

# Printemps des Sciences

**Les Réactions d'Oxydoréduction et le Corps Humain**

**OU**

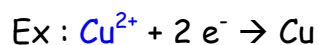
*Comment la cellule produit de « l'eau de javel »  
pour nous défendre ?*

# Les réactions d'oxydoréduction et le corps humain

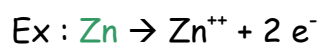
## 1 Les réactions d'oxydoréduction :

### 1.1 Définitions

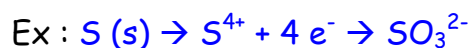
**Oxydant** : Substance qui gagne un ou plusieurs électrons



**Réducteur** : Substance qui cède un ou plusieurs électrons



**Oxydation** : perte d'électron pouvant s'accompagner d'un gain en oxygène

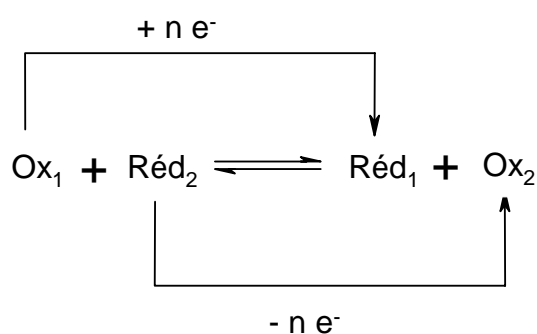


**Réduction** : Gain d'électron



Les réactions d'oxydoréductions sont donc l'ensemble des réactions chimiques caractérisées par l'échange d'un ou plusieurs électrons entre un **oxydant** (accepteur d'électron) et un **réducteur** (donneur d'électron).

Ex :

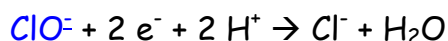


## 1.2 Oxydoréduction et l'eau de Javel

L'eau de Javel est utilisée comme désinfectant pour ses propriétés microbicides. Mais comment fonctionne l'eau de Javel ? Tout d'abord l'eau de Javel est une solution aqueuse d'hypochlorite de sodium, NaClO qui dans l'eau se dissocie :

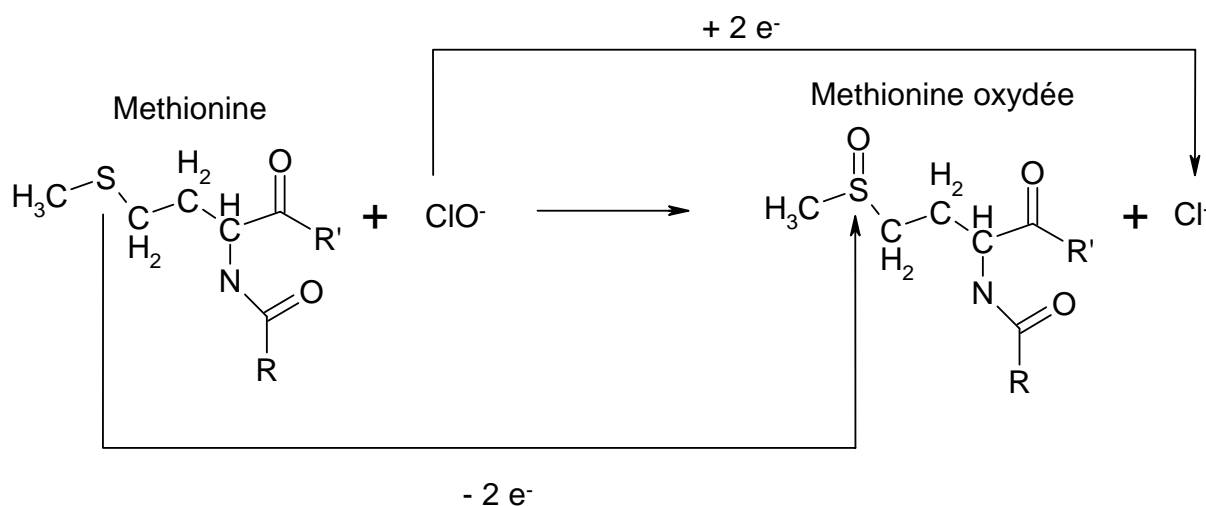


Or  $\text{ClO}^-$  (hypochlorite) est un **oxydant** qui sera à la base de réaction d'**oxydation** :



$\text{ClO}^-$  est considéré comme un agent **oxydant** puissant qui a donc la caractéristique d'oxyder rapidement et violemment de nombreuses autres substances chimiques, c'est-à-dire de leur arracher deux électrons pour produire  $\text{Cl}^-$ .

L'eau de Javel est un exemple parfait des applications d'oxydoréduction. En effet, son action microbicide est simplement liée à la capacité de  $\text{ClO}^-$  d'arracher des électrons à la membrane des bactéries ou virus et de fragiliser leur structure. Par exemple, en présence de protéines de la membrane des bactéries,  $\text{ClO}^-$  va oxyder la méthionine (un acide aminé constitutif des protéines) en sa forme oxydée et rendra inactive cette protéine :

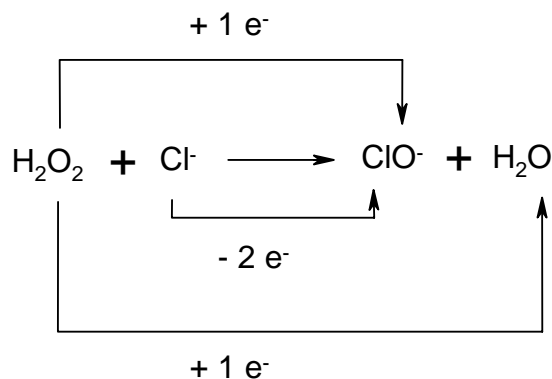


## 2 Oxydoréduction et corps humain

### 2.1 Le corps humain produit de l'eau de Javel !

Notre propre organisme produit de l'eau de Javel ou hypochlorite dans un seul but, détruire les microorganismes... C'est donc notre antiseptique naturel. Mais comment est-elle produite ?

En Industrie, l'eau de Javel est obtenue à partir de chlore ( $\text{Cl}_2$ ) barboté dans de la soude caustique ( $\text{NaOH}$ ). Mais notre organisme ne peut utiliser ni la soude ni le chlore car ils sont trop toxiques. En réalité, nous utilisons du peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) et du chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) pour produire de l'hypochlorite ( $\text{ClO}^-$ ) :

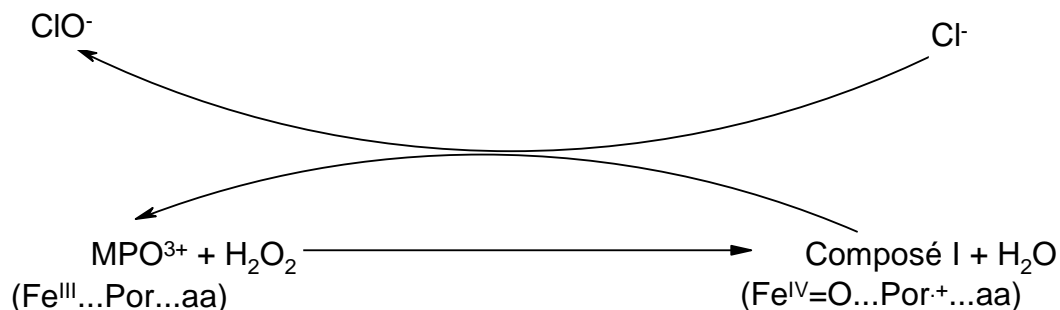


Cependant, si vous mélangez du  $\text{H}_2\text{O}_2$  et du  $\text{Cl}^-$  dans l'eau, cette réaction ne se produira jamais. Il faut pour cela la présence d'une enzyme, la myéloperoxydase (MPO).

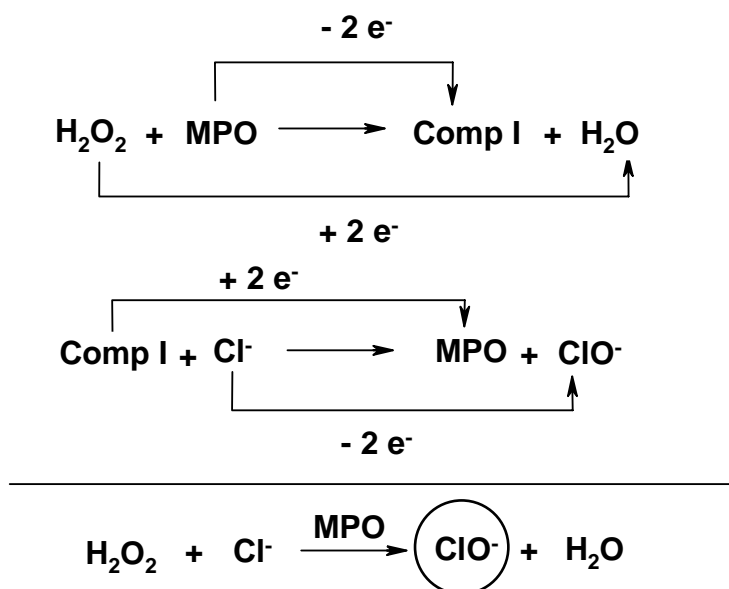
**Définition :** Une enzyme est une protéine qui catalyse une réaction chimique, c'est-à-dire qu'elle va permettre une réaction chimique qui autrement ne se produirait pas ou pas assez rapidement ou avec de faibles rendements. On dit que les enzymes permettent d'emprunter un autre chemin réactionnel.



Concrètement, la MPO est une enzyme qui est oxydée par le peroxyde d'hydrogène en ce que l'on appelle le composé I. Ce composé I est alors capable d'oxyder le chlorure en hypochlorite :



On le voit la MPO est capable de générer un intermédiaire qu'est le composé I et c'est grâce à cet intermédiaire que la réaction est rendue possible. On peut donc résumer la réaction comme suit :



Par cet exemple, on voit que notre organisme utilise pleinement le principe d'oxydoréduction, notamment dans le but de nous défendre contre les microorganismes.

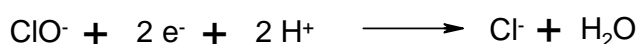
## Manipulation

### 1 Introduction

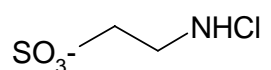
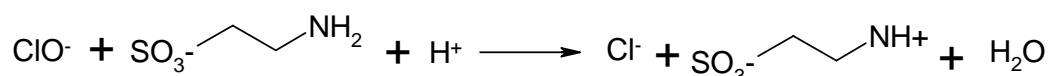
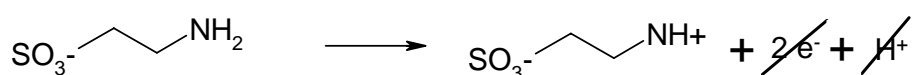
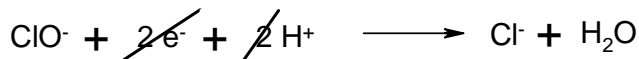
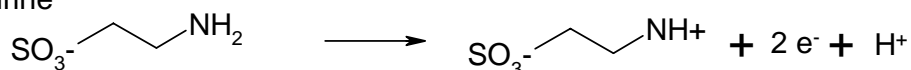
Nous allons mettre en pratique les réactions d'oxydoréduction décrites ci-dessus et vous montrer l'importance de celles-ci dans notre physiologie mais également dans les processus pathologiques.

Nous allons donc produire de l'hypochlorite et pour mesurer cette production nous allons utiliser une réaction chimique qui s'observe chez nous, la chlorination de la taurine. La taurine est une amine très abondante dans notre organisme qui est notamment utilisée pour produire les sels biliaries. La réaction chimique s'écrit de la manière suivante :

hypochlorite



taurine



taurine chloramine

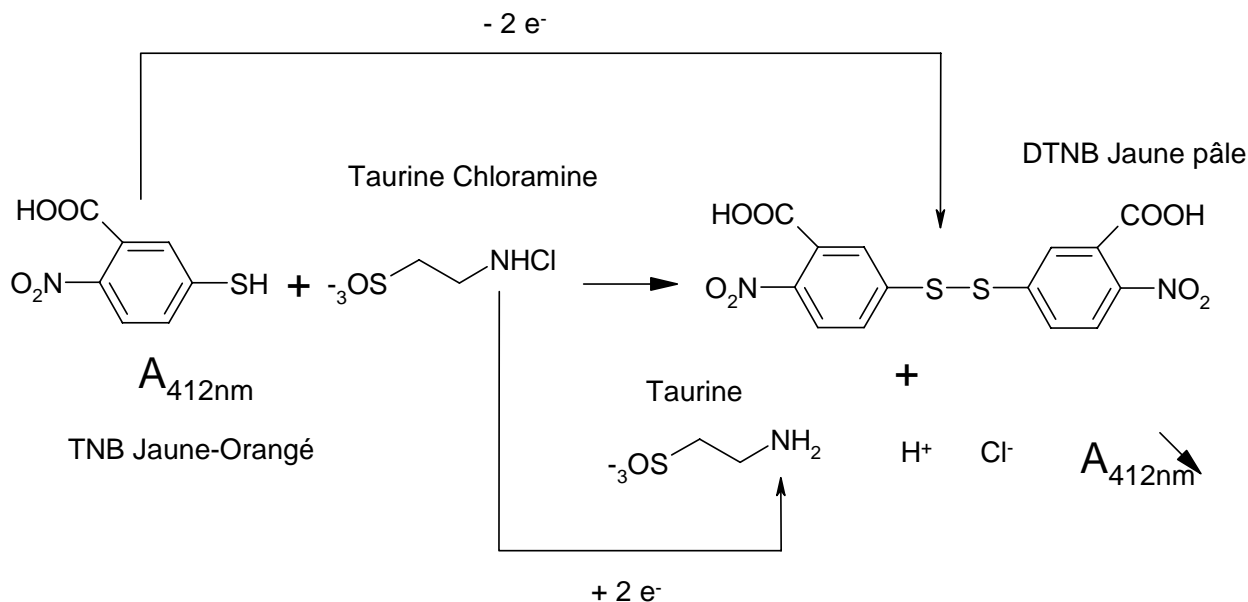


INFOR SCIENCES



ACADÉMIE UNIVERSITAIRE  
WALLONIE-BRUXELLES

Afin de mesurer cette production, nous allons utiliser un agent coloré, le TNB, qui se décolore en présence de taurine chloramine selon une réaction d'oxydoréduction :



Si l'on veut résumer l'ensemble de ces réactions, on peut dire que plus il y aura d'hypochlorite ( $ClO^{-}$ ) produit plus il y aura de taurine chloramine formée et plus le TNB sera oxydé. Le résultat est une diminution de la coloration qui se manifeste par une perte de l'absorption lumineuse à 412 nm.

## 2 Protocole

### 2.1.1 Matériels

Les solutions proposées sont à des concentrations proches de ce que l'on retrouve dans le corps humain.

Solution A : Solution d'hypochlorite de sodium ( $\text{NaClO}$ ) 1,2 mM

Solution B : Solution de peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 1 mM

Solution C : Solution de MPO à 10 U/ml

Solution D1 : Tampon Phosphate 20 mM /Chlorure de Sodium 240 mM pH 7,4

Solution D2 : Tampon Phosphate pH 7,4 à 20 mM

Solution E : Solution de taurine à 150 mM

Solution F : Solution colorée de TNB 0,45 mM

Solution G : Eau MilliQ

Solution H : Solution d'Azide 200  $\mu\text{M}$

Micropipettes, tubes, cuvettes en plastique de 4 ml, spectrophotomètres pour mesurer l'absorbance à 412 nm.

### 2.1.2 Méthodes

#### 2.1.2.1 Oxydation de la taurine par $\text{HClO}$

- Dans une cuvette de 4 ml, placer 500  $\mu\text{l}$  de solution D1 (tampon) et 3500  $\mu\text{l}$  de solution G (eau). Mesurer l'absorbance à 412 nm (Abs1).
- Dans un tube, placer 500  $\mu\text{l}$  de solution D1 (tampon), 100  $\mu\text{l}$  de Solution E (taurine) et 400  $\mu\text{l}$  de solution G (eau). Mettez le tube dans le bain à 37°C pendant 5 min. Après les 5 min., ajouter 750  $\mu\text{l}$  de solution F (TNB) et compléter avec la solution G (eau) à 4,0 ml. Transvaser la solution dans une





cuvette de 4 ml, mesurer l'absorbance à 412 nm (Abs2) et compléter le tableau.

- Dans un tube, placer 500  $\mu\text{l}$  de solution D1 (tampon), 100  $\mu\text{l}$  de Solution E (taurine) et 350  $\mu\text{l}$  de solution G (eau). Mettez le tube dans le bain à 37°C pendant 5 min. Après les 5 min., ajouter 50  $\mu\text{l}$  de solution A (HClO) et laisser reposer 5min. à 37°C. Pour mettre en évidence la réaction d'oxydation de la taurine, ajouter 750  $\mu\text{l}$  de solution F (TNB) et compléter avec la solution G (eau) à 4,0 ml. Transvaser la solution dans une cuvette de 4 ml, mesurer l'absorbance à 412 nm (Abs3) et compléter le tableau.
- Mesurer les absorbances finales en soustrayant Abs3 et Abs2 par Abs1 et compléter le tableau.

#### 2.1.2.2 Oxydation de la taurine par le système MPO/ $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Cl}^-$

- Dans un tube, placer 500  $\mu\text{l}$  de solution D1 (tampon), 100  $\mu\text{l}$  de Solution E (taurine), 25  $\mu\text{l}$  de la solution C (MPO) et 275  $\mu\text{l}$  de solution G (eau). Mettez le tube dans le bain à 37°C pendant 5 min. Après les 5 min., ajouter 100  $\mu\text{l}$  de solution B ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) et laisser reposer 5min. à 37°C. Pour mettre en évidence la réaction d'oxydation de la taurine, ajouter 750  $\mu\text{l}$  de solution F (TNB) et compléter avec la solution G (eau) à 4,0 ml. Transvaser la solution dans une cuvette de 4 ml, mesurer l'absorbance à 412 nm (Abs4) et compléter le tableau.
- Dans un tube, placer 500  $\mu\text{l}$  de solution D2 (tampon sans chlorure), 100  $\mu\text{l}$  de Solution E (taurine), 25  $\mu\text{l}$  de la solution C (MPO) et 275  $\mu\text{l}$  de solution G (eau). Mettez le tube dans le bain à 37°C pendant 5 min. Après les 5 min., ajouter 100  $\mu\text{l}$  de solution B ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) et laisser reposer 5min. à 37°C. Pour mettre en évidence la réaction d'oxydation de la taurine, ajouter 750

$\mu\text{l}$  de solution F (TNB) et compléter avec la solution G (eau) à 4,0 ml. Transvaser la solution dans une cuvette de 4 ml, mesurer l'absorbance à 412 nm (Abs5) et compléter le tableau.

- Dans un tube, placer 500  $\mu\text{l}$  de solution D1 (tampon), 100  $\mu\text{l}$  de Solution E (taurine), 25  $\mu\text{l}$  de la solution C (MPO), 100  $\mu\text{l}$  de solution H (azide) et 175  $\mu\text{l}$  de solution G (eau). Mettez le tube dans le bain à 37°C pendant 5 min. Après les 5 min., ajouter 100  $\mu\text{l}$  de solution B ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) et laisser reposer 5min. à 37°C. Pour mettre en évidence la réaction d'oxydation de la taurine, ajouter 750  $\mu\text{l}$  de solution F (TNB) et compléter avec la solution G (eau) à 4,0 ml. Transvaser la solution dans une cuvette de 4 ml, mesurer l'absorbance à 412 nm (Abs4) et compléter le tableau.
- Mesurer les absorbances finales en soustrayant Abs4 et Abs5 par Abs1 et compléter le tableau.



### 3 Résultats

#### 3.1 Tableau

Exp.	Volume ( $\mu$ l)										Vol. finale	Abs 412 nm (U)	Abs finale 412 nm (U)
	HClO A	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> B	MPO C	Tamp. PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /Cl <sup>-</sup> D1	Tamp. PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> D2	Taurine E	Eau G	Azide H	TNB F	Eau G			
1													
2													
3													
4													
5													
6													

Noter dans le tableau ci-dessus les volumes des réactifs pour chaque expérience. Additionner ces volumes et noter la valeur dans la colonne 'finale', la valeur doit être de 4000 ( $\mu\text{l}$ ). Noter dans la colonne 'Abs 412 nm (U)' les valeurs d'Abs (Abs1,2,3,4,5&6) et dans la dernière colonne le résultat de vos soustractions des absorbances.

### 3.2 Interprétations des résultats

- Comparer l'Abs3 et l'Abs2. Observez-vous une diminution ou une augmentation de l'absorbance entre 3 et 2 ? Sur base des équations présentées dans l'introduction, expliquer pourquoi ?
- Comparer l'Abs4 et l'Abs2. Observez-vous une diminution ou une augmentation de l'absorbance entre 4 et 2 ? Sur base des équations présentées dans l'introduction, expliquer pourquoi ?
- Comparer l'Abs5 et l'Abs4. Observez-vous une diminution ou une augmentation de l'absorbance entre 5 et 4 ? Qu'y a-t-il de différent entre le protocole des expériences 4 et 5 ? Cette différence explique-t-elle votre observation ?
- Comparer l'Abs6 et l'Abs4. Observez-vous une diminution ou une augmentation de l'absorbance entre 6 et 4 ? Cette observation est liée à la présence d'azide qui est un antioxydant physiologique, expliquer son mode d'action dans la réaction.

