

scienceinfuse

ANTENNE DE FORMATION ET DE PROMOTION DU SECTEUR SCIENCES & TECHNOLOGIES

DOSSIER
ENSEIGNANT



Interdisciplinaire

Un peu d'iode pour tuer les microbes Les réactions d'oxydoréductions

Ce document est basé sur le travail « Iso-bétadine : un peu d'iode pour tuer les microbes ! » de Deslé Julie, Hannotiau Amandine, Lombry Catherine et Verbeke Alix réalisé dans le cadre de l'agrégation en sciences (2013-2014).

UCL

Scienceinfuse - Antenne de formation et de promotion du secteur sciences & technologies
rue des Wallons 72 L6.02.01 - 1348 Louvain-la-Neuve

Introduction

Les manipulations présentées dans ce document ont pour objectif d'illustrer ou d'introduire le chapitre sur les redox. La contextualisation proposée invite les élèves à devoir trouver le meilleur antiseptique pour nettoyer une plaie et à comprendre son mode de fonctionnement ; ils sont notamment amenés à comparer l'efficacité de désinfectants et antiseptiques vis-à-vis de microorganismes et à réaliser un titrage pour vérifier la teneur en iode de l'iso-bétadine par rapport à ce qui est indiqué sur la bouteille de départ.

Vous trouverez dans ce dossier :

- la liste du matériel et des réactifs nécessaires à la réalisation des expériences ;
- une liste de ressources disponibles afin d'agrémenter votre cours sur ce thème (vidéos, kits, liens internet, etc.) ;
- le dossier élève complété.

Matériel

Cet atelier est reproductible en classe. Un kit « un peu d'iode pour tuer les microbes : les réactions d'oxydoréduction », disponible à Scienceinfuse (Place Galilée à LLN), reprend l'essentiel des réactifs dont vous avez besoin (réservation au 010/473975 ou à scienceinfuse@uclouvain.be)

Vous trouverez ci-dessous, la liste des réactifs et du matériel pour un groupe de 2 élèves.

Matériel

- 4 lames et 4 lamelles
- 4 tubes à essai
- 4 pipettes en plastique
- 1 microscope optique (500 x)
- 1 chronomètre
- Papier tork
- 1 erlenmeyer
- 1 berlin de 100 mL
- 1 burette et 1 statif
- 1 pipette de 10 cm³
- 1 propipette

Réactifs

- Iso-bétadine
- Eosine
- Alcool
- Bleu de méthylène
- Eau déminéralisée
- Levure fraîche
- Iso-bétadine dont le flacon a déjà été ouvert
- Iso-bétadine dont le flacon est fermé
- Thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) 0,05 mol/L
- Empois d'amidon

Ressources disponibles

Afin d'aborder le thème des réactions d'oxydoréduction, voici une liste non exhaustive des ressources disponibles à Scienceinfuse :

- Vidéos
 - Le cuivre et ses voisins précieux : les caprices de l'oxydoréduction (48 min)
 - C'est pas sorcier (25min):
 - ◇ L'aventure de l'électricité
 - ◇ Piles et batteries, les sorciers se mettent au courant
- Kits
 - Les piles

Suivez les actualités scientifiques ainsi que nos événements sur facebook :

<http://www.facebook.com/scienceinfuse.ucl>

Mise en situation

En tant que chefs louveteaux, vous organisez un camp à Ciney au cours duquel vous réalisez un jeu d'approche dans les bois. Maxime, un petit louveteau haut comme trois pommes, trébuche dans les fils barbelés et se fait une entaille au genou. Devant sa plaie, vous préférez appeler le chef en charge de l'infirmerie afin qu'il apporte la pharmacie. En l'ouvrant, vous trouvez différents produits qui peuvent vous servir à nettoyer la plaie.

Antiseptique ou désinfectant ?

• Un chef propose d'utiliser l'eau de Javel que vous avez utilisée pour nettoyer le réfectoire. Que pensez-vous de cette proposition ?

• Les antiseptiques

Les antiseptiques sont des solutions qui éliminent les microbes sur la peau et les muqueuses. Ils sont utilisés en prévention ou en traitement pour les infections localisées, superficielles ou profondes.

Exemples d'antiseptiques : éthanol, produits iodés

• Les désinfectants

Les désinfectants sont utilisés pour tuer les microbes sur tout ce qui n'est pas organisme vivant, comme les surfaces et le matériel.

Exemple de désinfectant : eau de Javel

• Après lecture du texte ci-dessus, relevez la différence entre un désinfectant et un antiseptique.

Les antiseptiques tout comme les désinfectants sont utilisés pour tuer les microbes. Cependant, on utilise l'un ou l'autre suivant le fait que les microbes se trouvent ou non sur un organisme vivant.

Efficacité de différents antiseptiques

Afin de choisir le désinfectant à utiliser pour la plaie de Maxime, basez-vous sur les documents ci-dessous.

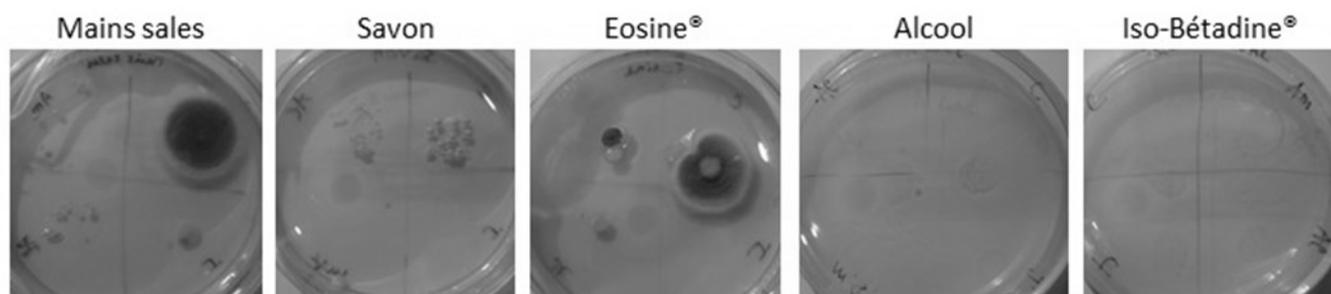


Figure : Résultats d'une expérience sur l'efficacité de différents désinfectants

Tableau : Données de la littérature sur l'efficacité de différents désinfectants
(légende : activité létale forte +++, moyenne ++, faible +, nulle -)

	Ethanol (Alcool)	Eosine (Colorant)	Iso-bétadine (Iode)	Mercurochrome (Mercure)	Eau oxygénée
Bactéries	++	+/-	+++	+	+
Levures	+	-	++	+	+
Moisissures	+	-	++	-	-
Virus	+/-	-	++	-	+/-

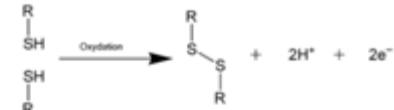
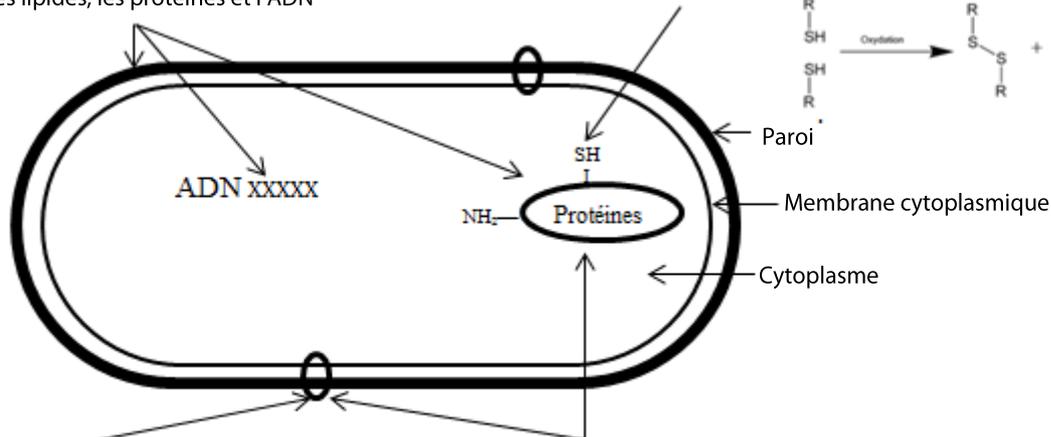
- Quel est le désinfectant le plus efficace ?

En se basant sur l'expérience, l'alcool et l'iso-bétadine semblent être les plus efficaces. En se basant sur le tableau, il apparaît clairement que l'iso-bétadine est le désinfectant le plus efficace.

Schéma d'action des différents antiseptiques

Eau oxygénée : production de radicaux libres qui interagissent avec les lipides, les protéines et l'ADN

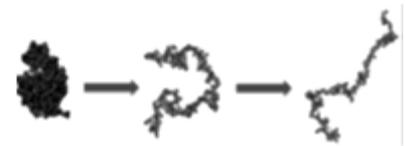
Iode : dénaturation des protéines cytoplasmiques et blocage de leur synthèse



Mercure : blocage des groupements SH des protéines membranaires

Alcool : dénaturation des protéines cytoplasmiques et membranaires

Colorant : /



Effet des antiseptiques

Vous allez tester l'effet de différents antiseptiques (iso-bétadine, éosine et alcool) sur la viabilité des levures.

- Qu'est-ce qu'une levure ?

Par définition, une levure est un champignon unicellulaire apte à provoquer la fermentation des matières organiques animales ou végétales .

Matériel et réactifs

Matériel

- 4 lames et 4 lamelles
- 4 tubes à essai
- 4 pipettes en plastique
- 1 microscope optique (500 x)
- 1 chronomètre
- Papier tork

Réactifs

- Iso-bétadine
- Eosine
- Alcool
- Bleu de méthylène
- Eau déminéralisée
- Levure fraîche

Mode opératoire

- Préparez la suspension de levures : dissolvez une petite cuillère à café de levure fraîche dans 100 mL d'eau déminéralisée.
- Annotez vos 4 tubes à essai en fonction des 4 conditions testées : contrôle, alcool, éosine, iso-bétadine.
- Ajoutez 5 mL de suspension de levures dans chacun des tubes à essai.
- Ajoutez 5 gouttes de chaque antiseptique dans les tubes à essai correspondant et attendez 5 minutes.
- Déposez, à l'aide d'une pipette en plastique, une goutte de chaque solution sur une lame.
- Déposez une lamelle sur la goutte et épongez le surplus de liquide à l'aide du papier tork.
- Déposez ensuite une goutte de bleu de méthylène sur la tranche de la lamelle et attendez que le bleu de méthylène ait diffusé avant d'observer au microscope.
- Notez vos observations dans le tableau ci-dessous.

Résultats

	Estimation de cellules blanches (%)	Estimation de cellules bleues (%)
Contrôle	A remplir	A remplir
Alcool	A remplir	A remplir
Eosine	A remplir	A remplir
Iso-bétadine	A remplir	A remplir

Analyse

Sachant que le bleu de méthylène est un colorant qui entre dans la cellule lorsque la membrane cellulaire est lésée, quel antiseptique vous semble le plus efficace pour nettoyer la plaie de Maxime ?

Il s'agit de l'iso-bétadine.

Mode d'action de l'iode sur les microorganismes

L'iso-Bétadine contient de la **polyvidone iodée** (PVP-I). C'est un complexe chimique soluble dans l'eau, composé d'iode et de polyvinylpyrrolidone (PVP). L'iode contenu dans le complexe est incorporé dans une longue chaîne de polyvidone qui sert de réservoir. Une partie de l'iode fixé (inactif) est progressivement libérée. Seul l'iode sous sa forme libre est capable de **tuer les microorganismes**. Il pénètre très rapidement dans les bactéries, les virus et les champignons et détruit les éléments constitutifs de ces micro-organismes, ce qui entraîne leur mort. Au fur et à mesure que l'iode libre est utilisé pour détruire les microbes, l'iode fixé est libéré du réservoir. Ainsi, une quantité constante d'iode libre est présente en permanence dans la solution, ce qui permet de tuer rapidement et efficacement les microorganismes. Ce processus se poursuit jusqu'à ce que tout l'iode fixé soit libéré de la chaîne et utilisé.

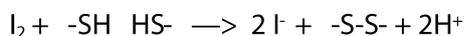
L'iode libre (I_2) est ce qu'on appelle un oxydant : il oxyde les molécules environnantes (les protéines membranaires, par exemple) en leur arrachant des électrons. Il se réduit alors en I^- .

- Réaction de **réduction** de l'iode : l'iode oxyde les molécules environnantes en leur arrachant des électrons, c'est un **oxydant** : $I_2 + 2 e^- \rightarrow 2 I^-$

- Réaction d'**oxydation** : elle se fait au niveau des groupements -SH des protéines: la protéine est oxydée (formation de ponts entre les atomes de soufre) car elle perd des électrons, c'est un **réducteur** :
 $-SH \quad HS^- \rightarrow -S-S- + 2H^+ + 2 e^-$

Un couple d'oxydo-réduction ou couple redox est formé par un oxydant et son réducteur conjugué : $Oxydant + n e^- \rightarrow Réducteur$

Le diiode, en présence de protéines, est capable de leur arracher des électrons pour les oxyder. La formation de ponts disulfures entraîne une modification de la structure des protéines ce qui entraîne la mort des microorganismes.



Détermination de la concentration en iode

En cherchant de l'iso-bétadine dans la pharmacie, vous trouvez deux bouteilles dont l'une est déjà ouverte. Vous vous demandez alors si elle le produit est encore efficace. Maintenant que vous savez que l'iode est le principe actif de l'iso-bétadine, vous pouvez vérifier expérimentalement (par un titrage) si la teneur en iode est bien celle indiquée sur la bouteille et si les deux bouteilles d'iso-Bétadine® (déjà ouverte et fermée) ont la même concentration en diiode.

Vous allez réaliser un titrage colorimétrique, c'est-à-dire une manipulation qui permet de déterminer la concentration d'une solution sur base d'un changement de couleur.

Parce que la solution de départ contient de l'**iode I₂**, elle est brun foncé. L'agent titrant utilisé est le **thiosulfate de sodium** Na₂S₂O₃ (transparent). Peu à peu, ils vont réagir ensemble pour former des ions iodures I⁻ et du Na₂S₄O₆. La solution va se décolorer jusqu'à devenir jaune pâle.

L'indicateur est alors ajouté, il s'agit de l'**empois d'amidon**. Celui-ci réagit avec l'iode restant dans la solution qui devient alors brune-bleutée.

Il faut ensuite continuer le titrage avec le thiosulfate de sodium jusqu'à disparition totale de la couleur bleue, c'est le virage. La disparition de couleur est le témoin de l'**équivalence** : on a ajouté suffisamment de thiosulfate de sodium pour faire réagir tout l'iode.

Parce qu'on connaît le volume d'iso-Bétadine engagé, le volume de thiosulfate nécessaire pour faire le titrage et sa concentration, il est possible de **déterminer la concentration en iode**.

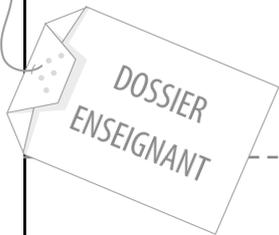
Matériel et réactifs

Matériel

- 1 erlenmeyer
- 1 berlin de 100 mL
- 1 burette et 1 statif
- 1 pipette de 10 cm³
- 1 propipette

Réactifs

- Iso-bétadine dont le flacon a déjà été ouvert
- Iso-bétadine dont le flacon est fermé
- Thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) 0,05 mol/L
- Empois d'amidon
- Eau déminéralisée



Mode opératoire

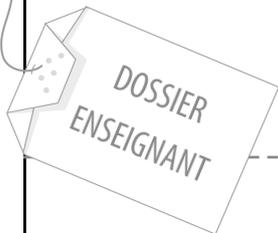
- Prélevez 10 mL d'iso-bétadine provenant du flacon déjà ouvert et insérez-le dans l'erlenmeyer
- Remplissez la burette de thiosulfate de sodium et mettez le niveau à 0.
- Titrez lentement l'iode.
- Lors du titrage, rincez les parois de l'erlenmeyer avec de l'eau distillée.
- Lorsque la solution devient jaune pâle, ajoutez 1 à 2 cm³ d'empois d'amidon.
- Continuez le titrage jusqu'à la décoloration complète de la solution.
- Notez le volume de thiosulfate de sodium utilisé et recommencez le titrage une seconde fois pour l'iso-bétadine provenant du flacon déjà ouvert.
- Recommencez l'ensemble des manipulations pour l'iso-bétadine provenant du flacon fermé.

Résultats

- Volume de thiosulfate de sodium utilisé pour le titrage de l'iso-bétadine provenant du flacon déjà ouvert :
 - ⇒ Volume 1 :
 - ⇒ Volume 2 :
 - ⇒ Volume moyen : 14,8 mL (ce volume est donné à titre indicatif ; une réponse différente peut être obtenue en fonction de l'iso-bétadine utilisée)
- Volume de thiosulfate de sodium utilisé pour le titrage de l'iso-bétadine provenant du flacon fermé :
 - ⇒ Volume 1 :
 - ⇒ Volume 2 :
 - ⇒ Volume moyen :

Analyses

- Ecrivez l'équation de la réaction d'oxydation : $2 S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2 e^-$
- Ecrivez l'équation de la réaction de réduction : $I_2 + 2 e^- \rightarrow 2 I^-$
- Ecrivez l'équation de la réaction globale : $2 S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2 I^-$
- Calculez la concentration en iode pour les deux flacons d'iso-bétadine
 - ⇒ Flacon déjà ouvert
 - $n_{Na_2S_2O_3} = C_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3} = 0,05 \cdot 0,0148 = 7,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
 - $n_{I_2} = n_{Na_2S_2O_3} / 2 = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
 - $C_{I_2} = n/V = 3,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$



⇒ Flacon fermé

- Sachant que 1 g d'iode est associé à 9,3 g de polyvidone, calculez la masse de polyvidone présente dans chacun des deux flacons d'isobétadine et comparez la valeur à celle inscrite sur la bouteille.

⇒ Flacon déjà ouvert

$$m_{I_2} = n_{I_2} \cdot M_{I_2} = 3,7 \cdot 10^{-2} \cdot 254 = 87 \text{ g/L}$$

⇒ Flacon fermé

- Observez-vous une différence entre les deux flacons d'iso-bétadine ?

Réflexions

- A quoi sert un titrage ?

L'objectif d'un titrage est de déterminer la concentration d'une solution. Dans ce cas-ci, nous voulons déterminer la concentration en iode au sein de la solution d'iso-bétadine.

- Qu'est-ce que l'équivalence ?

L'équivalence est le moment où le nombre de mole d'agent titrant et d'agent titré sont équivalents.

- Pourquoi le fait de rincer les parois de l'erlenmeyer à l'eau déminéralisée ne change pas le résultat du titrage ?

Car l'ajout d'eau déminéralisée ne change pas le nombre de moles d'iode au sein de la solution.