

PTC SYSTEMS — PRODUITS GAZIERS

Désulfuration des gaz et traitement des jus de lavage

ACTIPOL® ou BIOPOL® — POA

1. INTRODUCTION

Les produits gaziers occupent une place essentielle dans les secteurs de l'énergie, de la pétrochimie et de nombreux procédés industriels.

Gaz naturel, GNL, GPL, propane, butane et certains gaz industriels ou gaz de synthèse peuvent contenir, selon leur origine et leur procédé de production, différents composés indésirables.

Parmi ceux-ci, les **composés soufrés réduits**, et principalement :

- le sulfure d'hydrogène H_2S ;
- les **mercaptans** ;

constituent une problématique particulière.

Ils peuvent être responsables de phénomènes de corrosion, de nuisances olfactives et de contraintes d'exploitation. Leur présence peut également être incompatible avec les spécifications requises pour certaines utilisations du gaz.

PTC Systems intervient spécifiquement sur cette problématique par une approche chimique sélective et non oxydante.

La chaîne technologique proposée associe deux fonctions complémentaires :

ACTIPOL® ou BIOPOL® : traitement des composés soufrés contenus dans le gaz

et, lorsque le traitement poussé des effluents liquides est recherché :

POA : minéralisation des jus issus du lavage.

La démarche peut ainsi couvrir non seulement la désulfuration du produit gazier, mais également le devenir des effluents générés par cette opération.

2. LES PRODUITS GAZIERS CONCERNÉS

2.1 — Gaz naturel

Le gaz naturel est une ressource énergétique fossile principalement constituée de méthane CH_4 .

Sa composition varie suivant son origine géologique et peut comprendre, en proportions variables :

- méthane ;
- hydrocarbures légers ;
- dioxyde de carbone ;
- vapeur d'eau ;

- sulfure d'hydrogène ;
- composés organiques soufrés ;
- autres impuretés.

Après extraction, différentes opérations de traitement sont nécessaires afin d'obtenir un produit correspondant aux exigences de transport et d'utilisation.

PTC Systems ne prétend pas assurer l'ensemble de ces opérations de purification.

ACTIPOL® comme BIOPOL® intervient spécifiquement sur l'élimination chimique des composés soufrés réduits compatibles avec son mécanisme réactionnel, principalement H₂S et mercaptans.

2.2 — Gaz naturel liquéfié — GNL

Le GNL est du gaz naturel ayant subi les traitements nécessaires avant sa liquéfaction.

Les spécifications imposées au gaz en amont de cette opération nécessitent notamment la maîtrise de différents contaminants.

La technologie **ACTIPOLISH®** peut être étudiée comme opération de désulfuration ou de polishing lorsque les composés ciblés sont présents dans un flux compatible avec le procédé.

2.3 — GPL, propane et butane

Les gaz de pétrole liquéfiés comprennent principalement des hydrocarbures légers tels que le propane et le butane.

Selon leur origine et leur traitement préalable, ils peuvent contenir des composés soufrés devant être éliminés ou fortement réduits avant leur commercialisation ou leur utilisation.

La présence de H₂S et de mercaptans constitue notamment une problématique classique de traitement des produits pétroliers et gaziers.

ACTIPOL® peut être étudié pour leur élimination par réaction chimique sélective.

2.4 — Gaz industriels et gaz de synthèse

Les gaz de synthèse ou **syngas** sont obtenus à partir de matières carbonées par différents procédés thermochimiques.

Leur composition dépend :

- de la matière première ;
- du procédé de production ;
- des conditions opératoires ;
- des traitements déjà réalisés.

Certains flux peuvent contenir des composés soufrés ou corrosifs nécessitant une purification avant leur utilisation.

L'applicabilité d'**ACTIPOL®** ou de **BIOPOL®** doit alors être déterminée à partir de la **composition réelle du gaz et de la nature des composés soufrés présents**.

2.5 — Cas particulier du biogaz et du biométhane

Le biogaz et le biométhane constituent un domaine spécifique en raison notamment de la présence importante de CO₂ dans le biogaz brut et de la diversité de ses conditions de production.

PTC Systems a développé **BIOPOL®** pour les environnements dans lesquels sa formulation présente un avantage, notamment pour le traitement ciblé du H₂S en présence importante de CO₂.

Ce domaine faisant l'objet d'un **dossier BIOPOL® spécifique**, il n'est volontairement pas développé dans le présent document.

3. LE H₂S ET LES MERCAPTANS

3.1 — Sulfure d'hydrogène

Le sulfure d'hydrogène H₂S est un composé gazeux soufré qui peut être rencontré dans différents gaz naturels ou industriels.

Sa présence constitue une contrainte importante en raison notamment :

- de sa toxicité ;
- de son caractère fortement odorant ;
- de son caractère corrosif dans certaines conditions ;
- des contraintes qu'il impose aux équipements et aux utilisations situées en aval.

Son élimination constitue donc une opération importante de désulfuration.

3.2 — Mercaptans

Les mercaptans, également appelés thiols, sont des composés organiques soufrés caractérisés par la présence d'une fonction –SH.

Ils peuvent être présents dans certains produits pétroliers et gaziers.

Même à faible concentration, certains mercaptans présentent une odeur particulièrement marquée.

Le traitement simultané du H₂S et des mercaptans constitue donc un intérêt particulier de la technologie **ACTIPOLISH®**.

4. PRINCIPE DU TRAITEMENT ACTIPOL®

ACTIPOL® est une solution alcaline à base de principe actif destiné à réagir chimiquement avec les composés soufrés ciblés.

La technologie repose sur un principe fondamental :

le composé soufré n'est pas seulement transféré du gaz vers une phase liquide ; il est chimiquement transformé.

Le procédé peut être mis en œuvre par contact entre :

GAZ À TRAITER + SOLUTION ACTIPOL®

dans un équipement assurant un échange gaz/liquide suffisant.

Le H₂S et les mercaptans sont transférés vers la phase liquide où intervient la réaction chimique.

Le gaz désulfuré est ensuite séparé de la solution de traitement.

5. UNE RÉACTION NON OXYDANTE

La chimie mise en œuvre repose sur un mécanisme de **substitution nucléophile SN2**.

Cette caractéristique distingue **ACTIPOL®** des procédés reposant sur l'oxydation des composés soufrés.

La réaction principale ne nécessite pas l'utilisation d'un oxydant tel que l'hypochlorite ou le peroxyde d'hydrogène.

L'objectif n'est donc pas d'oxyder les mercaptans pour former des disulfures, mais de provoquer leur transformation chimique par réaction avec le principe actif.

Cette approche permet d'éviter la voie réactionnelle oxydante conduisant à la formation recherchée de disulfures ou polysulfures.

6. BASES STœCHIONIQUES

La consommation de réactif est directement liée à la quantité de composé soufré à traiter.

H₂S

La réaction avec le H₂S nécessite **deux équivalents de principe actif**.

La base stœchiométrique retenue est :

1 kg H₂S → 6,853 kg de principe actif pur

ACTIPOL® étant formulé à **21,2 % de principe actif**, la quantité de solution commerciale nécessaire peut être déterminée à partir de la charge réelle en H₂S.

Mercaptans

La réaction avec un mercaptan nécessite **un équivalent de principe actif**.

La consommation dépend donc :

- du mercaptan considéré ;
- de sa masse molaire ;
- de sa concentration dans le gaz ;
- du débit de gaz traité.

Cette relation stœchiométrique permet d'établir, pour chaque application, une première estimation théorique de consommation.

7. MISE EN ŒUVRE INDUSTRIELLE

Le procédé nécessite un contact efficace entre le gaz et la solution de traitement.

Une installation peut notamment comprendre :

GAZ SOUFRÉ

→ **COLONNE DE LAVAGE**

→ **CONTACT GAZ / ACTIPOL®**

- **SÉPARATION**
- **GAZ DÉSULFURÉ**

La solution peut être mise en recirculation suivant la configuration retenue.

Les paramètres de dimensionnement comprennent notamment :

- débit de gaz ;
- concentration en H_2S ;
- nature et concentration des mercaptans ;
- température ;
- pression ;
- composition générale du flux ;
- efficacité du contact gaz/liquide ;
- objectif de concentration en sortie.

Chaque installation doit par conséquent faire l'objet d'une définition adaptée au cas industriel considéré.

8. ESSAI EN CONDITIONS INDUSTRIELLES

Un essai réalisé sur un site industriel pétrochimique a permis d'étudier simultanément le traitement du H_2S et de l'éthylmercaptan.

Conditions

Débit gazeux : 1 000 m³/h

Composition mesurée à l'entrée :

- H_2S : **5,7 mg/m³**, soit environ **4,1 ppm** ;
- éthylmercaptan : **130 mg/m³**, soit environ **51,2 ppm**.

Installation utilisée :

- colonne : **2 m de hauteur** ;
- diamètre : **100 mm** ;
- hauteur de garnissage : **1,2 m** ;
- recirculation : **7,5 m³/h** ;
- réservoir : **1 000 litres**.

Résultats

Dans les conditions de cet essai :

absence de H_2S et d'éthylmercaptan détectés en sortie.

La consommation totale mesurée a été de :

42,17 kg d'ACTIPOL® à 21,2 %, correspondant à environ 9,07 kg de principe actif.

Cet essai constitue une validation expérimentale importante de la capacité du procédé à traiter simultanément H_2S et mercaptans dans un flux gazeux industriel.

9. LES JUS DE LAVAGE

Le traitement d'un gaz par voie liquide conduit nécessairement à considérer le devenir de la solution après réaction.

Il ne serait pas satisfaisant, dans une démarche environnementale globale, de limiter l'analyse à la seule qualité du gaz purifié.

Les composés soufrés ayant réagi avec **ACTIPOL®** se retrouvent sous forme chimiquement transformée dans la phase liquide.

Les jus de lavage doivent donc être intégrés à la gestion globale des effluents du site.

Deux voies peuvent notamment être envisagées selon leur composition et les installations disponibles :

JUS DE LAVAGE → TRAITEMENT BIOLOGIQUE

ou :

JUS DE LAVAGE → TRAITEMENT POA

10. TRAITEMENT BIOLOGIQUE

Lorsque le site dispose d'une station d'épuration adaptée et que les caractéristiques de l'effluent le permettent, les jus peuvent être orientés vers le traitement biologique.

Cette possibilité doit naturellement être vérifiée au cas par cas en fonction :

- de la composition du jus ;
- de sa concentration ;
- du débit rejeté ;
- des caractéristiques de la station biologique ;
- des prescriptions applicables au site.

11. LE PROCÉDÉ POA

Lorsque l'objectif recherché est un traitement plus poussé des jus, **PTC Systems** dispose d'une seconde technologie : **le procédé POA**.

Il est essentiel de distinguer clairement les fonctions des deux procédés.

ACTIPOL®

ACTIPOL® traite le produit gazier.

Il assure le lavage et la transformation chimique ciblée du H₂S et des mercaptans.

POA

POA intervient sur les jus issus du lavage.

Son objectif est de poursuivre le traitement des composés organiques contenus dans ces effluents jusqu'à leur **minéralisation**.

Les deux technologies ne sont donc pas concurrentes.

Elles sont **complémentaires**.

12. LA CHAÎNE ACTIPOL® — POA

La combinaison des deux procédés permet d'envisager une chaîne complète :

TRAITEMENT DU GAZ CONTAMINÉ

- **LAVAGE ACTIPOL®**
- **TRANSFORMATION DU H₂S ET DES MERCAPTANS**
- **GAZ DÉSULFURÉ**

TRAITEMENT DES JUS DE LAVAGE ACTIPOL®

- **PROCÉDÉ POA**
- **MINÉRALISATION**

Cette complémentarité constitue une caractéristique importante de l'approche PTC Systems.

Elle permet de ne pas limiter la réflexion au déplacement du polluant d'une phase gazeuse vers une phase liquide.

L'objectif est de considérer **l'ensemble de la chaîne de traitement**.

13. INTÉRÊT ENVIRONNEMENTAL

L'approche **PTC Systems** repose sur plusieurs principes :

- traitement chimique ciblé des composés soufrés ;
- réaction principale non oxydante ;
- absence d'utilisation nécessaire d'un oxydant pour la réaction **ACTIPOL®** ;
- maîtrise du devenir des jus de lavage ;
- possibilité de traitement biologique des effluents lorsque leurs caractéristiques le permettent ;
- possibilité de traitement complémentaire POA jusqu'à minéralisation.

L'objectif est ainsi d'associer **efficacité de désulfuration et gestion raisonnée des effluents générés**.

14. APPLICATIONS INDUSTRIELLES

La technologie peut être étudiée pour différents flux contenant H₂S et/ou mercaptans :

- gaz naturel ;
- certaines étapes de traitement associées au GNL ;
- GPL ;
- propane ;
- butane ;
- gaz pétrochimiques ;
- gaz industriels ;
- certains gaz de synthèse ;
- autres flux gazeux compatibles avec la chimie du procédé.

Pour le **biogaz et le biométhane**, la formulation **BIOPOL®** fait l'objet d'un dossier spécifique.

15. INTÉGRATION AUX INSTALLATIONS

ACTIPOL® est destiné à être intégré dans une chaîne industrielle de purification.

L'installation doit être définie en fonction du procédé existant et de l'objectif recherché.

La technologie peut ainsi être étudiée :

- en traitement principal des composés soufrés ciblés ;
- en finition ;
- en polishing ;
- en complément d'un procédé existant.

Cette souplesse permet d'envisager aussi bien de nouvelles installations que l'adaptation d'unités existantes.

16. AVANTAGES DU PROCÉDÉ

* Traitement simultané

Possibilité de traiter simultanément **H₂S et mercaptans** lorsque ces composés sont présents dans le même flux.

* Chimie non oxydante

La réaction principale ne repose pas sur l'emploi d'un oxydant.

* Transformation chimique

Le procédé ne consiste pas uniquement à transférer le polluant dans une autre phase.

* Mise en œuvre industrielle

Le traitement peut être réalisé dans des équipements classiques d'échange gaz/liquide adaptés au procédé.

* Gestion des effluents

Les jus de lavage sont intégrés dès la conception dans la chaîne globale de traitement.

Complémentarité POA

Une voie supplémentaire de traitement est disponible lorsque la **minéralisation des jus** est recherchée.

17. POSITIONNEMENT DE PTC SYSTEMS

PTC Systems développe une technologie de traitement ciblé des polluants soufrés destinée à s'intégrer aux procédés industriels existants.

Dans le domaine des produits gaziers, la proposition technologique repose sur une séparation claire des fonctions :

ACTIPOL® — désulfuration du gaz

POA — minéralisation des jus de lavage

Cette organisation permet d'aborder simultanément deux problématiques souvent traitées séparément :

la qualité du gaz obtenu et le devenir des effluents produits.

18. PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

La technologie développée par PTC Systems fait l'objet d'une stratégie de protection de propriété industrielle comprenant brevets, certificat d'utilité et marques déposées.

Les dénominations :

ACTIPOL® — BIOPOL® — ACTIPOLISH®

constituent les marques associées aux différentes applications et formulations de la plateforme technologique.

Les développements récents du procédé font également l'objet d'une nouvelle demande de brevet destinée à renforcer et étendre la protection de la technologie.

19. CONCLUSION

La désulfuration des produits gaziers constitue une opération essentielle lorsque H₂S et mercaptans sont présents dans un flux destiné à une utilisation industrielle ou énergétique.

PTC Systems propose une approche reposant sur une **transformation chimique ciblée et non oxydante** de ces composés.

ACTIPOL® comme **BIOPOL®** constitue la technologie de traitement du flux gazeux.

Lorsque les conditions du site le nécessitent, le procédé POA permet d'aller plus loin en assurant un traitement poussé des jus de lavage jusqu'à leur minéralisation.

La chaîne technologique peut ainsi être résumée :

GAZ SOUFRÉ → ACTIPOL® → GAZ DÉSULFURÉ

JUS DE LAVAGE → POA → MINÉRALISATION

PTC Systems — Traiter le gaz et maîtriser le devenir des effluents.