

POA SYSTEM – PROCEDE D'OXYDATION AVANCEE

Oxydation avancée et destruction totale des polluants

1. Définition et principes généraux

Le terme **POA** (Procédés d'Oxydation Avancée) désigne une famille de technologies de traitement fondées sur la génération de **radicaux hydroxyles (HO•)**.

Ces radicaux sont des espèces chimiques extrêmement réactives capables de **détruire les composés organiques complexes, toxiques ou non biodégradables**, jusqu'à leur état ultime de minéralisation (eau, dioxyde de carbone, sels minéraux).

Les POA sont particulièrement adaptés aux polluants qui résistent aux traitements biologiques ou chimiques conventionnels.

2. Historique et évolution des POA

Les premiers travaux scientifiques sur les procédés d'oxydation avancée remontent aux **années 1970**.

Depuis, de nombreux systèmes ont été développés, reposant généralement sur la **combinaison de deux ou trois réactifs oxydants** afin de produire des radicaux hydroxyles.

Les radicaux libres se caractérisent par :

- une **réactivité extrêmement élevée**,
- une action **rapide et non sélective**,
- une capacité à attaquer la majorité des composés organiques et certains composés inorganiques.

Ces propriétés en font des outils très puissants pour la dépollution avancée.

3. Principales familles de procédés d'oxydation avancée

Les POA peuvent être classés en quatre grandes catégories :

1. **Oxydation chimique ou photochimique en phase homogène**
 - $\text{H}_2\text{O}_2 / \text{Fe}^{2+}$ (Fenton)
 - $\text{H}_2\text{O}_2 / \text{O}_2$
 - $\text{H}_2\text{O}_2 / \text{UV}$
 - O_2 / UV
2. **Procédés photocatalytiques**
 - en phase homogène : $\text{UV} / \text{Fe}^{2+} / \text{H}_2\text{O}_2$
 - en phase hétérogène : UV / TiO_2
3. **Procédés d'oxydation électrochimique**
4. **Procédés d'oxydation sonochimique**

Dans le domaine de la **potabilisation de l'eau**, le couple **O₂ / H₂O₂** est historiquement le plus répandu, notamment pour l'élimination des pesticides.

Cependant, les procédés électrochimiques, photocatalytiques et sonochimiques connaissent aujourd'hui un fort développement grâce à :

- une **consommation réduite de réactifs**,
 - une **automatisation facilitée**,
 - une meilleure intégration dans les filières industrielles modernes.
-

4. Limites des POA conventionnels

De nombreuses études à l'échelle laboratoire ont démontré l'efficacité des POA.

Toutefois, leur déploiement industriel reste parfois limité en raison :

- des **coûts d'investissement**,
- des **coûts d'exploitation**,
- de la complexité de certains systèmes (ozone, boues de Fenton, sous-produits à gérer).

C'est précisément sur ces points d'améliorations que s'inscrit l'innovation **POA System**.

5. Formation et rôle des espèces radicalaires

Les principaux radicaux impliqués dans les POA sont :

- le radical hydroxyle **HO•**,
- le radical hydroperoxyde **HO₂•**,
- le radical superoxyde **O₂•-**

Parmi eux, le **radical hydroxyle HO•** est le plus efficace :

- oxydant **extrêmement puissant**,
- **non sélectif**,
- capable d'oxyder presque tous les composés organiques et inorganiques,
- capable également de **désactiver bactéries et micro-organismes**.

Les réactions d'oxydation sont optimales en **milieu homogène aqueux**.

Les composés peu solubles ou hydrophobes sont plus difficiles à traiter, sauf dans certains procédés comme la sonochimie où la cavitation favorise leur dégradation.

6. Enjeux industriels et réglementaires

Le traitement des effluents industriels et des eaux de rejet est devenu un **enjeu majeur**, dans un contexte réglementaire de plus en plus strict :

- réduction des rejets polluants,
 - protection des milieux naturels,
 - conformité environnementale,
 - acceptabilité sociétale.
-

7. La solution POA System

Ce procédé breveté est une approche complémentaire et intégrée dans PTCSys

- **PTC System** traite spécifiquement les polluants soufrés (H_2S , mercaptans, SO_2) en les transformant chimiquement.
- **POA System** intervient en complément pour détruire les polluants **les plus résistants et toxiques**, tels que :
 - **cyanures**,
 - complexes organométalliques,
 - **DCO dite « dure »**,
 - molécules réfractaires.

Principe de fonctionnement

Notre solution d'oxydation avancée repose sur :

- un **réactif oxygéné spécifique breveté pour cette application**,
- un **rayonnement UV de forte puissance** (plusieurs kilowatts),
- la génération **in situ** de radicaux hydroxyles $HO\bullet$.

Contrairement à une simple désinfection UV, la puissance mise en œuvre est spécifiquement dimensionnée pour produire une oxydation radicalaire intense.

8. Avantages clés de la technologie UV / POA System

- Pouvoir d'oxydation **supérieur à l'ozone**, sans génération d'ozone sur site,
 - Le réactif spécifique d'oxydation POA System ne comporte pas les risques du peroxyde d'hydrogène (stockage et utilisation)
 - Absence de sous-produits solides (pas de boues comme avec le Fenton)
 - Réduction des temps de contact et de l'empreinte au sol
 - Processus facilement automatisable
 - Technologie accessible et économiquement optimisée (**2 fois moins chère que l'oxydation avec le peroxyde d'hydrogène H_2O_2**)
 - Le radical hydroxyle généré est plus puissant que le peroxyde d'hydrogène seul, avec une **cinétique de réaction nettement accélérée**.
-

9. Effets sur la DCO et la biodisponibilité

Le POA System présente une particularité essentielle :

Il **augmente la biodisponibilité** des effluents en améliorant le **rapport DBO/DCO**.

Ainsi, il est particulièrement efficace :

- en **pré-traitement** d'une station biologique,
 - pour la **réduction de la DCO dure**,
 - pour **réduire les temps de séjour** en traitement biologique.
-

10. Produits de dégradation finale

Les polluants sont minéralisés en produits stables et non dangereux :

- $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$
- $\text{NO}_x \rightarrow \text{nitrates}$
- $\text{COV} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

La pollution organique et la toxicité globale de l'effluent sont fortement réduites, permettant :

- un rejet sécurisé dans le milieu naturel,
 - ou une réintégration sans risque dans une filière de traitement conventionnelle.
-

11. Champs d'application du procédé PTC System associé au procédé POA System

Le procédé permet de purifier des flux contenant majoritairement

- **Des composés inorganiques volatils :**
les oxydes d' azote, les acides halogénohydriques, le chlorure de thionyle, le chlorure de sulfuryle, l'ammoniac, les halogènes, l'hydrogène sulfuré, l'oxysulfure de carbone et l'anhydride sulfureux.
 - **Des composés organiques volatils**
Les amines, amides, nitriles, aldéhydes, cétones, esters, acides carboxyliques, alcools, thiols, disulfures, thioesters, les composés organiques halogénés, le phosgène, l'acide cyanhydrique et les cyanures.
-

12. Domaines d'applications de POA System

- **Biogaz** (méthanisation de déchets industriels, agricoles, boues, algues vertes)
- **Gaz de pyrolyse / syngas**
- **Gaz de combustion** (CO , NO_x , SO_x , CO_2 , vapeur d'eau)

- **Produits pétroliers et carburants** : gazole, kérosène, fiouls (adoucissement des composés soufrés)
-

13. Secteurs industriels concernés

- Pétrochimie et raffinage
- Sidérurgie et fonderies
- Traitement des déchets et hydrocarbures
- Chimie minérale et chimie fine
- Industries du papier
- Industries agro-alimentaires
- Bioénergies (biogaz, biométhane, biohydrogène)
- Agriculture

Le procédé s'intègre facilement aux installations existantes, **sans modification lourde des infrastructures**.

14. Conclusion

POA System, suite logique d'un traitement final de **PTC System** constitue une **solution industrielle complète, performante et durable** pour la dépollution avancée :

- transformation chimique ciblée des polluants soufrés,
- substitution d'une absence de station d'épuration biologique sur site,
- destruction radicale des composés les plus simples comme les plus réfractaires,
- minéralisation rapide et propre,
- optimisation des coûts et des performances environnementales.

Cette combinaison positionne la technologie **POA System** comme une **référence industrielle** dans le traitement avancé des effluents gazeux et liquides.