

## TP 2 – Diffusion à travers une membrane

Travail en binôme, un compte rendu par binôme à rendre à la fin de la séance.

### CONSIGNES DE SÉCURITÉ

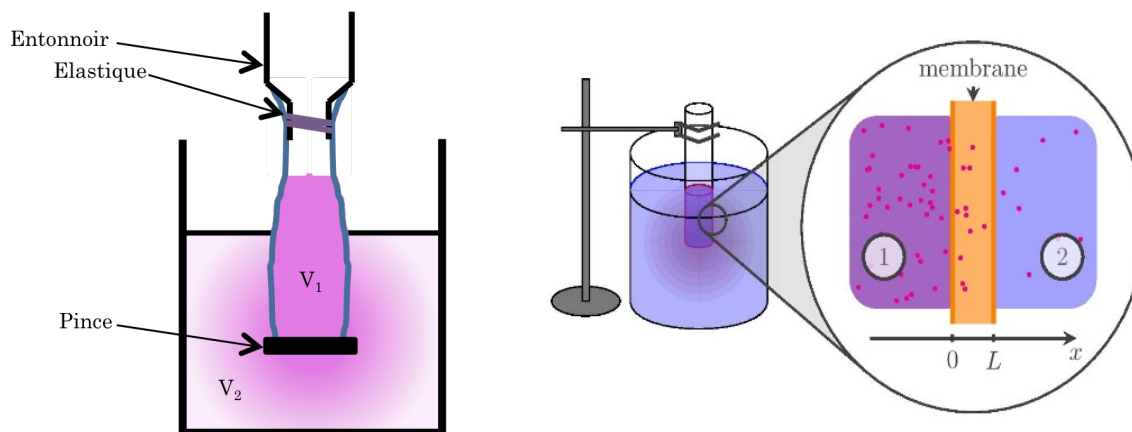
- ✓ Ce TP nécessite la manipulation de liquides pouvant tacher les vêtements. Le port de la blouse est fortement conseillé.
- ✓ Les essuie-tout en papier seront rincés sous le robinet et essorés avant d'être jetés à la poubelle.

Le but de ce TP est d'étudier le phénomène de diffusion passive à travers une membrane, comprendre quels paramètres entrent en jeu dans ce phénomène, et donner un sens précis à la notion de perméabilité.

Pour ce faire, nous allons suivre l'évolution au cours du temps de la concentration d'une solution de permanganate de potassium qui se répartit dans deux compartiments séparés par une membrane de cellulose. La concentration de part et d'autre de la membrane sera évaluée à partir de la densité optique de la solution, mesurée grâce à un spectro-photomètre.

### Matériel

Voici une représentation schématique du montage de base que vous allez utiliser pour ce TP. La figure à droite représente la membrane séparant deux solutions aqueuses notées (1) et (2), respectivement de volumes  $V_1$  et  $V_2$  :



Vous disposez de :

- un chronomètre
- un bêcher de 1 L
- un bulleur
- une membrane de cellulose (boudin de dialyse de 10 cm de long, environ)
- de l'eau distillée
- une éprouvette graduée contenant 50 mL de solution mère de permanganate à 1g/L
- un petit entonnoir, un élastique et une pince à dialyse
- une potence avec une pince
- une "petite seringue" de 1 mL et une "grande seringue" de 5 mL
- une vingtaine de cuve de spectroscopie et leur support
- un spectrophotomètre

### Principe

Un boudin de cellulose est fixé à une extrémité à un anneau et est obturé à l'autre extrémité par une pince (figure). On remplit le boudin d'un volume  $V_1$  d'une solution de permanganate de potassium (le mouiller pour

pouvoir l'ouvrir). On suit alors l'évolution en fonction du temps de la concentration  $C_1(t)$  de permanganate de potassium dans le compartiment  $V_1$ .

### Mesurer la concentration à l'aide du spectrophotomètre : détermination de la courbe d'étalonnage

#### Absorbance

Les concentrations des solutions prélevées au cours de l'expérience seront mesurées grâce à un spectrophotomètre (voir notice), capable de mesurer le niveau de « transparence » d'une solution colorée et de l'associer à sa concentration.

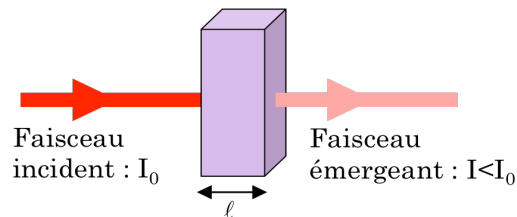
Lorsqu'un faisceau lumineux de longueur d'onde définie et d'intensité  $I_0$  traverse une cuve contenant une solution colorée, une partie de la lumière est absorbée et en sortie l'intensité vaut  $I < I_0$ .

On définit l'**absorbance (ou densité optique) A** de l'échantillon par :  $A = -\log_{10} \frac{I_0}{I}$

La **loi de Beer-Lambert** indique que A est proportionnelle à la largeur  $\ell$  de l'échantillon et à sa concentration C :

$$A = \varepsilon \ell C$$

où  $\varepsilon$  est le coefficient d'extinction molaire et dépend de la longueur d'onde du faisceau.



Si le coefficient  $\varepsilon \ell$  est connu, on peut déduire la concentration C d'une solution à partir de la mesure de son absorbance A. Pour obtenir ce coefficient, on doit effectuer un **étalonnage** à partir d'échantillons de concentrations connues dont on mesure l'absorbance.

Cependant, lorsque comme dans ce TP, on n'est intéressé qu'à des **rapports** entre concentrations, on peut se passer de la détermination de ce coefficient, les rapports entre concentrations étant égaux aux rapports entre absorbances :

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

#### Dilution des échantillons

La concentration  $C_1$  de la solution que vous allez prélevée dans le boudin est trop grande pour pouvoir être analysée optiquement : l'intensité sortante I ne serait pas mesurable. Les prélèvements doivent donc être dilués (ajout d'un volume  $V_{\text{eau}}$  d'eau distillée). On peut relier la concentration initiale  $C_1$  à la concentration  $C'_1$  des échantillons dilués en effectuant un bilan de matière.

Cependant, encore une fois, on peut se passer de cette conversion si on ne s'intéresse qu'à des rapports entre concentrations, **pourvu que la dilution effectuée soit toujours la même**. Nous nous placerons dans ces conditions.

#### Réalisation du montage

**Attention !** L'expérience commencera à l'instant où vous immergerez le boudin de cellulose rempli de permanganate (compartiment (1)) dans le bêcher rempli d'eau. **A ce moment là vous déclencherez votre chronomètre.** Attendez donc d'être prêts avant d'immerger le boudin dans l'eau !

Remplir le grand bêcher d'eau distillée, jusqu'à 8 cm du bord.

Fixer l'entonnoir à la potence.

On dispose d'un segment de membrane cylindrique (boudin) de 10 cm de long. Le boudin doit être fixé au plus haut sur l'entonnoir en plastique. L'élastique de serrage doit être enfilé avant puis rabattu sur la membrane.

Pour fermer la partie basse: **plier au moins 3 fois** la membrane sur elle-même tout en conservant une hauteur de l'ordre de 6-7 cm, puis serrer cet ourlet avec la pince.

Remplir le boudin jusqu'au niveau de l'entonnoir d'un **volume V1 mesuré** de solution mère ( $C_0 = 1 \text{ g/L}$ ) à l'aide d'une éprouvette graduée (mesurer le volume restant pour déterminer  $V_1$ ). Le boudin doit être rempli jusqu'au niveau de l'entonnoir.

### Prélèvements

#### Précautions :

- Les prélèvements et dilutions doivent être précis !
- Les cuves à spectrophotométrie doivent être manipulées avec précaution : tenir les cuves par le haut (zone opaque). Toutes traces de doigts sur le trajet du faisceau lumineux fausseront la mesure d'absorbance.
- Le contenu des cuves doit être homogène : homogénéiser le contenu en agitant la cuve (la fermer avec un bout de plastique pour pas salir vos doigts) et vérifier l'absence de bulles d'air dans la solution.

Vous devrez prélever à l'aide de la petite seringue, à intervalles d'environ 5 minutes et pendant 1h, **très précisément** 0.3 mL dans le boudin pour les placer chacun dans une cuvette de spectroscopie. Votre temps "t = 0" sera prélevé directement dans la solution initiale de permanganate à 1g/l.

La concentration évoluant rapidement au début de l'expérience, effectuer **un maximum de prélèvements les 15 premières minutes**. L'ensemble des prélèvements sera étalé sur 1 heure.

Exemple d'échantillonnage des temps :

t (mn) : 0 (solution mère), 3, 6, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60

A chaque prélèvement, placez les 0.3 mL prélevés dans une cuvette de spectroscopie et ajouter **très précisément** 2.7 mL d'eau distillée à l'aide de la grande seringue. Placez la cuvette sur son support et **n'oubliez pas de noter à quel temps précis correspond chaque cuvette**.

### C'est parti !

Immergez le boudin dans le grand bêcher de telle sorte que **le niveau de solution S1 reste au même niveau de l'eau distillée**. Cette étape correspond à votre origine des temps (**penser à lancer le chronomètre !**).

Insérer immédiatement le bulleur dans la solution (2) (grand récipient) pour assurer l'homogénéisation.

### Surface de la membrane

A la fin de l'expérience, ouvrir le boudin selon une génératrice du cylindre et **mesurer sa surface immergée S**.

### Données, représentations graphiques, échelle de temps.

1) Construire, à partir des mesures, le tableau :

temps t (min)	$\frac{C_1(t)}{C_1(0)} = \frac{A(t)}{A(0)}$
---------------	---

2) Tracer la courbe d'évolution de  $C_1(t)/C(0)$  en échelle linéaire (papier millimétré). A quel type d'évolution peut-on penser en observant la courbe obtenue ?

3) Tracer maintenant la courbe d'évolution de  $C_1(t)/C(0)$  sur le **papier semi-logarithmique**, en utilisant l'axe logarithmique pour le rapport de concentrations et l'axe linéaire pour les temps.

On rappelle que, lorsque on utilise une telle échelle pour tracer une quantité  $y$  en fonction d'une autre quantité  $x$ , on obtient en fait le graphe de  $\log_{10}(y)$  en fonction de  $x$ .

Quel genre de courbe obtient-on ? Pouvez-vous en déduire la loi d'évolution de la concentration

$C_1(t)/C_1(0)$  et comparer à l'hypothèse faite à la question précédente ? Exprimez-la comme une fonction du temps :  $C_1(t)/C_1(0) = f(t)$ .

- 4) Déterminez la pente  $P$  de la droite obtenue sur le graphe de la question 3 :

**Attention** : pour un graphe en échelle semi-logarithmique comme le votre, avec le temps en minutes, la pente se mesure en « **décades par minutes** », une décade étant la distance qui sépare sur l'axe logarithmique une valeur  $x$  de la valeur  $10x$  (donc deux décades entre  $x$  et  $100x$ , etc). Les « décades » étant des grandeurs sans dimensions, l'unité de la pente sera donc le  $\text{min}^{-1}$ .

Estimez également, graphiquement, l'erreur  $\Delta P$  sur la pente, en prenant les pentes la plus et la moins élevées. Le point  $(0, 1)$  doit-il obligatoirement appartenir à la courbe ?

### Création d'une banque de données commune

Nous allons utiliser les résultats de ce TP pour évaluer, dans le prochain TD, la perméabilité de la membrane. Pour cela, il est une bonne idée d'utiliser l'ensemble des mesures de tous les binômes, ce qui permet d'avoir une estimation plus précise.

**Renseigner clairement dans votre compte rendu les données suivantes :**

groupe (prénoms)	volume $V_1$ (mL)	Surface immergée $S$ ( $\text{mm}^2$ )	pente $P$ ( $\text{min}^{-1}$ )	$\Delta P$ ( $\text{min}^{-1}$ )
------------------	-------------------	--	---------------------------------	----------------------------------

Ces données seront également écrites au tableau, et vous pouvez les recopier dans cette table à conserver :

groupe (prénoms)	volume $V_1$ (mL)	Surface immergée $S$ ( $\text{mm}^2$ )	pente $P$ ( $\text{min}^{-1}$ )	$\Delta P$ ( $\text{min}^{-1}$ )