



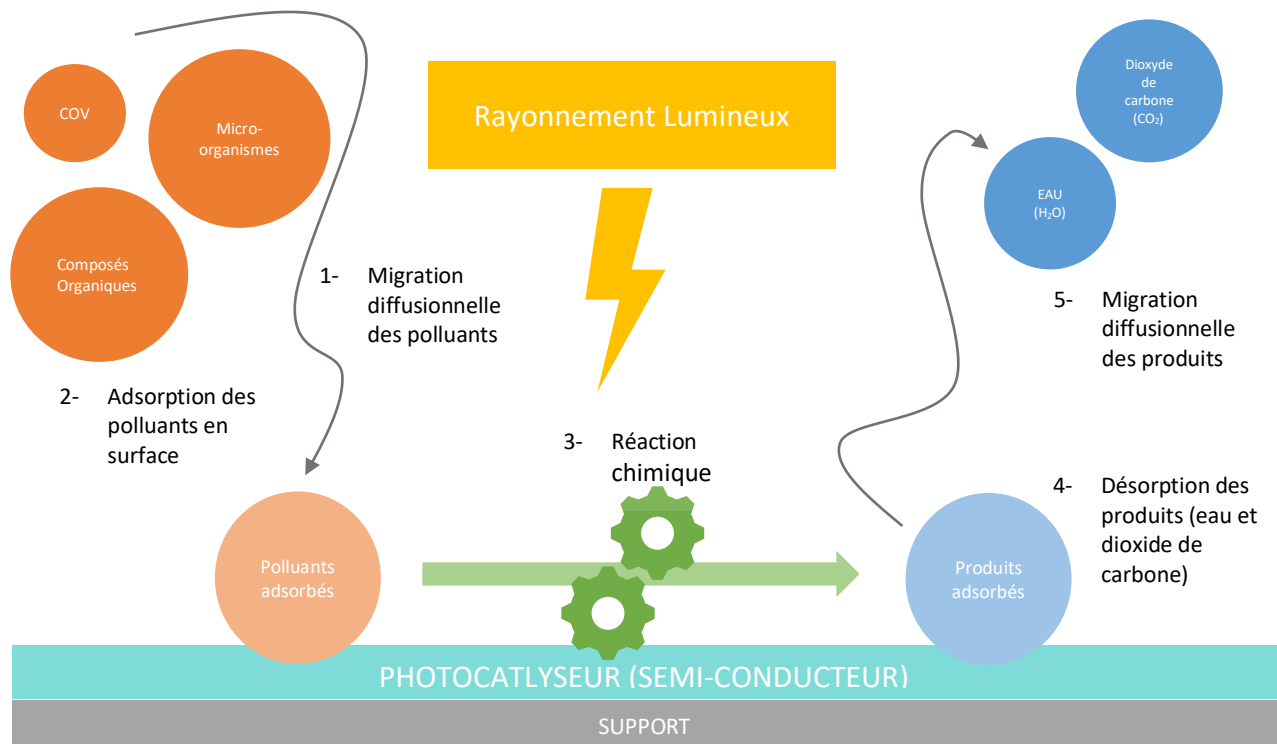
LA PHOTOCATALYSE

Principe de la Photocatalyse

L'absorption des rayonnements lumineux (principalement UV) provoque sur le photocatalyseur constitué d'un semi-conducteur (TiO₂, ZnO, Fe₂O₃, ZnS, CdS...) une excitation des électrons périphériques qui passent de la bande de valence (BV) à la bande de conductance (BC) en créant des paires électrons-trous, capables par réaction avec l'oxygène de l'air et ou l'humidité atmosphérique de former des radicaux et d'initier des réactions d'oxydo-réductions. Historiquement, le photocatalyseur le plus utilisé industriellement est le TiO₂ mais depuis quelques années d'autres substances émergent comme le ZnO.

Le processus photocatalytique peut être divisé en cinq étapes indépendantes :

- 1- Migration diffusionnelle des polluants d'une phase fluide (par exemple air ou eau) vers la surface du photocatalyseur, y compris dans la porosité du photocatalyseur
- 2- Adsorption des polluants à la surface du catalyseur
- 3- Réaction chimique en phase adsorbée
- 4- Désorption des produits
- 5- Migration diffusionnelle des produits de la surface du catalyseur vers la phase fluide.

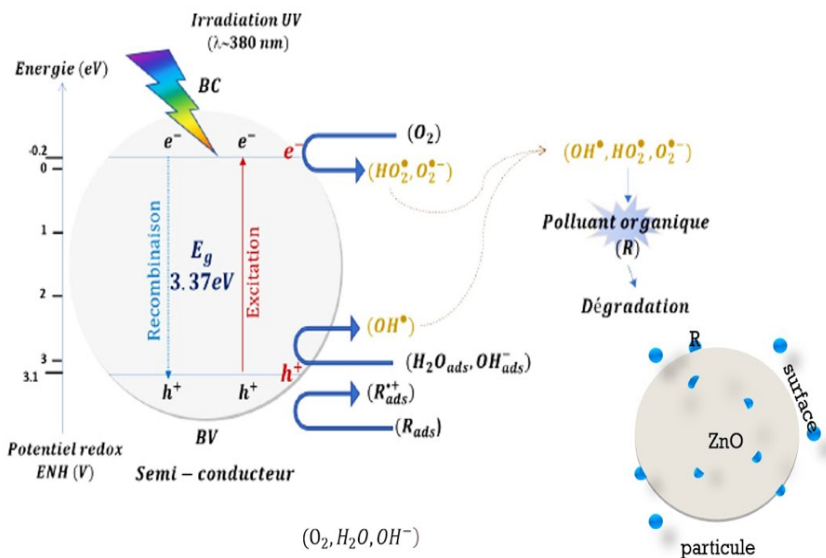




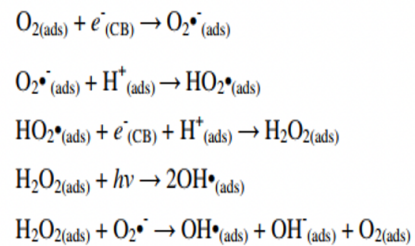
Allons un peu plus loin dans les processus chimiques !

Quand un catalyseur semi-conducteur est illuminé par des photons d'énergie égale ou supérieure à l'énergie de sa bande interdite, ou « band gap », ($E_g < h\nu$), il y a ainsi absorption de ces photons et création de paires électron (e^-) - trou (h^+) avec le transfert d'un électron (e^-) de la bande de valence à celle de conduction et la création d'une lacune électronique (h^+) au niveau de la bande de valence.

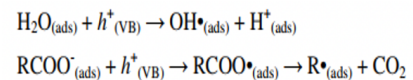
Simultanément, en présence d'une phase fluide (gaz ou liquide), une adsorption spontanée se produit et selon le potentiel redox de chaque adsorbat, un transfert d'électron peut s'opérer vers les molécules de caractère électro-accepteur (A), tandis que les photo-trous positifs sont transférés vers les molécules de caractère électro-donneur (D).



Réaction avec l'électro-accepteur A



Réaction avec l'électro-donneur B



En résumé, pour que la réaction photocatalytique puisse se faire, il faut réunir les conditions suivantes :

- 1- Le photocatalyseur doit obligatoirement être accessible aux rayonnements lumineux
- 2- Les polluants, qu'ils soient solides, liquides, ou gazeux doivent être au contact du photocatalyseur pour être dégradés.
- 3- Le rayonnement lumineux doit être de nature à pouvoir activer le photocatalyseur.



Applications pratiques de la photocatalyse

En pratique on peut distinguer deux types de principe photocatalytique, la photocatalyse active et la photocatalyse passive.

- La photocatalyse active

Elle sert essentiellement à la dépollution de l'air ou de l'eau. Le fluide à dépolluer est aspiré à l'aide d'un ventilateur ou d'une pompe à travers une cellule photocatalytique. Cette cellule est constituée d'un support traité à l'aide d'une solution photocatalytique. L'ensemble est irradié à l'aide d'une source lumineuse artificielle constituée de tube UV. Les polluants se trouvent alors en contact avec le photocatalyseur et sont décomposés dans la cellule photocatalytique.

Le rendement de ce type de réacteur dépend du débit du fluide, de la puissance de la source lumineuse, de la surface irradiée et de la concentration en polluant.

Cela concerne la dépollution de l'air intérieur de l'habitat avec de petits systèmes individuels jusqu'à des installations industrielles permettant de dépolluer l'air avec des débits de plus de 50.000 m³/h.

Les systèmes de dépollution de l'eau fonctionnent sur le même principe en source artificielle ou naturelle.

- La photocatalyse passive

Dans le cas de la photocatalyse passive, aucun réacteur n'est utilisé, les supports existants servent de surfaces rendues photocatalytiques.

Ce type de système permet essentiellement de rendre les surfaces autonettoyantes et de dépolluer l'air des COV en extérieur.

Les matériaux photocatalytiques, peuvent alors être :

- Déposer in situ lors de procédés de fabrication
- Incorporer dans les matériaux
- Pulvériser en tant que revêtement à posteriori sur la surface des éléments à traiter.

Regardons d'un peu plus près les applications en pulvérisation...



Dans le cas de la pulvérisation, le produit photocatalytique est formulé sous forme de lasure qui tient ses propriétés autonettoyantes selon deux principes distincts :

- Décomposition des polluants de surface par oxydation des matières organiques (figure 1)
- Création d'une surface super hydrophile favorisant le ruissellement des eaux de pluie et ainsi le lavage de la surface (figure 2 et 3)

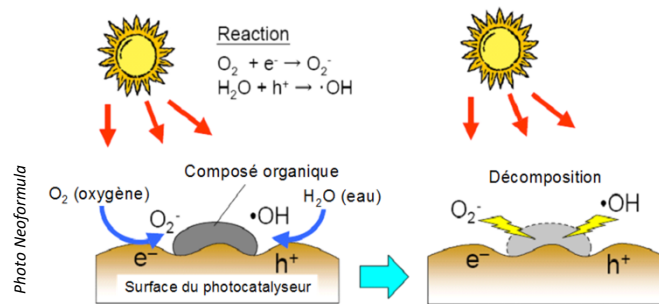


Figure 1 Dégradation de la matière par photocatalyse

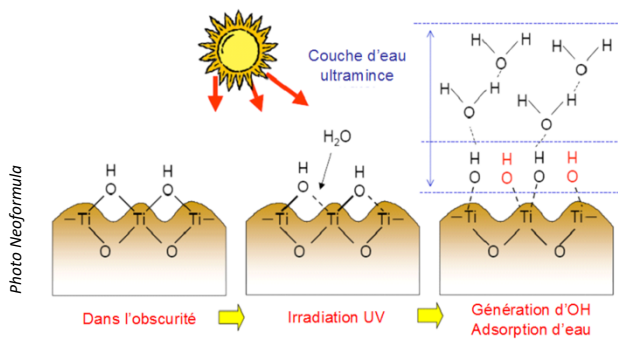


Figure 2 Formation du film superhydrophile avec TiO_2 comme photocatalyseur

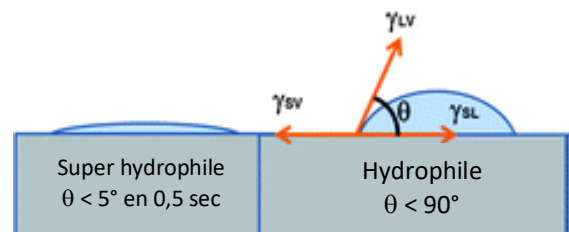


Figure 3 caractérisation d'une surface Superhydrophyle par dépôt de goutte d'eau