

LC02 – ÉNERGIE CHIMIQUE

12 juin 2021

Nicolas Barros & Abel Feuvrier

Oui
MR C

It took six hamburgers
Scotch all night
Nicotine for breakfast just to put me right

Dire Straits, Heavy fuel

Niveau : lycée (terminale STL pour la combustion, moins développée en générale)

Commentaires du jury

Bibliographie

- *LC02*, Étienne et Henry → La base de la leçon, on peut utiliser des versions plus rédigées comme valou ou Lucas
- *BO STL, le grand manitou* → les STL qui sont blindés comme d'hab
- *Expériences oxydoréduction, Cachau Hereillat* → Expérience rendement pile Daniell
- *N'importe quel bouquin de prépa, des gens intelligents* → Blindage sur la théorie (en cours de spécification)

Prérequis

- Liaisons chimiques et énergies associées
- Premier principe, formulation enthalpique
- Réactions de combustion
- Réactions d'oxydoréduction, pile
- Potentiel de Nernst
- (Physique) Générateur réel

Expériences

- ☞ Mumuse avec bougie ? Pas le temps a priori -et extra casse gueule-
- ☞ Evaporation de l'éthanol
- ☞ Détermination du rendement optimal d'une pile Daniell

Table des matières

1	Énergie chimique → énergie thermique : combustion	2
1.1	Enthalpie standard de réaction	2
1.2	Enthalpie standard de formation	2
1.3	Pouvoir calorifique	2
2	Énergie chimique → énergie électrique : pile	2
2.1	Pile Daniell	2
2.2	Détermination expérimentale du rendement optimal	2
2.3	Capacité de la pile	2

Introduction

Au cours d'une réaction chimique, des liaisons chimiques sont brisées, d'autres sont établies. L'énergie qui est stockée dans ces liaisons va donc être modifiée aussi : une transformation chimique consomme ou dégage de l'énergie.

Les systèmes chimiques sont donc une source d'énergie, et on ne se prive pas d'utiliser cette énergie dans la vie de tous les jours : gazinières, moteur thermique, batteries de portable...

Aujourd'hui on va quantifier quelques moyens de récupérer cette énergie.

1 Énergie chimique → énergie thermique : combustion

Fil rouge : combustion du butane, ou de la cire d'une bougie si on veut faire une bougie

1.1 Enthalpie standard de réaction

Définition, réaction endo/exothermique, loi de Hess + exemple



Evaporation de l'éthanol

🔗 1min

⊙ Martin Vérot

Voir la LC premier principe

1.2 Enthalpie standard de formation

Nécessité, définition, exemple

1.3 Pouvoir calorifique

Définition, utilité, ordres de grandeur

2 Énergie chimique → énergie électrique : pile

Voir la LC26 Conversion réciproque et adapter un peu au niveau lycée

2.1 Pile Daniell

2.2 Détermination expérimentale du rendement optimal



Détermination du rendement optimal d'une pile Daniell

🔗 Cachau rédox, c'est les mêmes mesures que pour la résistance interne ⊙

Avec différentes résistances en sortie, on mesure la tension aux bornes de la pile et l'intensité dans le circuit. On en sort $P = UI$ en fonction de la résistance de charge, on en déduit celle qui correspond au fonctionnement nominal de la pile.

2.3 Capacité de la pile

À mettre en perspective avec le pouvoir calorifique!

Conclusion

Ca marche bien! Pour ouvrir on peut parler de la conversion réciproque.

• Réactions d'oxydo-réduction

Les réactions d'oxydo-réduction sont introduites à l'aide du nombre d'oxydation qui permet d'identifier l'oxydant et le réducteur d'une réaction ainsi que le nombre d'électrons échangés au cours de la réaction. L'étude de la constitution et du fonctionnement d'une pile permet de faire le lien avec la partie « Énergie : conversions et transferts » qui présente la pile comme un outil de stockage d'énergie. De nombreuses réactions d'oxydo-réduction se déroulent en conditions biologiques, par exemple dans la chaîne respiratoire. Ces réactions mettent en jeu des couples redox biochimiques comme NAD^+/NADH , FAD/FADH_2 ou les cytochromes contenant un ion fer(II).

Notions et contenus	Capacités exigibles
Oxydant, réducteur, nombre d'oxydation.	- Déterminer le nombre d'oxydation d'un élément dans une espèce inorganique. - Identifier l'oxydant et le réducteur dans une réaction donnée à l'aide du nombre d'oxydation.
Couple oxydant / réducteur (redox). Équations de demi-réaction.	- Définir l'oxydant et le réducteur d'un couple redox, dans le cadre du modèle par transfert d'électrons. - Écrire une équation de demi-réaction. - Citer et donner la formule de quelques oxydants ou réducteurs usuels, gazeux (dihydrogène, dioxygène, dichlore) ou en solution aqueuse (diode, eau oxygénée, ion fer(II)).
Réaction d'oxydo-réduction. Demi-pile, pile, pont salin.	- Écrire l'équation d'une réaction d'oxydo-réduction en milieu acide. - Représenter une pile comme l'association de deux demi-piles reliées par un pont salin. Préciser la polarité, le nom de chaque électrode, le sens de déplacement des électrons, du courant et des ions (y compris dans le pont salin).
Anode, cathode.	- Écrire l'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile à partir de la polarité de la pile et des couples redox impliqués.
Quantité d'électricité.	- Déterminer la quantité d'électricité disponible dans une pile à partir des quantités de matière initiales. Capacité expérimentale : - Réaliser une pile et mesurer la tension pour identifier l'anode et la cathode, l'oxydant et le réducteur.

FIGURE 1 – extrait du BO de terminale STL

• Énergie chimique

En classe de première ont été abordées les énergies de liaisons et de changement d'état. En classe terminale, la transformation chimique est étudiée à pression constante, ce qui permet d'introduire la notion d'enthalpie. La liaison chimique, qu'elle soit intermoléculaire ou intramoléculaire, est ainsi vue comme un réservoir d'énergie permettant de stocker ou de restituer de l'énergie. L'estimation expérimentale du pouvoir calorifique est l'occasion de revenir sur les incertitudes et les sources d'erreur.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Diagramme d'état d'un corps pur.	- Prévoir l'état physique d'un corps pur à température et pression données à l'aide de son diagramme d'état.
Enthalpie de changement d'état.	- Définir une enthalpie de changement d'état.
Enthalpie standard de formation.	- Prévoir le signe d'une enthalpie de changement d'état lors du passage d'un état physique à un autre.
Enthalpie standard de réaction.	- Définir une enthalpie standard de formation.
	- Calculer une enthalpie standard de réaction à partir de données tabulées en utilisant la loi de Hess.
	- Identifier le caractère exothermique, endothermique ou athermique d'une réaction.
Capacité thermique.	- Citer et exploiter la relation entre variation d'enthalpie, capacité thermique et variation de température pour une phase condensée.
Pouvoir calorifique.	- Définir et utiliser le pouvoir calorifique pour comparer différents combustibles.
	Capacité expérimentale :
	- Mettre en œuvre une expérience pour estimer le pouvoir calorifique d'un combustible.

FIGURE 2 – extrait du BO de terminale STL

• Énergie électrique

Cette partie du programme réinvestit les notions d'électricité abordées en classe de seconde. Elle est centrée sur l'utilisation de dipôles électrocinétiques permettant de modéliser le comportement de systèmes électriques simples. L'étude des circuits électriques, en particulier lors de l'approche expérimentale, est l'occasion de sensibiliser les élèves aux risques et au respect des règles de sécurité.

L'approche énergétique permet d'ouvrir les champs d'application et de tisser des liens avec d'autres domaines de la physique-chimie, l'électricité intervenant de manière quasi-systématique dans les chaînes énergétiques. Il est attendu de l'élève qu'il soit capable d'analyser le fonctionnement d'un circuit électrique simple en termes d'échanges énergétiques, de caractériser et de mesurer le rendement de convertisseurs en limitant l'étude aux dispositifs fonctionnant en courant continu.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Loi des nœuds, loi des mailles.	- Citer et exploiter la loi des nœuds et la loi des mailles dans le cas d'un circuit simple.
Loi d'Ohm.	- Citer et exploiter la loi d'Ohm.
	- Citer et exploiter l'expression de la puissance électrique fournie par un générateur et reçue par un récepteur.
Puissance et énergie	- Citer et exploiter la relation entre puissance et énergie.

FIGURE 3 – extrait du BO de terminale STL

<p>électrique. Effet Joule.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Analyser les échanges d'énergie dans un circuit électrique simple. - Interpréter l'effet Joule comme une conversion d'énergie électrique en énergie thermique, en citer des applications. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réaliser un circuit électrique d'après un schéma donné. - Mesurer une tension électrique et une intensité électrique dans un circuit. - Évaluer expérimentalement le rendement d'un moteur électrique à courant continu.
<p>Générateurs d'énergie électrique. Source idéale. Quantité d'électricité.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Définir une source idéale de tension. - Citer et exploiter la relation entre quantité d'électricité, durée de fonctionnement et intensité. - Déterminer l'énergie disponible dans une pile ou un accumulateur en fonction de la tension à vide et de la quantité d'électricité. - Estimer la durée de fonctionnement d'une pile ou d'un accumulateur en fonction des caractéristiques du récepteur. - Exploiter une documentation pour extraire les caractéristiques utiles d'une pile, d'un panneau photovoltaïque, d'un accumulateur ou d'une pile à combustible. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concevoir et réaliser un protocole expérimental pour déterminer la caractéristique intensité-tension d'un panneau photovoltaïque et la comparer à celle d'une source idéale. - Effectuer le bilan énergétique d'un panneau photovoltaïque.

FIGURE 4 – extrait du BO de terminale STL

Oxydo-réduction	
<p>Réaction d'oxydo-réduction. Tests d'identification. Électrode de référence : électrode standard à hydrogène (ESH). Potentiel, potentiel standard. Relation de Nernst. Quotient de réaction, constante d'équilibre. Blocage cinétique. Titrages redox directs et indirects.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Écrire l'équation d'une réaction d'oxydo-réduction en milieu acide ou basique. - Connaître les tests d'identification des aldéhydes (liqueur de Fehling et miroir d'argent). - Définir l'électrode standard à hydrogène comme une demi-pile de référence permettant de déterminer le potentiel d'un couple redox correspondant à une autre demi-pile. - Déterminer le potentiel d'un couple donné en utilisant la relation de Nernst, la composition du système étant donnée. - Prévoir l'influence des concentrations sur la valeur du potentiel d'un couple. - Calculer une constante d'équilibre à partir des potentiels standard. - Prévoir le sens d'évolution spontanée d'une réaction d'oxydo-réduction à l'aide des potentiels des couples mis en jeu ou de la valeur du quotient de réaction. - Confronter des résultats expérimentaux aux prévisions pour repérer d'éventuels blocages cinétiques. - Interpréter l'allure d'une courbe de titrage potentiométrique. - Déterminer la valeur d'un potentiel standard à partir d'une courbe de titrage potentiométrique, la valeur du potentiel de référence étant donnée. - Déterminer la concentration d'une espèce à l'aide de données d'un titrage direct. - Déterminer la concentration d'une espèce à l'aide de données d'un titrage indirect, les étapes de la démarche étant explicitées. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Déterminer la concentration d'une solution inconnue en mettant en œuvre un protocole de titrage direct ou indirect : <ul style="list-style-type: none"> - avec changement de couleur ; - potentiométrique. <p>Capacités numériques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tracer une courbe de titrage potentiométrique et déterminer le volume à l'équivalence à l'aide d'un tableau.

FIGURE 5 – extrait du BO de terminale STL