

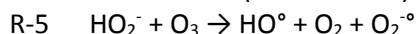
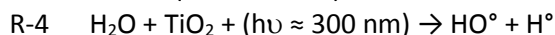
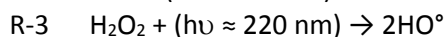
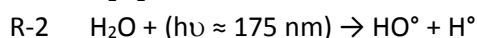
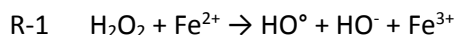
Sonochimie appliquée à l'élimination de l'ibuprofène

Christian Pétrier, Fabiola Mendez-Arriaga, Ricardo Torres-Palma, César Pulgarin, Stéphane Baup. 2008

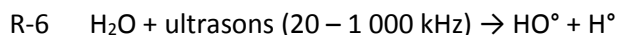
https://www.researchgate.net/publication/50370487_Sonochimie_appliquee_a_l'elimination_de_l'ibuprofene

Extraits

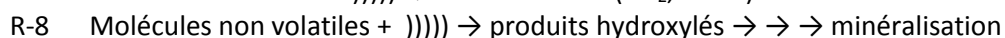
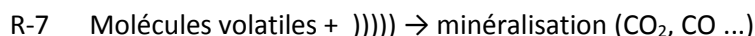
Différents composés chimiques d'origine hospitalière peuvent être introduits dans le cycle de l'eau. Certains de ces composés xénobiotiques, de faible biodégradabilité et nocifs à très faible concentration, ne sont pas totalement éliminés dans les filières de traitement classique de l'eau. Les exigences requises pour l'élimination complète des composés à risques peuvent être atteintes par le recours à des procédés d'oxydation avancée, centrés sur la réactivité du **radical hydroxyle ($\text{HO}^\bullet$)** qui, en milieu aqueux, réagit rapidement avec les molécules organiques (constante de vitesse moyenne $k > 1\,010\text{ l.mol}^{-1}.\text{s}^{-1}$). La vitesse de réaction est donc limitée principalement par sa vitesse de diffusion dans le milieu. Historiquement, $\text{HO}^\bullet$ est l'entité réactive impliquée dans la réaction de Fenton (R-1). Il peut être produit selon différentes méthodes, physiques, chimiques, ou physicochimiques. Les procédés les plus courants sont basés sur la photodécomposition de l'eau (R-2) ou du peroxyde d'hydrogène (R-3), la photocatalyse hétérogène (R-4), la réaction du peroxyde d'hydrogène et de l'ozone (R-5).



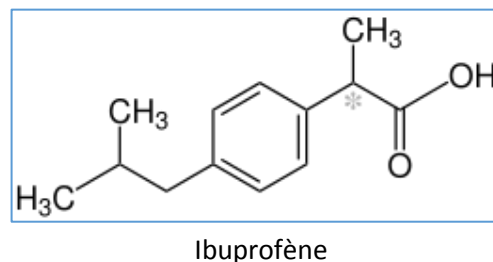
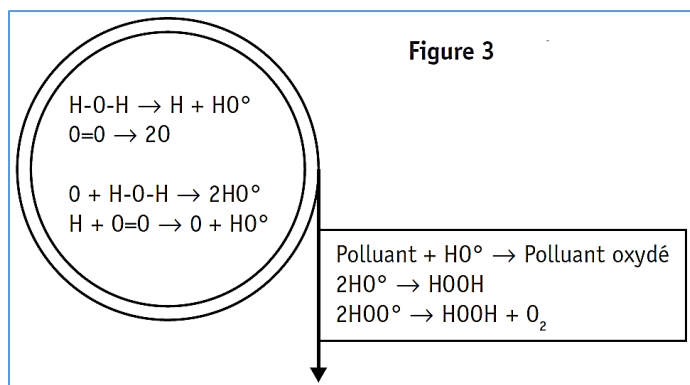
Ce radical actif, peut également être généré dans l'eau par application d'une onde sonore à une fréquence supérieure au seuil de l'audition humaine ($f > 20\text{ kHz}$).



Dans ce cas, la formation du radical $\text{HO}^\bullet$ ne résulte pas comme en photochimie (réactions R-2 et R-3) de l'interaction directe d'une onde avec une structure moléculaire. L'événement central qui conduit à la sonochimie (chimie induite par des ultrasons) est le phénomène de cavitation acoustique. La cavitation acoustique se définit comme la formation et l'évolution de bulles contenant du gaz dissous et de la vapeur d'eau sous l'effet d'un champ de pression oscillant périodiquement. L'évolution d'une bulle peut se terminer par l'implosion de la cavité. La durée de l'effondrement est très brève, environ un quart de la période de l'onde acoustique (10^{-6} à 10^{-7} s). Il s'effectue ainsi de manière quasi adiabatique avec pour conséquence, au stade ultime de la compression, la formation d'une brève ponctualité caractérisée par une température et une pression élevées ($T > 2\,000\text{ }^\circ\text{C}$; $P > 150\text{ atm}$). Pratiquement, la bulle de cavitation acoustique peut être regardée comme un microréacteur qui incinère les molécules polluantes volatiles (benzène, chlorobenzène, polychlorobiphényles...) (R-7) ou qui élimine les molécules peu volatiles par réactions avec le radical $\text{HO}^\bullet$ éjecté dans la couche de liquide qui confine la cavité (phénols, chlorophénols, colorants) (R-8).



[...]



Matériel et méthodes.

L'expérimentation a été réalisée dans un réacteur ultrasonore cylindrique thermostaté d'une capacité de 500 ml, opérant à la fréquence 300 kHz. La source ultrasonore est constituée d'une céramique piézoélectrique de diamètre 4 cm collée sur un disque de pyrex de diamètre 5 cm. Celui-ci compose le fond du réacteur. L'énergie dissipée dans le système est évaluée par la méthode calorimétrique. L'évolution du milieu réactionnel est effectuée par analyse

périodique d'échantillons prélevés dans le réacteur. La concentration des composés organiques est déterminée par chromatographie liquide haute performance et celle du peroxyde d'hydrogène par iodométrie.



Les variations des paramètres globaux – demande chimique en oxygène (DCO), demande biologique en oxygène à 5 jours (DBO 5), carbone organique dissous (COD) – sont obtenues en suivant les protocoles standards de l'analyse de l'eau. [...]

Dégradation et biodégradabilité de l'ibuprofène.

Apparenté aux techniques d'oxydation avancées, la sonochimie dans les milieux aqueux conduit à l'hydroxylation des composés organiques cibles. Ceux-ci sont rarement minéralisés et peuvent présenter une toxicité voisine de la molécule de départ. Il est nécessaire de s'assurer de leur minéralisation ou des possibilités d'élimination par des techniques moins onéreuses du domaine des traitements biologiques. Le **graphique 5** montre clairement que l'action des ultrasons, si elle élimine l'ibuprofène, n'amène pas la minéralisation de la matière organique. Toutefois, la composante organique résultant de l'action des ultrasons est plus oxydée, la valeur de la DCO passe de 44 à 17 mg/l de O₂ après 2 heures de traitement. La DBO 5 augmente fortement, passant de 0 avant traitement pour atteindre une valeur de 6 mg/l à 120 mn. Le rapport DBO 5/DCO indique que le milieu est devenu biodégradable et qu'il peut sans inconvénient être soumis à un traitement biologique.

