

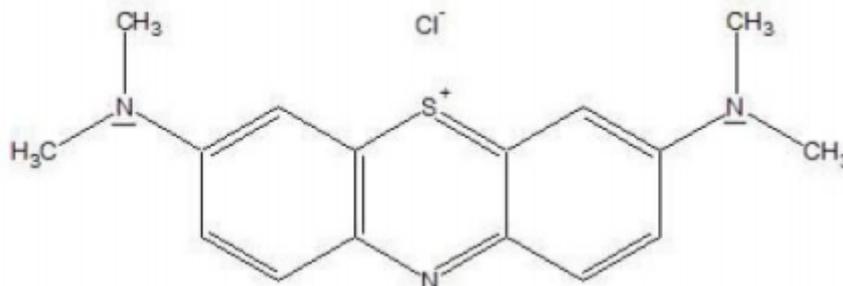
## TP Photo-dégradation d'un colorant par adsorption sur les Nps de ZnO

### Introduction :

De plus en plus, le problème de gestion des eaux usées devient important voir crucial. Le rejet des colorants dans l'environnement constitue une petite proportion de cette pollution des eaux mais ceux-ci sont visibles dans l'eau à cause de leur couleur et sont surtout très néfastes pour l'environnement.

L'eutrophisation est favorisée par le nitrate (présence d'azote) et le phosphate, qui sont les principaux nutriments des algues, libérés dans l'eau par l'activité microbienne sur les colorants. Par ailleurs ils sont aussi toxiques pour les micro-organismes et donc affecte la régulation naturelle. Les colorants sont une source de pollution visuelle mais au-delà de cette nuisance ils ont la capacité de bloquer la transmission de la lumière dans l'eau réduisant ainsi la photosynthèse des plantes aquatiques. Ils s'accumulent dans les organismes vivants car ce sont des substances dont l'organisme n'a pas besoin. Ils ne rentrent pas dans les métabolismes, et comme étant non biodégradables ils sont difficiles à éliminer, ils se bio-accumulent dans les tissus. Ils sont la cause de plusieurs dommages sur la santé et ils peuvent être : mutagènes, génotoxiques, cancérigènes (thyroïde), etc.

Le bleu de méthylène, ou chlorhydrate de tétraméthylthionine, dérivé de l'éthyltoluidine, fait partie des colorants cationiques de par sa classification tinctoriale. Ce sont des sels d'amines ce qui leur confère une grande solubilité dans l'eau. Les liaisons se font entre les sites cationiques des colorants et les sites anioniques des fibres. C'est un composé organique dont la formule brute est  $C_{16}H_{18}N_3S^+Cl^-$  avec une masse molaire de  $319,852 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , se présentant sous forme d'une poudre cristalline.



Dans la classification chimique il se retrouve dans les colorants dits azoïques qui sont caractérisés par la présence d'un groupement azoïque (-N=N-) dans la molécule. Ce type de colorant est le plus répandu mondialement avec plus de 50% de la production de matière colorante.

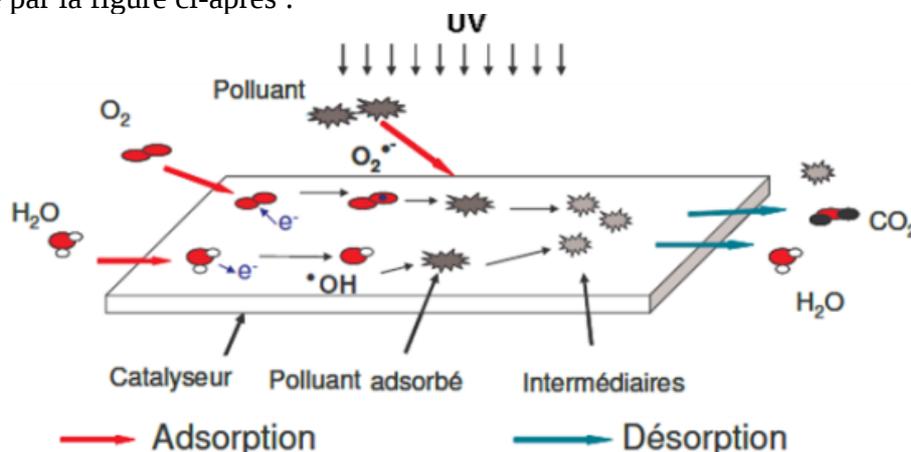
Le tableau suivant montre quelques propriétés du bleu de méthylène

Propriétés	Valeurs
Solubilité dans l'eau (g/l) à 20°C	40
pH	5,9
pKa	3,8
$\lambda_{\text{max}}$ (nm)	665 ou 662
Point de fusion (°C)	180

La photocatalyse hétérogène est basée sur le principe de génération d'une paire électron-trou lors de l'absorption d'un photon par un semi-conducteur. Lors de l'absorption d'un photon d'énergie suffisamment élevé, un électron est excité et passe de la bande de valence vers la bande de conduction du semi-conducteur. La distance entre les bandes de valence et de conduction est appelée bande interdite (l'énergie de gap). La valeur de la bande interdite détermine l'énergie minimale que le photon doit avoir pour exciter un électron vers la bande de conduction. Lors du processus d'absorption d'un photon, il y a déplacement d'un électron sur la bande de conduction ( $e^-$  CB) et formation d'une lacune, qu'on nomme «trou» sur la bande de valence ( $h^+$  VB). On considère l'électron et le trou comme des porteurs de charges

Comme toute réaction de catalyse hétérogène, les réactions photocatalytiques peuvent être décomposées en cinq étapes : **1.** Absorption de la lumière **2.** Séparation de la paire électron-trou (migration vers la surface du matériau). **3.** Réaction redox à la surface. **4.** Désorption des produits intermédiaires et/ou finals de la surface catalytique. **5.** Transfert des produits quittant le catalyseur.

Globalement une réaction photocatalytique peut être décrite comme une réaction d'oxydoréduction catalysée par un matériau semi-conducteur excité, à la surface duquel sont adsorbés les réactifs. Les étapes de la dégradation photocatalytique d'un polluant organique peuvent donc être représentées de manière globale par la figure ci-après :



### Mode opératoire :

- Dans un bécher on verse un volume de 50 ml d'une solution aqueuse du polluant (Bleu méthylène : BM) d'une concentration 10 mg/l à température ambiante.
- Une quantité de 100 mg de catalyseur (ZnO) est ajoutée à cette solution, ce qui correspond à une concentration en ZnO; quantité nécessaire pour absorber tous les photons.
- Pour atteindre l'équilibre d'adsorption à la surface du catalyseur, la solution est agitée à l'obscurité, en contact avec les particules de semi-conducteur, durant 15 min à l'aide d'un agitateur magnétique. Cette agitation permet une répartition homogène du catalyseur ainsi qu'une bonne dissolution d'oxygène nécessaire à l'oxydation.
- Après 15 min d'adsorption et avant de se mettre la solution à la lumière UV, avec une pipette pasteur en plastique un prélèvement de 2 ml est effectué, l'échantillon est filtré par centrifugeuse afin d'éliminer le ZnO ensuite le filtrat recueilli et analysé par spectrophotométrie UV-visible correspondant à  $t=0$  minute.
- Pour suivre la cinétique de la dégradation, la solution est soumise à la lumière artificielle (lampe UV) et maintenue sous agitation, la dégradation photocatalytique commence, la variation de la concentration en solution du polluant organique est suivie en effectuant des prises de 2 ml, dans des intervalles de 10 min puis des intervalles de 30 min après 1h.
- Les échantillons prélevés sont filtrés, le filtrat est analysé par spectrophotométrie UV-visible (l'absorbance est notée  $A$ )
- Le blanc est constitué de 2 ml d'eau distillée et le témoin est constitué de 50 ml de BM seulement (Son absorbance est notée  $A_0$ ).

**Questions :** - Expliquez l'atténuation de la couleur bleu de la solution BM.

- Calculez le taux de dégradation en utilisant l'équation suivante :

- Commentez

$$x = \left[ \frac{A_0 - A}{A_0} \right] * 100\%$$