>Caractère dynamique de l'équilibre chimique</b></li> <li><b>Principe de Le Chatelier et déplacement d'équilibre</b></li> <li><b>Constante d'équilibre (<math>K_{\text{éq}}</math>)</b></li> <li>Solutions saturées et <b>produit de solubilité (<math>K_{\text{ps}}</math>)</b></li> <li><b>Force relative</b> des acides et des bases en solution</li> <li>L'eau comme système à l'équilibre</li> <li><b>Acides faibles et bases faibles</b></li> <li><b>Titration</b></li> <li><b>Hydrolyse d'un sel</b></li> <li><b>Applications des réactions de neutralisation (acide-base)</b></li> <li><b>Processus d'oxydoréduction</b></li> <li><b>Cellules électrochimiques</b></li> <li><b>Cellules électrolytiques</b></li> <li><b>Relations quantitatives</b></li> </ul>

## Normes d'apprentissage (suite)

Compétences disciplinaires	Contenu
<p><b>Traiter et analyser des données et de l'information</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Découvrir son environnement immédiat et l'interpréter</li> <li>• Recourir aux perspectives et connaissances des peuples autochtones, aux autres modes d'acquisition des connaissances et aux connaissances locales comme sources d'information</li> <li>• Relever et analyser les régularités, les tendances et les rapprochements dans les données, notamment en décrivant les relations entre les variables, en effectuant des calculs et en relevant les incohérences</li> <li>• Tracer, analyser et interpréter des graphiques, des modèles et des diagrammes</li> <li>• Appliquer ses connaissances des concepts scientifiques pour tirer des conclusions correspondant aux éléments de preuve</li> <li>• Analyser des relations de cause à effet</li> </ul> <p><b>Évaluer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer ses méthodes et conditions expérimentales, notamment en déterminant des sources d'erreur ou d'incertitude et des variables de confusion, et en examinant d'autres explications et conclusions</li> <li>• Décrire des moyens précis d'améliorer ses méthodes de recherche et la qualité de ses données</li> <li>• Évaluer la validité et les limites d'un modèle ou d'une analogie décrivant le phénomène étudié</li> <li>• Être au fait de la fragilité des hypothèses, remettre en question l'information fournie et déceler les idées reçues dans son propre travail ainsi que dans les sources primaires et secondaires</li> <li>• Tenir compte de l'évolution du savoir attribuable à l'élaboration des outils et des technologies</li> <li>• Établir des liens entre les explorations scientifiques et les possibilités de carrière en sciences</li> <li>• Faire preuve d'un scepticisme éclairé et appuyer la réalisation de ses propres recherches ainsi que l'évaluation des conclusions d'autres travaux de recherche sur les connaissances et les découvertes scientifiques</li> <li>• Réfléchir aux conséquences sociales, éthiques et environnementales des résultats de ses propres recherches et d'autres travaux de recherche</li> <li>• Procéder à l'analyse critique de l'information provenant de sources primaires et secondaires et évaluer les approches employées pour la résolution des problèmes</li> <li>• Évaluer les risques du point de vue de la sécurité personnelle et de la responsabilité sociale</li> </ul>	

## Normes d'apprentissage (suite)

Compétences disciplinaires	Contenu
<p><b>Appliquer et innover</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuer au bien-être des membres de la communauté, à celui de la collectivité et de la planète, ainsi qu'à son propre bien-être, en faisant appel à des méthodes individuelles ou des approches axées sur la collaboration</li> <li>• Concevoir, en coopération, des projets ayant des liens et des applications à l'échelle locale ou mondiale</li> <li>• Contribuer, par la recherche, à trouver des solutions à des problèmes locaux ou mondiaux</li> <li>• Mettre en pratique de multiples stratégies afin de résoudre des problèmes dans un contexte de vie réelle, expérimental ou conceptuel</li> <li>• Réfléchir à l'apport des scientifiques en matière d'innovation</li> </ul> <p><b>Communiquer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Élaborer des modèles concrets ou théoriques pour décrire un phénomène</li> <li>• Communiquer des idées scientifiques et de l'information, et peut-être suggérer un plan d'action pour un objectif et un auditoire précis, en développant des arguments fondés sur des faits et en employant des conventions, des représentations et un langage scientifiques adéquats</li> <li>• Exprimer et approfondir une variété d'expériences, de perspectives et d'interprétations du monde par rapport au « lieu »</li> </ul>	

Grandes idées – Approfondissements

• **vitesse de réaction :**

*Questions pour appuyer la réflexion de l'élève :*

- Quels facteurs influencent la façon dont les molécules, les atomes et les ions des réactifs entrent en collision?
- Comment la théorie des collisions explique-t-elle la vitesse de réaction?

• **équilibre dynamique :**

*Questions pour appuyer la réflexion de l'élève :*

- Quelles conditions peuvent influencer l'équilibre?

• **solutions saturées :**

*Questions pour appuyer la réflexion de l'élève :*

- Quelle est l'utilité de la constante de solubilité dans l'étude des processus chimiques?
- Comment pourrait-on enlever des ions, notamment de calcium et de magnésium, de l'eau dure?

• **force d'un acide ou d'une base :**

*Questions pour appuyer la réflexion de l'élève :*

- En quoi les concepts de force et de concentration des acides et des bases sont-ils différents?
- Comment pourrait-on mesurer le degré de dissociation des acides et des bases?
- Quelles sont les caractéristiques d'un système acido-basique en état d'équilibre?
- Quelles sont les répercussions des variations de pH sur les écosystèmes aquatiques?

• **L'oxydation et la réduction :**

*Questions pour appuyer la réflexion de l'élève :*

- À quelles fins des cellules électrochimiques et électrolytiques pourraient-elles être utilisées dans des situations concrètes?
- Trouvez quelques exemples d'applications de réactions d'oxydoréduction.

Compétences disciplinaires – Approfondissements

• **Poser des questions et faire des prédictions :**

*Questions pour appuyer la réflexion de l'élève :*

- Quelles propriétés observables pourrait-on utiliser pour déterminer la vitesse d'une réaction?
- Examiner des réactions impliquant un catalyseur, telles que :
  - la décomposition du peroxyde d'hydrogène, catalysée par le  $\text{MnO}_2$
  - la décomposition de l'eau de Javel, catalysée par le  $\text{CoCl}_2$
  - l'autocatalyse de la réaction entre l'acide oxalique et le  $\text{KMnO}_4$
- Prédire les changements qualitatifs à l'équilibre de solubilité provoqués par l'ajout d'un ion commun ou par le retrait d'un ion.

• **Planifier et exécuter :**

*Questions pour appuyer la réflexion de l'élève :*

- Déterminer expérimentalement la vitesse d'une réaction.
- Identifier un ion inconnu en réalisant une expérience scientifique qui s'appuie sur une analyse qualitative.
- Élaborer un procédé pour déterminer la concentration d'un ion par titrimétrie ou gravimétrie (p. ex. déterminer la concentration en ions chlorure d'une solution en les faisant précipiter avec des ions argent).
- Concevoir, réaliser et analyser une expérience de titrage incluant :
  - les étalons primaires
  - les solutions standardisées
  - les courbes de titrage
  - les indicateurs pertinents
  - les techniques appropriées
- Préparer un système tampon.
- À partir de données provenant de réactions d'oxydoréduction simples, créer un tableau simple comportant les demi-réactions de réduction.
- Fabriquer une cellule électrochimique. Formuler les équations des demi-réactions qui se produisent à chacune des électrodes, expliquer la réaction globale et déterminer la masse finale des électrodes.
- Dessiner et identifier les parties d'une cellule électrolytique :
  - utilisée pour électrolyser un sel binaire fondu (p. ex. le  $\text{NaCl}_{(l)}$ )
  - capable d'électrolyser un sel en phase aqueuse (p. ex. le  $\text{KI}_{(aq)}$ , qui ne requiert pas l'imposition de surtension)
  - utilisée pour réaliser l'électroplaquage d'objets

• **Traiter et analyser des données et de l'information :**

*Questions pour appuyer la réflexion de l'élève :*

- Faire une recherche sur la nature des substances que l'on retrouve dans les dépôts argileux, traditionnellement utilisées pour le traitement des maladies de la peau.

## Compétences disciplinaires – Approfondissements

- Comparer et mettre en évidence les points communs et les différences entre les facteurs qui influencent la vitesse des réactions homogènes et des réactions hétérogènes.
- Prédire, en faisant référence à l'entropie et à l'enthalpie, si un système atteindra l'équilibre lorsque :
  - les deux fonctions favorisent les produits
  - les deux fonctions favorisent les réactifs
  - les deux fonctions s'opposent
- Calculer la vitesse de réaction à partir d'un ensemble de données expérimentales.
- Tracer et annoter des diagrammes représentant l'énergie potentielle d'une réaction exothermique et d'une réaction endothermique; y indiquer la variation d'enthalpie ( $\Delta H$ ), l'énergie d'activation et l'énergie du complexe activé.
- À l'aide d'une courbe de distribution de l'énergie cinétique, expliquer l'effet sur la vitesse de réaction d'une modification de la température ou de l'ajout d'un catalyseur.
- Interpréter des courbes de titrage obtenues à partir de données expérimentales.
- **Évaluer :**  
*Questions pour appuyer la réflexion de l'élève :*
  - Examiner les variables et les hypothèses (p. ex. le coût, la demande, l'emplacement, les considérations environnementales) afin d'étudier la faisabilité d'implanter un procédé chimique industriel dans votre municipalité.
  - Explorer les carrières liées à la chimie (p. ex. ingénieur chimiste, biochimiste, pharmacologiste, expert-conseil en environnement, avocat en brevets, journaliste scientifique).
- **Appliquer et innover :**  
*Questions pour appuyer la réflexion de l'élève :*
  - Examiner les façons dont la chimie verte tente de réduire ou d'éliminer l'utilisation ou la fabrication de substances dangereuses dans les procédés chimiques commerciaux (p. ex. production de produits pharmaceutiques, peintures, plastiques).
- **Communiquer :**  
*Questions pour appuyer la réflexion de l'élève :*
  - En coopération, planifier et présenter à un groupe de parties intéressées réel ou simulé des projets liés à la chimie tels que :
    - un procédé industriel (p. ex. raffinage électrolytique, piles à l'hydrogène);
    - un problème concernant l'environnement (p. ex. destruction de la couche d'ozone, assainissement des eaux usées minières, piégeage du carbone, l'océan en tant que puits de carbone);
    - un procédé d'équilibre biochimique (p. ex. chimie du sang).
- « lieu » : Le lieu est tout environnement, localité ou contexte avec lesquels une personne interagit pour apprendre, se créer des souvenirs, réfléchir sur l'histoire, établir un contact avec la culture et forger son identité. Le lien entre l'individu et le lieu est un concept fondamental dans l'interprétation du monde des peuples autochtones.

Contenu – Approfondissements

- **Vitesse de réaction :**
  - réactions hétérogènes et homogènes
  - facteurs qui influencent la vitesse de réaction
  - contrôle de la vitesse de réaction
- **Théorie des collisions :**
  - condition stérique ou facteur stérique
  - relation entre fréquence des collisions efficaces et vitesse de réaction
  - relation entre complexe activé, formes actives intermédiaires, énergie d'activation et diagrammes d'énergie potentielle
- **Transfert d'énergie :** relation entre énergie potentielle, énergie cinétique, variation d'enthalpie ( $\Delta H$ ) et catalyse
- **Mécanisme réactionnel :**
  - relation entre la réaction globale et la série de réactions élémentaires (collisions)
  - étape déterminante de la vitesse
- **Catalyseurs :** applications pratiques (p. ex. platine dans les convertisseurs catalytiques pour automobiles; enzymes du corps humain; chlore contenu dans les CFC responsable de la destruction de la couche d'ozone)
- **Caractère dynamique de l'équilibre chimique :** réversibilité des réactions, relation avec les diagrammes d'énergie potentielle
- **Principe de Le Chatelier et déplacement d'équilibre :**
  - concentrations des réactifs et des produits
  - enthalpie et entropie
  - présence d'un catalyseur
  - applications pratiques (p. ex. procédé Haber, taux d'hémoglobine et d'oxygène sanguins)
- **Constante d'équilibre ( $K_{\text{éq}}$ ) :**
  - systèmes homogènes et hétérogènes
  - solides et liquides purs
  - effets d'une variation de température, de pression, de concentration ou de surface de contact, et effet d'un catalyseur
- **produit de solubilité ( $K_{\text{ps}}$ ) :**  $K_{\text{ps}}$  comme cas particulier de  $K_{\text{éq}}$
- **Force relative :**
  - conductivité électrique
  - tableau de la force relative des acides
  - équations représentant la réaction des acides et des bases forts et faibles avec l'eau
- **Acides faibles et bases faibles :** systèmes à l'équilibre

## Contenu – Approfondissements

- **Titration** : technique permettant de déterminer le point d'équivalence :
  - titrage acide-fort base-forte
  - titrage acide-faible base-forte
  - titrage acide-fort base-faible
- **Hydrolyse d'un sel** :
  - sels qui produisent des solutions acides, basiques ou neutres
  - ions amphotères
- **Applications des réactions de neutralisation (acide-base)** :
  - oxydes métalliques et non métalliques dissous dans l'eau et leurs effets sur l'environnement
  - solutions tampons
- **Processus d'oxydoréduction** :
  - nombre d'oxydation
  - équilibrer des réactions d'oxydoréduction
- **Cellules électrochimiques** : demi-réactions, potentiel standard ( $E^0$ ), applications pratiques (p. ex. batteries d'accumulateurs plomb-acide, piles alcalines, piles à combustible hydrogène-oxygène)
- **Cellules électrolytiques** : demi-réactions, différence de potentiel minimale pour assurer le fonctionnement de la pile, applications incluant le raffinage des métaux (p. ex. zinc et aluminium), protection cathodique pour prévenir la corrosion des métaux
- **Relations quantitatives** : résolution de problèmes quantitatifs faisant intervenir les relations entre les variables, comme dans les situations suivantes :
  - dans des systèmes à l'équilibre (p. ex. calculer  $K_{\text{éq}}$ , concentrations initiales, concentrations à l'équilibre)
  - en solution (p. ex. calculer  $K_{\text{ps}}$ , prédire s'il y aura ou non formation d'un précipité, calculer la concentration maximale)
  - dans l'eau comme système à l'équilibre (p. ex. effectuer des calculs faisant intervenir  $K_{\text{e}}$ ,  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ou  $[\text{OH}^-]$ , pH et pOH)
  - dans des systèmes acido-basiques (p. ex. effectuer des calculs faisant intervenir  $K_{\text{a}}$ ,  $K_{\text{b}}$ ,  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ou  $[\text{OH}^-]$ , pH et pOH)
  - dans le cadre d'un titrage (p. ex. faire intervenir le pH d'une solution et le  $K_{\text{a}}$  d'un indicateur et les interpréter)
  - pH lors de l'hydrolyse d'un sel
  - dans le cadre d'un titrage par oxydoréduction (p. ex. indiquer les quantités de substances en grammes ou en moles, ou la molarité)
  - dans une cellule électrochimique (p. ex. potentiel standard  $[E^0]$ )