

LC5 Titre : Oxydants et réducteurs

Présentée par : Raphael Aeschlimann

Correcteur : Mehdi ABDELLAOUI

Date : 12/11/2020

## Compte-rendu leçon correcteur

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

Pour cette leçon, placée à un niveau lycée, il convient de bien prendre le temps de définir très clairement les éléments du formalisme des réactions d'oxydo-réductions, en particulier **pour une leçon placée à un niveau lycée**. Parmi ces éléments de formalisme :

- La notion de degré d'oxydation : Il s'agit de la charge fictive attribuée à un atome au sein d'un édifice moléculaire (ou non) en imaginant un clivage hétérolytique des liaisons qui le constituent en respectant leurs électronégativités relatives. La somme de l'ensemble des degrés d'oxydations des atomes de la molécule correspondant à la charge globale de la molécule.

Exemple : Pour l'ion hypochlorite  $\text{ClO}^-$ , la charge globale de l'ion est -1, l'oxygène étant plus électronégatif que le chlore, on en déduit les degrés d'oxydations suivants :

- n.o.(Cl)=+I, et n.o.(O)=(-1)-1=-II.

Une réaction d'oxydoréduction est une transformation chimique impliquant une espèce chimique donnant un ou plusieurs électrons (c'est un réducteur) à une autre (un oxydant). L'oxydant (noté Ox) est alors réduit, et le réducteur (Red) est oxydé. Par analogie avec les couples acido-basiques, on peut définir des couples accepteur/donneur d'électrons, et de la même façon, définir une équation rendant compte de l'échange d'électrons conduisant à la formation du réducteur à partir de l'oxydant :

$\text{Ox}_1 + n\text{e}^- \rightarrow \text{Red}_1$  On parle de demi-équation d'oxydoréduction associée au couple ( $\text{Ox}_1/\text{Red}_1$ ).

Chaque couple redox est associé à un potentiel défini dans les conditions standards ( $P^\circ$  à la température T) pouvant être utilisé (par analogie, une fois encore, avec les transformations acido-basiques) pour définir le caractère spontané, quasi-quantitatif ou non d'une réaction avec un autre couple redox. La règle du Gamma introduite pour les échelles de pKa est utilisable de la même façon ici. On considère souvent qu'une réaction (dans le sens spontané) impliquant 2 couples redox dont la différence entre leurs potentiels standards est supérieure ou égale à 0.25V sera quasi-quantitative.

L'équation globale de la transformation impliquant les couples ( $\text{Ox}_1/\text{Red}_1$ ) et ( $\text{Ox}_2/\text{Red}_2$ ) :

$v_{\text{ox1}}\text{Ox}_1 + v_{\text{red2}}\text{Red}_2 \rightarrow v_{\text{ox1}}\text{Red}_1 + v_{\text{red2}}\text{Ox}_2$  **Pensez à préciser que l'équation globale vérifie l'électroneutralité ! Il n'y a pas d'électrons qui interviennent dans ce bilan.**

La présentation de l'équation de Nernst me semble, pour un niveau lycée, un peu hors sujet, il est préférable de bien prendre le temps d'explicitier les caractéristiques d'une réaction d'oxydo-réduction, en l'illustrant notamment par des exemples.

### Avis sur le plan proposé, choix des exemples :

Le plan proposé est assez classique et il était assez pertinent d'utiliser les piles électrochimiques comme exemple d'application directe des réactions d'oxydo-réduction, et j'ai bien aimé la volonté évidente de faire le lien entre les réactions redox et acido/basiques, qui ne diffèrent finalement que par la nature de la particule échangée. Cependant il m'aurait paru plus judicieux de se contenter de la partie sur l'étude des piles et des transferts d'électrons qui nécessiterait un temps conséquent pour poser correctement les notions et caractéristiques plutôt que d'essayer d'introduire les titrages redox qui finalement, auraient plus leur place dans une leçon ultérieure. Par ailleurs, il pourrait être intéressant d'utiliser l'exemple des piles en filigrane de l'ensemble de votre leçon pour finalement ne présenter que deux grandes parties, et aborder le fonctionnement détaillé des piles et électrolyseurs ultérieurement. L'utilisation et le développement qui ont été faits de l'étude de l'alcotest au dichromate m'ont semblés quelques peu hors programme et auraient plus eu leur place dans un corpus sur les réactions d'oxydoréduction niveau supérieur, en effet, il aurait fallu détailler les calculs de degrés d'oxydations des dérivés organiques impliqués (alcools et aldéhydes) qui me semblent de toute façon inadaptés pour une leçon niveau lycée. Par ailleurs, l'utilisation sur le plan expérimental des ions dichromates (assez toxiques) ne me semble pas prudente à réaliser pour le jour J. Encore une fois, articuler la leçon autour d'une simple pile de concentration (type Daniel par exemple) aurait permis de montrer davantage de gestes techniques (préparations des solutions, dilutions, préparation de la cellule électrochimique, mise en fonctionnement de la pile etc...) moins contestables pour un jury d'agrégation. D'autre part, l'étude des couples oxydoréducteurs impliqués dans la cellule électrochimique auraient servis d'exemples directs pour illustrer les notions de demi-équations redox ainsi que des potentiels standards. L'exploitation de la règle du Gamma pour cet exemple aurait alors pu faire le lien avec le caractère spontané de la réaction de fonctionnement de la pile électrochimique. La partie dosage était intéressante, mais aurait davantage eu sa place dans une leçon ultérieure portant sur les différentes méthodes de titrage par exemple (et s'inscrivant à la fin d'un bloc pH-métrie/oxydoréduction). Cela permettrait d'alléger la leçon (très dense et ambitieuse pour ce qui est des contenus envisagés) et de passer davantage de temps sur les concepts et notions clés des parties I et II.

### Question laïcité

**Vous découvrez sur le net une page injurieuse vous concernant, que faites-vous ? (on connaît ou du moins suspecte fortement l'identité de l'élève coupable)**

Vous êtes le représentant de la république et le garant des principes civiques qui la régissent au sein de votre classe. La situation décrite ci-dessus est très grave et doit être prise au sérieux. **Le laxisme est la dernière des choses à faire** et n'envierait certainement pas le bon message à de futurs citoyens en formation. Des sanctions doivent immédiatement être prises, pouvant aller jusqu'au dépôt d'une plainte suivant la gravité des insultes. Il faut avertir l'administration ou vos collègues de l'équipe pédagogique pour obtenir conseils et avis et surtout pour empêcher tout risque de propagation de rumeurs. Il faut ensuite s'entretenir avec l'élève pour bien lui faire comprendre la gravité et les conséquences que de telles actions peuvent provoquer, quitte à réaliser une séance en classe entière (sans nommer l'étudiant) pour les sensibiliser à ce genre de comportement et leur faire comprendre que ce genre de chose est inadapté dans notre société ainsi que dans un cadre professionnel. Le fait de vouloir faire preuve de souplesse ici peut induire

en erreur l'élève responsable, qui minimisera la gravité de son acte et pourrait recommencer. ***C'est un service à lui rendre que de le mettre face à ses responsabilités ainsi que votre devoir en tant qu'enseignant.***

### Remarques sur des points spécifiques de la leçon :

Dans la partie sur les notions de bases sur l'oxydoréduction, il faudrait davantage s'appesantir sur les demi-équations rédox, ce concept est **CRUCIAL** pour cette leçon qui est l'un des premiers contacts des étudiants avec cette catégorie de réactions chimiques. Plutôt que de multiplier les exemples pour illustrer votre argumentation, contentez vous de quelques exemples bien ciblés (éventuellement autour d'une même transformation électrochimique) et exploitez les au maximum avec d'avantage de manipulations quantitatives (mesure du courant débité par la pile de concentration et lien avec l'avancement via la constante de Faraday par exemple) et de gestes techniques (préparations de solutions, de cellules électrochimiques, et même quelques manipulations qualitatives (par exemple la réaction entre le cuivre (II) et le zinc pour en montrer la décoloration progressive ?)) pour donner un apport pédagogique à votre argumentation.

### Bibliographie :

La bibliographie utilisée était tout à fait adaptée, même si d'autres expériences auraient pu être présentées (je parle notamment de la mise en place et de l'utilisation plus approfondie des piles de concentration). En complément n'hésitez pas à vous servir des ouvrages suivants pour les définitions et caractérisations des équilibres chimiques ainsi que des réactions d'oxydoréduction (notamment pour préparer les réponses aux questions du jury)

*Tout-en-un PCSI, chimie* aux éditions Dunod par Bruno Fosset, Jean-Bernard Baudin, Frédéric Lahitète

*Tout-en-un PC-PC\*, chimie* aux éditions Dunod Bruno Fosset  
Jean-Bernard Baudin, Frédéric Lahitète

LC 05 Titre : Oxydoréduction

Présentée par : Raphael Aeschlimann

Correcteur : Mehdi Abdellaoui

date :

## Compte rendu leçon élève

Bibliographie de la leçon :			
Titre	Auteurs	Editeur (année)	ISBN
Chimie des solutions aqueuses, poly cours	E Renouard		
Expériences de la famille Red-Ox	Cachau	De Boeck	
Chimie organique expérimentale	Blanchard	Hermann	

Plan détaillé
<p><u>Niveau choisi pour la leçon : Lycée</u></p> <p>Pre-requis : constantes d'équilibre ; réactions acido-basiques ; notion de titrage</p> <p>Intro : On parle couramment de l'oxydation d'un métal (fer oxyde = rouille), ou encore des vertus anti-oxydantes de certaines boissons : application en biologie, métallurgie, piles/batteries</p> <p>I. Oxydants et Réducteurs</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Définition d'oxydant et réducteur, analogie avec les couples acide-base</li><li>2) Nombre d'oxydation (et illustration de l'oxydation d'un alcool : éthylotest)</li></ol> <p>II. Transfert électronique et piles</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) La pile Daniell : couples Ox/Red en jeu et demi-équations associées</li><li>2) Notion d'électrode et sens des transferts électroniques</li><li>3) Potentiel red-ox et force électromotrice de la pile</li></ol> <p>III. Titrage redox</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Présentation de la réaction support de titrage</li><li>2) Titrage cerimétrique des ions Fer (II) dans un agent anti-mousse</li></ol> <p>Concl : applications de la chimie redox dans le monde du vivant (transport d'O<sub>2</sub> dans le sang par l'hémoglobine), en industrie (plaquage de métaux, piles), enjeu économique important (lutte contre la corrosion)</p>

### Questions posées

Question pédagogique : quelle est la difficulté de cette leçon pour des élèves (de lycée) ?

Problèmes de convention (oppose aux conventions des couples acide/base)

Relier les réactions ox-red aux notions sur les équilibres chimiques (piles)

Niveau lycée, quelle filière ?

STI/STL, seules à avoir la relation de Nernst à leur programme

Quel est l'ion chlore contenu dans l'eau de Javel ?

Ions hypochlorite  $\text{ClO}^-$

A quel degré d'oxydation est Cl ici ?

+I (comme n.o. de l'oxygène est de -II, et charge totale de l'ion -I)

Définition du nombre d'oxydation ? Niveau lycée ?

Charge de l'atome si on attribue tous les électrons des liaisons à l'atome le plus électronégatif.

Atomistique en pré-requis ?

Plutôt notions sur électronégativité et sa variation dans le tableau périodique.

Équation de Nernst pour  $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$  ? il y avait une erreur au tableau, remplace  $\log$  par  $\ln$

Nombre d'oxydation pour les interactions ioniques ? n.o égal à la charge

Ordre de grandeur des énergies d'interaction ? 100-600 kJ/mol, 200-800 pour liaison covalente.

« Électrode standard hydrogène »  $\text{H}_2(\text{g})$  à 1 bar barbote dans solution « infiniment diluée » d'HCl à 1M (électrode théorique, pas réalisable en pratique).

### Commentaires

Plan OK mais pas sûr que le programme lycée (même STI/STL) soit tout à fait respecté : définition un peu trop « prépa » du nombre d'oxydation, par exemple.

Attention aux gestes expérimentaux, par exemple prélèvement à la pipette un peu approximatif (d'ailleurs il faudrait peut-être davantage de manip « en live » dans la leçon).

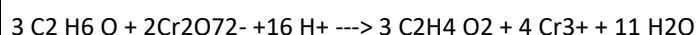
Bien d'insister sur l'analogie acide-base/ox-red.

Écrire davantage au tableau (surtout pour une leçon niveau lycée).

#### **Expérience 1 - Titre :** Principe de éthylotest

**Référence complète :** Expériences de chimie organique, Blanchard

Équation chimique et but de la manip :



Mise en évidence qualitative du principe de éthylotest : oxydation d'un alcool par les ions dichromate.

Modification par rapport

au mode opératoire décrit :

La manip suggérée dans le livre est plus complexe (et probablement pas faisable au concours), mais une version simplifiée (on met juste dans un erlenmeyer de l'éthanol et du dichromate de potassium) est faisable et illustre le principe fondamental (même si du coup on ne fait pas la réaction avec des vapeurs d'alcool, comme dans le cas réel, et qu'on ne met pas en évidence explicitement la présence de l'aldéhyde produit, ce qui de toute façon est probablement superflu à niveau lycée). Sinon, utiliser un éthylotest du commerce.

Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury :

Durée de la manip : 1 min

**Expérience 2 - Titre :** Etude de la pile Daniell

**Référence complète :** Cachau Redox

Équation chimique et but de la manip :

On étudie une pile  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu} \parallel \text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ , dont on détermine la force électromotrice au voltmètre.

Modification par rapport  
au mode opératoire décrit :

Commentaire éventuel :

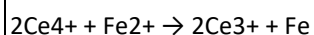
Phase présentée au jury : mesure de la fem

Durée de la manip : 1min

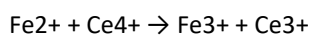
**Expérience 3 - Titre :**

**Référence complète :** Titrage redox des ions  $\text{Fe(II)}$  dans un produit anti-mousse

Équation chimique et but de la manip :



Titrage cerimétrique : réduction des ions  $\text{Fe(II)}$  par les ion Cerium(IV)



Suivi potentiométrique de la réaction de titrage, repérage de l'équivalence par saut de potentiel.

Modification par rapport  
au mode opératoire décrit :

Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury :

Prise de quelques points proche de l'équivalence, obtention du volume équivalent par la méthode de la dérivée.

Durée de la manip : 5 min

**Expérience 4- Titre :**

**Référence complète :**

Équation chimique et but de la manip :

Modification par rapport  
au mode opératoire décrit :

Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury :

Durée de la manip :

**Expérience 5 - Titre :**

**Référence complète :**

Équation chimique et but de la manip :



Modification par rapport  
au mode opératoire décrit :

Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury :

Durée de la manip :

**Compétence « Autour des valeurs de la République et des thématiques relevant de la laïcité et de la citoyenneté »**

**Question posée : Vous découvrez sur le net une page injurieuse vous concernant, que faites-vous ? (on connaît ou du moins suspecte fortement l'identité de l'élève coupable)**

**Réponse proposée : On convoque l'auteur presumpé de la page, et on lui demande de retirer la page, en ménageant une porte de sortie sans disciplinaire, on contacte l'administration s'il persiste.**

**Commentaires du correcteur : En fait, ici on a injurié une personne dépositaire d'autorité publique, donc protégée spécialement, l'élève est légalement en tort, donc le lui souligner; de plus, éduquer les élèves aux valeurs de civisme fait partie de la charge de l'enseignant.**