

PTC SYSTEMS – POA SYSTEM

Procédé POA d'oxydation avancée

Destruction des polluants réfractaires et minéralisation des effluents

1. POA System dans la plateforme PTC Systems

POA System constitue le procédé d'oxydation avancée complémentaire des technologies développées par **PTC Systems**.

Son rôle est différent de celui de la plateforme **ACTIPOLISH®**.

ACTIPOLISH® assure prioritairement le traitement chimique ciblé de certains composés soufrés, notamment l'**hydrogène sulfuré (H₂S)** et les **mercaptans**.

POA System intervient en aval ou indépendamment, lorsque l'effluent contient des composés organiques ou minéraux difficiles à éliminer par les procédés conventionnels.

Dans une chaîne de traitement de gaz, il peut notamment être appliqué aux **effluents liquides issus des opérations de lavage**, afin de poursuivre leur dégradation et leur minéralisation.

L'architecture générale peut ainsi être représentée de manière simple :

**Gaz pollué → traitement / lavage PTC Systems → effluent liquide
→ POA System → oxydation avancée → effluent traité**

Cette complémentarité permet d'associer **traitement sélectif** et **oxydation avancée** au sein d'une même stratégie industrielle de dépollution.

2. Principe des procédés d'oxydation avancée

Les procédés d'oxydation avancée, généralement désignés par l'acronyme **POA** ou **AOP – Advanced Oxidation Processes**, reposent sur la génération d'espèces radicalaires fortement réactives.

La plus importante est le **radical hydroxyle HO•**.

Celui-ci possède un pouvoir oxydant très élevé et réagit rapidement avec de nombreux composés organiques.

L'objectif n'est donc pas simplement de transférer la pollution d'une phase vers une autre, mais de provoquer sa **transformation chimique**, pouvant aller jusqu'à une minéralisation poussée lorsque les conditions opératoires le permettent.

Les produits finaux dépendent naturellement de la composition initiale de l'effluent.

3. Une technologie connue, une mise en œuvre spécifique

Les procédés d'oxydation avancée sont étudiés et utilisés depuis plusieurs décennies.

Plusieurs technologies permettent de produire les espèces radicalaires nécessaires à l'oxydation :

- peroxyde d'hydrogène associé aux UV ;
- réaction de Fenton ;
- photocatalyse ;

- ozone ;
- procédés électrochimiques ;
- procédés sonochimiques.

Le principe général de l'oxydation radicalaire est donc connu.

L'innovation de **POA System** réside dans sa **mise en œuvre spécifique**, associant un réactif oxygéné particulier et une activation adaptée au traitement recherché.

4. Principe de POA System

Le procédé développé par **PTC Systems** repose principalement sur l'association :

- d'un **réactif oxygéné spécifique** ;
- d'un **rayonnement UV de puissance adaptée** ;
- de la génération *in situ* d'espèces radicalaires fortement oxydantes, notamment les radicaux hydroxyles **HO•**.

Le rayonnement UV n'est donc pas utilisé comme un simple procédé de désinfection.

Il participe à l'activation du système oxydant et à la formation des espèces radicalaires responsables de la dégradation des polluants.

La puissance UV et la quantité de réactif sont adaptées :

- au débit à traiter ;
- à la nature des polluants ;
- à leur concentration ;
- à la DCO initiale ;
- au niveau de traitement recherché.

5. Destruction plutôt que transfert de pollution

De nombreux procédés de traitement reposent sur :

- l'adsorption ;
- la précipitation ;
- l'extraction ;
- le transfert vers une autre phase ;
- ou la concentration du polluant dans un résidu.

Ces technologies sont efficaces mais peuvent nécessiter le traitement ultérieur du support, des boues ou des résidus produits.

POA System poursuit un objectif différent : dégrader chimiquement les molécules polluantes.

L'oxydation peut successivement provoquer :

**Molécule complexe → molécules intermédiaires → composés plus simples
→ minéralisation poussée**

Pour les composés organiques, une oxydation complète conduit principalement à la formation de **CO₂** et **H₂O**, auxquels peuvent s'ajouter des espèces minérales correspondant aux hétéroatomes présents dans les molécules initiales.

Le degré réel de minéralisation dépend toutefois de la nature de l'effluent et des conditions de traitement.

6. Traitement des composés réfractaires

POA System est particulièrement destiné aux effluents contenant des substances difficiles à éliminer par voie biologique ou par des traitements chimiques conventionnels.

Il peut notamment être étudié pour le traitement de :

- composés organiques réfractaires ;
- DCO difficilement biodégradable ;
- certains cyanures et composés cyanés ;
- composés organométalliques ;
- solvants et molécules organiques complexes ;
- certains composés responsables de toxicité ou d'inhibition biologique ;
- polluants présents dans certains effluents industriels.

Chaque application nécessite naturellement une caractérisation préalable de l'effluent et des essais permettant de déterminer les conditions optimales de traitement.

7. POA System et DCO difficilement biodégradable

La **demande chimique en oxygène (DCO)** constitue un paramètre essentiel dans le traitement des effluents industriels.

Une partie de cette DCO peut être facilement biodégradable.

Une autre fraction peut au contraire résister au traitement biologique conventionnel.

Cette fraction est couramment qualifiée de **DCO réfractaire** ou « DCO dure ».

POA System peut dégrader certaines molécules responsables de cette fraction réfractaire et les transformer en composés plus simples.

Le procédé peut ainsi être utilisé :

- avant une station biologique ;
- après un traitement biologique ;
- comme traitement complémentaire d'un effluent industriel spécifique.

8. Amélioration potentielle de la biodégradabilité

L'objectif d'un POA n'est pas nécessairement de minéraliser immédiatement la totalité de la pollution.

Une **oxydation partielle contrôlée** peut également transformer certaines molécules complexes en composés plus facilement assimilables par les micro-organismes.

POA System peut ainsi être utilisé en prétraitement afin d'améliorer la biodégradabilité d'un effluent avant son introduction dans une filière biologique.

Selon la nature de l'effluent, cette transformation peut conduire à une amélioration du rapport **DBO/DCO**.

Cette approche peut permettre de réserver l'oxydation avancée aux molécules les plus difficiles, puis de confier au traitement biologique la dégradation des composés devenus biodégradables.

9. Traitement des effluents issus du lavage des gaz

Cette application constitue une complémentarité importante entre **ACTIPOLISH®** et **POA System**.

Dans certaines installations industrielles, les contaminants présents dans un flux gazeux sont préalablement captés ou transformés dans une phase liquide.

L'effluent de lavage peut alors contenir :

- les produits issus des réactions de traitement ;
- des composés organiques ;
- une DCO résiduelle ;
- des substances réfractaires provenant du gaz initial ou du procédé industriel.

POA System peut intervenir comme traitement complémentaire de cet effluent.

La chaîne devient alors :

Flux gazeux pollué → lavage / traitement PTC Systems → effluent liquide → POA System → oxydation avancée → traitement final ou réintégration dans la filière adaptée

Cette organisation permet de traiter séparément la **phase gazeuse** et la **phase liquide**, avec une technologie adaptée à chacune.

10. Applications aux produits gazeux

Dans le traitement des produits gazeux, **POA System** n'a donc pas vocation à remplacer le procédé de lavage ou de traitement sélectif.

Il constitue une **étape complémentaire de traitement des effluents liquides générés par cette opération**, lorsque leur composition le justifie.

Cette architecture peut notamment être étudiée pour :

- les gaz industriels ;
- certains gaz naturels ou gaz de procédé ;
- les gaz issus de la pétrochimie ;
- les gaz de pyrolyse ;
- les syngas ;
- certains effluents issus du traitement du biogaz ;
- les gaz contenant plusieurs familles de contaminants.

11. Traitement des effluents de lavage ACTIPOL® et BIOPOL®

POA System constitue le procédé complémentaire de traitement des effluents liquides issus des applications ACTIPOL® et BIOPOL®.

Lors du traitement des flux gazeux, **ACTIPOL® ou BIOPOL®** assurent la capture et la transformation chimique ciblée des composés soufrés, notamment de l'**H₂S et des mercaptans**.

Les solutions de lavage récupérées après traitement peuvent contenir :

- les produits issus des réactions avec les composés soufrés ;
- des composés organiques entraînés par le flux gazeux ;
- différents contaminants solubles ou transférés dans la phase liquide ;
- une DCO résiduelle ;
- éventuellement des molécules difficilement biodégradables.

POA System intervient en aval pour assurer, lorsque cela est nécessaire, un traitement complémentaire de ces effluents.

L'oxydation avancée permet de poursuivre la dégradation des composés résiduels et, selon leur nature et les conditions opératoires, d'atteindre une minéralisation poussée.

Cette organisation est applicable à l'ensemble des secteurs dans lesquels **ACTIPOL® ou BIOPOL®** sont mis en œuvre :

- raffinage et pétrochimie ;
- gaz industriels et produits gazeux ;
- stations d'épuration et assainissement ;
- biogaz et biométhane ;
- syngas et gaz de pyrolyse ;
- désodorisation industrielle ;
- autres applications nécessitant un lavage de gaz contenant des composés soufrés.

La chaîne générale de traitement devient ainsi :

**Flux à traiter → ACTIPOL® ou BIOPOL® → effluent de lavage
→ POA System → traitement avancé de l'effluent → filière finale adaptée**

POA System constitue ainsi le prolongement environnemental des traitements ACTIPOL® et BIOPOL®, en prenant en charge les effluents liquides générés lorsque leur composition nécessite un traitement complémentaire.

12. Applications aux bioénergies

Les installations de méthanisation, de production de biogaz, de biométhane ou de traitement de biomasses peuvent produire différents effluents liquides.

POA System peut être étudié lorsque ces effluents contiennent une fraction organique difficilement biodégradable ou des molécules susceptibles de perturber un traitement biologique classique.

Les domaines concernés comprennent notamment :

- méthanisation de déchets industriels ;
- méthanisation agricole ;
- traitement des boues ;
- valorisation de biomasses ;
- traitement de certaines biomasses marines ou algales ;
- production et purification de gaz renouvelables.

13. Applications industrielles

POA System peut être envisagé dans différents secteurs :

- pétrochimie ;
- raffinage ;
- chimie minérale ;
- chimie fine ;
- traitement des déchets ;
- traitement des hydrocarbures ;
- sidérurgie ;
- industries papetières ;
- industries agroalimentaires ;
- stations de traitement d'effluents industriels ;
- bioénergies.

Le procédé est destiné en priorité aux situations dans lesquelles les technologies conventionnelles atteignent leurs limites face à des molécules **réfractaires, toxiques ou difficilement biodégradables**.

14. Intégration industrielle

POA System est conçu comme un procédé modulaire pouvant être intégré à une installation existante.

Une unité comprend principalement :

Effluent à traiter → dosage du réactif → réacteur / activation UV → temps de réaction → contrôle analytique → effluent traité

Le dimensionnement dépend notamment :

- du débit ;
- de la DCO ;
- de la nature des contaminants ;
- de leur concentration ;
- de la transmission UV du milieu ;
- du niveau de dégradation recherché ;
- de la destination finale de l'effluent.

Cette conception permet d'adapter le procédé aux caractéristiques réelles de chaque installation.

15. Avantages recherchés

POA System vise plusieurs avantages industriels :

- destruction chimique de polluants réfractaires ;
- production *in situ* d'espèces radicalaires fortement oxydantes ;
- absence de transfert systématique de la pollution vers un support solide ;
- possibilité de réduire la fraction de DCO difficilement biodégradable ;
- amélioration possible de la biodégradabilité avant traitement biologique ;
- absence des boues ferriques caractéristiques d'un procédé Fenton conventionnel ;
- automatisation du dosage et de l'activation UV ;
- intégration possible dans une chaîne de traitement existante ;
- complémentarité avec les technologies de traitement des gaz de **PTC Systems**.

16. Une approche adaptée à chaque effluent

L'efficacité d'un procédé d'oxydation avancée dépend fortement de la composition réelle de l'effluent.

PTC Systems privilégie donc une approche fondée sur :

Analyse → essais → optimisation → dimensionnement → intégration industrielle

Les paramètres de fonctionnement sont déterminés en fonction du cas étudié.

Cette méthodologie évite de présenter POA System comme une solution universelle et permet au contraire de définir les conditions dans lesquelles son utilisation présente un intérêt technique et économique.

17. Complémentarité avec ACTIPOLISH®

La plateforme PTC Systems repose ainsi sur deux approches complémentaires.

ACTIPOLISH®

Traitement chimique sélectif de certains composés soufrés, notamment :

- H_2S ;
- mercaptans.

POA System

Oxydation avancée destinée notamment :

- aux effluents de lavage ;
- aux molécules organiques réfractaires ;
- à certaines fractions de DCO difficilement biodégradables ;
- à la minéralisation poussée de polluants lorsque celle-ci est techniquement recherchée.

L'association des deux technologies permet donc d'envisager une chaîne intégrée :

Polluant gazeux → capture / transformation sélective → effluent liquide
→ oxydation avancée → traitement final

18. Positionnement de POA System

POA System ne cherche pas à remplacer systématiquement les technologies biologiques ou physico-chimiques existantes.

Il intervient principalement lorsque celles-ci atteignent leurs limites.

Il peut ainsi être utilisé :

- **en amont**, pour rendre un effluent plus facilement biodégradable ;
- **en aval**, pour traiter une fraction résiduelle réfractaire ;
- **en complément d'un lavage de gaz**, pour traiter l'effluent liquide généré ;
- **en traitement spécifique**, lorsqu'un polluant particulier nécessite une oxydation avancée.

Cette modularité constitue l'un des principaux intérêts industriels du procédé.

Conclusion

POA System complète la plateforme technologique PTC Systems par une solution d'oxydation avancée destinée aux polluants difficiles à éliminer par les traitements conventionnels.

Son association d'un **réactif oxygéné spécifique** et d'une **activation UV** permet de générer *in situ* des espèces radicalaires fortement oxydantes.

Le procédé peut être utilisé pour dégrader des molécules organiques réfractaires, réduire certaines fractions de DCO difficilement biodégradables et poursuivre, lorsque cela est recherché, leur transformation vers une minéralisation poussée.

Dans les applications de traitement des gaz, **POA System** trouve notamment sa place **en aval des opérations de lavage**, pour le traitement complémentaire des effluents liquides générés.

La logique industrielle de **PTC Systems** devient ainsi particulièrement claire :

- * **traiter sélectivement le polluant à sa source,**
- * **puis traiter l'effluent résiduel avec la technologie la mieux adaptée à sa nature.**

PTC Systems associe ainsi traitement sélectif des composés soufrés et oxydation avancée dans une même stratégie de dépollution industrielle.