

LC26 Titre : Conversion réciproque d'énergie électrique en énergie chimique

Présentée par : Alfred

Correcteur : Clément Guibert

Date : 09/04/2020

Compte-rendu de leçon de chimie correcteur

Rappels de définitions, concepts à aborder lors de la leçon :

Comme il s'agit d'une leçon à programme dont il est *a priori* possible de traiter l'intégralité dans le temps imparti, il suffit de s'y référer (cf annexe) pour savoir ce qui semble incontournable.

Les notions et compétences qui sont en particulier introduites dans cette leçon sont, selon moi :

- le travail électrique : son expression et son lien avec l'enthalpie libre standard de réaction,
- la résistance interne et la mal nommée *capacité électrique* d'une pile,
- l'utilisation de diagrammes $i = f(E)$ pour les piles et les électrolyses,
- des éléments de culture sur les accumulateurs.

Néanmoins, pour faire un peu plus honneur au titre que le programme, il me semble qu'il serait souhaitable de bien insister à plusieurs reprises sur le fait qu'on passe d'une énergie électrique à une énergie chimique et réciproquement, en expliquant comment sont exprimées ces énergies et en essayant de décrire à quoi elles correspondent microscopiquement.

Avis sur le plan proposé, choix des exemples et des expériences :

Ici, le plan suivait une progression qui me paraît logique. Néanmoins, je préconiserais de ne pas faire une partie uniquement sur l'électrolyse mais d'englober la préparation de molécules très réactives ou utilisées pour libérer ensuite de l'énergie (comme H_2) et la charge d'un accumulateur dans une même grande partie, pour garder la symétrie suggérée dans le titre.

Les exemples tout comme les expériences envisagées me semblent adaptées, voire difficiles à contourner, comme la pile Daniell ou l'accumulateur au plomb.

Remarques sur des points spécifiques de la leçon :

Dans cette leçon, il n'y a pas beaucoup de concepts nouveaux à introduire. Il s'agit donc plutôt de mettre en avant comment l'électrochimie peut être utilisée et faire des liens entre chimie et physique.

Quelques points d'attention pédagogique particulière selon moi : la démonstration du lien thermodynamique entre travail électrique et enthalpie libre standard, inversion des schémas électriques entre charge et décharge d'un accumulateur et bien expliquer l'utilisation des diagrammes $i = f(E)$.

Une dernière difficulté : être capable de parler en termes simples de technologies modernes des batteries sans risquer d'attirer des questions trop difficiles.

Nous avons abordé ensemble la question du rôle de la température sur la capacité des batteries. J'ai trouvé assez peu d'explications détaillées sur le sujet mais, l'argument principal apporté est que le froid a essentiellement pour conséquence de ralentir la vitesse des réactions chimiques

impliquées et ainsi de réduire les courants que les batteries peuvent fournir. Ainsi, la batterie n'est pas déchargée (au contraire, elle se décharge plus lentement), mais elle devient plus facilement incapable de fournir le courant requis.

Cela étant dit, le mécanisme de tout ça avait l'air encore mal compris en 2011 (cf une revue régulièrement citée par les articles de vulgarisation sur internet : *A Critical Review of Thermal Issues in Lithium-Ion Batteries*).

Enfin, à propos des potentiels standard redox respectifs du lithium et du sodium, on trouve, à 25°C : $E^\circ(\text{Li}^+/\text{Li}) = -3,0 \text{ V/ESH}$ et $E^\circ(\text{Na}^+/\text{Na}) = -2,7 \text{ V/ESH}$. On en déduit donc que le moyen habituel de comparer le caractère oxydant des espèces en se fiant à leur électronégativité ne marche pas ici puisque le lithium est plus réducteur bien que plus électronégatif que le sodium mais cela n'est pas surprenant, comme discuté au cours de la leçon, puisque, pour ces espèces très réductrices/électropositives, ce sont alors vraisemblablement d'autres phénomènes qui prennent le pas sur les différences d'électronégativité.

Discussion sur les manipulations présentées au cours du montage (objectifs de l'expérience, phases de manipulations intéressantes, difficultés théoriques et techniques) :

Expérience 1 : mesure de la caractéristique d'une pile Daniell

Remarque : quand vous présentez cette expérience, ayez bien en tête les facteurs qui influent sur la résistance interne de la pile.

Expérience 2 : électrolyse de l'eau.

Remarque : n'oubliez pas de préciser la nature des électrodes utilisées quand vous faites cette expérience.

Autour des valeurs de la République et des thématiques relevant de la laïcité et de la citoyenneté :

Lors de votre cours, vous voyez un élève qui sort son téléphone portable pour prendre en photo le tableau. Comment réagissez-vous ?

De nombreux thèmes peuvent être abordés à travers cette question :

- la place ambiguë des téléphones portables dans les établissements scolaires (interdits par la loi ou le règlement intérieur, cf ci-dessous, mais utilisé parfois dans le cadre de certains enseignements),
- la prise de photo/son/vidéo du cours et le droit à l'image,
- le fait qu'un élève n'arrive pas à prendre le cours en notes.

En ce qui concerne le premier point, le texte de loi, modifié très récemment (3 août 2018), est le suivant :

Code de l'éducation - Article L511-5 :

L'utilisation d'un téléphone mobile ou de tout autre équipement terminal de communications électroniques par un élève est interdite dans les écoles maternelles, les écoles élémentaires et les collèges et pendant toute activité liée à l'enseignement qui se déroule à l'extérieur de leur enceinte, à l'exception des circonstances, notamment les usages pédagogiques, et des lieux dans lesquels le règlement intérieur l'autorise expressément.

Dans les lycées, le règlement intérieur peut interdire l'utilisation par un élève des appareils mentionnés au premier alinéa dans tout ou partie de l'enceinte de l'établissement ainsi que pendant les activités se déroulant à l'extérieur de celle-ci.

Le présent article n'est pas applicable aux équipements que les élèves présentant un handicap ou un trouble de santé invalidant sont autorisés à utiliser dans les conditions prévues au chapitre Ier du titre V du livre III de la présente partie.

La méconnaissance des règles fixées en application du présent article peut entraîner la confiscation de l'appareil par un personnel de direction, d'enseignement, d'éducation ou de surveillance. Le règlement intérieur fixe les modalités de sa confiscation et de sa restitution.

Un rappel du règlement en début d'année peut donc permettre de poser un cadre à ce sujet.

À propos du second point, le cadre légal est résumé ici :

<https://juriecole.fr/video/image-enseignant/>

S'il n'est *a priori* pas nécessaire de rappeler le cadre légal avant de faire cours, vous pourriez être amené à le faire si vous autorisez un ou plusieurs élèves à utiliser leur téléphone pour prendre des photos pendant les cours.

Enfin, le dernier point porte davantage sur la gestion de l'hétérogénéité d'une classe et comment la gérer. Il me semble intéressant d'en profiter pour discuter de difficultés qui pourraient relever de la méthode (prise de notes, concentration), à distinguer de difficultés plus physiques (mauvaise vue, difficulté d'écriture). Dans ces cas-là, autoriser la prise de photo pourrait être une solution envisageable. On trouve d'ailleurs des cas abordés sur le site de l'académie de Paris (cas de retard ou d'absence) :

https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1_1133574/le-smartphone-au-service-de-la-reussite-des-eleves

Pour finir, si vous êtes en quête d'une websérie traitant de la question et digne des meilleures productions Netflix et HBO (clichés inclus) :

<https://www.autonome-solidarite.fr/webserie/salle-des-profs/9/>

Propositions de manipulations – Bibliographie :

- mesure de la caractéristique d'une pile Daniell (Sarrazin, Cachau, JFLM)
- électrolyse après avoir tracé les courbes $i = f(E)$ correspondantes pour mettre en évidence la surtension
- accumulateur au plomb : cas pratique pas si simple (bien lire le JFLM à ce sujet notamment) (JFLM, Sarrazin)
- culture sur les autres piles (Leclanché...) : JFLM, article actualité chimique :
Cellules électrochimiques : aspects thermodynamiques et cinétiques...
- culture sur les batteries : articles actualité chimique :
 - Procédés de conversion d'énergie : batteries, piles à combustible et procédés non électriques*
 - Prix Nobel 2019 : les batteries qui ont révolutionné notre quotidien*
 - Les batteries : évolution et vision*
 - Applications présentes et futures des batteries*
 - Fiche n° 7 : Les accumulateurs lithium-ion*
 - Le stockage électrochimique de l'énergie : apport des batteries lithium-ion*

Annexe (programme) :

Programme PT

| 3. Énergie chimique et énergie électrique : conversion et stockage | programmes |
|--|---|
| 3.1. Conversion d'énergie chimique en énergie électrique | |
| Approche thermodynamique. | <p>Établir l'inégalité reliant la variation d'enthalpie libre et le travail électrique.</p> <p>Citer la relation entre la tension à vide d'une pile et l'enthalpie libre de réaction.</p> <p>Déterminer la capacité d'une pile en Ah.</p> |
| Approche cinétique. | <p>Utiliser les courbes intensité-potentiel pour expliquer le fonctionnement d'une pile électrochimique et prévoir la valeur de la tension à vide.</p> <p>Citer les paramètres influençant la résistance interne du dispositif électrochimique.</p> <p>Mettre en œuvre une démarche expérimentale utilisant des piles.</p> |
| 3.2. Conversion d'énergie électrique en énergie chimique | |
| Caractère forcé de la transformation. Électrolyseur. | Utiliser les courbes intensité-potentiel pour expliquer le fonctionnement d'un électrolyseur et prévoir la valeur de la tension de seuil. |
| Recharge d'un accumulateur. | <p>Utiliser les courbes intensité-potentiel pour justifier les contraintes dans la recharge d'un accumulateur.</p> <p>Approche documentaire : à partir de documents sur des accumulateurs (lithium ion, nickel-métal hydrure,...), comparer la constitution, le fonctionnement, et l'efficacité de tels dispositifs.</p> |

En plus dans le programme PSI (pas du tout indispensable pour cette leçon, sauf si on veut parler de rendement faradique) :

Dépôt électrolytique.

Évaluer l'épaisseur d'un dépôt électrolytique ou la masse de produit formé pour une durée donnée d'électrolyse.