

PTC SYSTEMS - DOSSIER INDUSTRIEL

ACTIPOL® & BIOPOL®

Traitement ciblé du H₂S et des mercaptans

Raffinage • Hydrocarbures • Assainissement • Biogaz • Environnement

Septembre 2026

OBJET DU DOSSIER

Le présent dossier expose le principe industriel du **PTC Systems**, ses deux formulations **ACTIPOL®** et **BIOPOL®**, leurs domaines d'application, les références de calcul disponibles et la méthodologie proposée pour leur validation sur un nouveau site industriel.

Il est destiné aux :

- directions industrielles ;
- directions techniques ;
- ingénieries procédés ;
- exploitants ;
- responsables environnement ;
- constructeurs et intégrateurs.

Les valeurs de dimensionnement présentées constituent soit des données de référence du PTC Systems, soit des simulations réalisées sur des cas définis, soit des résultats d'essais.

Ces trois catégories sont volontairement distinguées.

1. SYNTHÈSE INDUSTRIELLE

Le sulfure d'hydrogène (H₂S) et les **mercaptans R-SH** sont présents dans de nombreux flux industriels.

Leur présence peut entraîner :

- **TOXICITÉ**
- **ODEURS**
- **CORROSION**
- **CONTRAINTES D'EXPLOITATION**
- **QUALITÉ PRODUIT**
- **COÛTS DE TRAITEMENT**

Le **PTC Systems** propose une approche fondée sur une **transformation chimique ciblée des composés soufrés réduits**.

Deux formulations complémentaires sont proposées.

ACTIPOL®

Principalement destiné aux :

hydrocarbures • raffinage • H₂S résiduel • mercaptans • polishing après HDS.

BIOPOL®

Principalement destiné aux :

**STEP • réseaux d'assainissement • biogaz • méthanisation • gaz riches en CO₂
• applications environnementales.**

La stratégie du **PTC Systems** ne consiste pas à remplacer systématiquement le traitement principal existant.

Elle consiste à identifier la zone dans laquelle une transformation chimique ciblée apporte le meilleur compromis entre :

PERFORMANCE • SIMPLICITÉ • CAPEX • OPEX • SPÉCIFICATION FINALE.

2. PROBLÉMATIQUE H₂S ET MERCAPTANS

2.1 H₂S

Le H₂S peut être rencontré dans :

- hydrocarbures ;
- gaz naturel ;
- raffinage ;
- réseaux d'assainissement ;
- STEP ;
- biogaz ;
- méthanisation ;
- décharges ;
- déchets organiques ;
- divers procédés industriels.

Les conséquences dépendent du secteur mais peuvent comprendre toxicité, odeurs, corrosion et dégradation des installations.

2.2 Mercaptans

Les mercaptans sont des composés organosoufrés de formule générale : R-SH.

Dans le raffinage, ils peuvent constituer une part significative du soufre résiduel après les traitements principaux.

Ils peuvent également être présents dans certains gaz et certaines émissions biologiques ou industrielles.

2.3 L'intérêt du traitement combiné

De nombreuses technologies sont principalement optimisées soit pour le H₂S, soit pour certains composés organosoufrés.

PTC Systems présente l'intérêt de disposer d'une même famille chimique capable de cibler :

H₂S + MERCAPTANS.

Cette caractéristique est particulièrement intéressante lorsque les deux familles coexistent dans le flux.

3. PRINCIPE DE PTC SYSTEMS

3.1 Transformation chimique

PTC Systems repose sur une **substitution chimique non oxydante** conduisant à la transformation des fonctions soufrées ciblées.

Il ne s'agit donc pas uniquement de transférer le H₂S ou le mercaptan d'une phase vers une autre.

Le composé soufré participe à une réaction chimique avec la fonction active de **PTC Systems**.

3.2 Stœchiométrie générale

Le dimensionnement repose sur deux données fondamentales :

*** H₂S : 2 équivalents réactifs par mole de H₂S.**

*** Mercaptan R-SH : 1 équivalent réactif par mole de mercaptan.**

La consommation peut ainsi être reliée à la quantité réelle de soufre réduit à éliminer.

3.3 Conséquence industrielle

Cette stœchiométrie permet une démarche de dimensionnement rationnelle :

**DÉBIT → CONCENTRATION H₂S / MERCAPTANS → DÉBIT MASSIQUE DE POLLUANT →
BESOIN STœCHIMÉTRIQUE → EFFICACITÉ RÉELLE DU CONTACT
→ CONSOMMATION INDUSTRIELLE → COÛT DE TRAITEMENT**

4. ACTIPOL® ET BIOPOL®

4.1 ACTIPOL®

ACTIPOL® constitue la formulation concentrée de **PTC Systems**.

Caractéristiques de référence :

- matière active : **environ 21–21,5 %** ;
- milieu alcalin ;
- pH : **environ 13** ;
- densité : **environ 1,2 kg/L** ;
- stabilité de la formulation : **vérifiée pendant au moins un an dans les conditions de stockage étudiées.**

Domaine privilégié

Hydrocarbures et raffinage • STEP • assainissement • environnement pauvre en CO₂.

4.2 BIOPOL®

BIOPOL® repose sur la même logique réactionnelle avec une formulation destinée aux environnements dans lesquels une forte alcalinité serait moins adaptée.

Caractéristiques :

- matière active : **environ 5 %** ;
- carbonate de sodium ;
- pH : **environ 10–10,5.**

- stabilité de la formulation : **vérifiée pendant au moins un an dans les conditions de stockage étudiées.**

Domaines privilégiés

Biogaz • STEP • assainissement • environnement riche en CO₂.

4.3 Sélection de la formulation

Situation	ACTIPOL®	BIOPOL®
Hydrocarbure liquide	✓	—
Raffinage post-HDS	✓	Selon composition — H ₂ S résiduel, notamment en présence de CO ₂
Mercaptans hydrocarbures	✓	—
STEP	Selon configuration	Selon configuration
Assainissement	Selon configuration	Selon configuration
Biogaz riche en CO ₂	—	✓
Méthanisation	—	✓
Polishing gaz	Selon composition	✓

5. ACTIPOL® — RAFFINAGE ET HYDROCARBURES

5.1 Positionnement

L'HDS transforme une grande partie du soufre de la charge en H₂S.

Après séparation et stripping, certaines coupes peuvent néanmoins présenter des concentrations résiduelles de :

H₂S + MERCAPTANS

ACTIPOL® intervient en aval du traitement principal, après séparation et stripping, selon deux configurations principales :

HDS → SÉPARATION / STRIPPING → H₂S RÉSIDUEL → BIOPOL® → POLISHING H₂S

ou

**HDS → SÉPARATION / STRIPPING → H₂S RÉSIDUEL + MERCAPTANS
→ ACTIPOL® → POLISHING H₂S + MERCAPTANS**

5.2 Coupes concernées

Selon caractérisation et essais :

- naphta ;
- essence ;
- kérosène ;
- gazole ;
- autres coupes compatibles.

ACTIPOL® n'est pas présenté comme un substitut à l'HDS.

Il constitue une technologie de **finition chimique**.

5.3 H₂S

Ratio de dimensionnement de référence :

≈ **32–33 kg ACTIPOL® / kg H₂S.**

À une densité d'environ 1,2 kg/L : ≈ **27 L ACTIPOL® / kg H₂S.**

5.4 Mercaptans

Pour l'éthanethiol utilisé comme référence :

≈ **8,86 kg ACTIPOL® / kg EtSH**

soit environ : **7,4 L/kg EtSH.**

Le besoin réel dépend de la masse molaire des mercaptans présents.

Une analyse de leur composition est donc recommandée avant dimensionnement définitif.

5.5 La zone de bascule

La consommation étant proportionnelle à la charge soufrée, **ACTIPOL®** présente son intérêt maximal dans une zone déterminée de concentration résiduelle.

CHARGE ÉLEVÉE → CHARGE INTERMÉDIAIRE → FAIBLE CHARGE RÉSIDUELLE

Traitement principal → Comparaison technico-économique → ACTIPOL® POLISHING

La concentration correspondant à cette zone doit être déterminée pour chaque coupe et chaque installation.

6. ACTIPOL® ET LES TECHNOLOGIES DE SWEETENING

6.1 MEROX

MEROX repose sur l'oxydation catalytique des mercaptans en disulfures.

ACTIPOL® repose sur une logique différente :

transformation chimique non oxydante.

Il ne faut donc pas systématiquement opposer les deux procédés.

6.2 Trois architectures possibles

* CONFIGURATION A

HDS → BIOPOL® ou ACTIPOL®

Pour une charge résiduelle compatible avec un polishing direct.

* CONFIGURATION B

HDS → MEROX → ACTIPOL®

ACTIPOL® assure alors une finition complémentaire.

* CONFIGURATION C

HDS → ACTIPOL® en substitution partielle

À étudier lorsque les essais et l'économie démontrent la pertinence de cette architecture.

6.3 Critères de comparaison

La comparaison doit porter sur :

- CAPEX ;
- consommation de réactifs ;
- énergie ;
- exploitation ;
- maintenance ;
- complexité du procédé ;
- déchets et effluents ;
- performance finale ;
- variabilité de la charge.

Le coût du seul réactif n'est donc pas un critère suffisant.

7. ACTIPOL® et BIOPOL® — STEP ET ASSAINISSEMENT

7.1 Origine du H₂S

Dans les réseaux d'assainissement, des conditions anaérobies peuvent conduire à la formation de sulfures puis à l'émission de H₂S.

Les points sensibles comprennent :

- refoulements ;
- postes de relevage ;
- regards ;
- arrivées de STEP ;
- prétraitements ;
- ouvrages couverts ;
- traitement des boues.

7.2 Conséquences

- ODEURS
- TOXICITÉ
- CORROSION
- DÉGRADATION DES BÉTONS
- CONTRAINTES D'EXPLOITATION

7.3 Positionnement curatif

Les procédés préventifs cherchent à empêcher ou ralentir la formation des sulfures dans les réseaux.

BIOPOL® peut intervenir lorsque le H₂S est déjà formé.

Il constitue donc une approche curative potentiellement complémentaire des stratégies préventives.

7.4 Configurations envisageables

**GAZ ODORANT → CONTACT GAZ / ACTIPOL® ou BIOPOL® → TRANSFORMATION DU H₂S
et des MERCAPTANS → GAZ TRAITÉ**

La mise en contact peut notamment utiliser :

- colonne de lavage ;
- pulvérisation ;
- recirculation ;
- contacteur gaz/liquide.

La performance globale dépend simultanément de la chimie et du transfert gaz/liquide.

8. BIOPOL® — BIOGAZ ET MÉTHANISATION

8.1 Particularité du biogaz

Le biogaz contient généralement :



Une solution fortement sodique peut entraîner une consommation alcaline liée au CO_2 .

BIOPOL® utilise donc une formulation au carbonate à pH plus modéré.

8.2 Positionnement

BIOPOL® peut être étudié :

- en traitement direct sur certaines charges ;
- en polishing ;
- après traitement biologique ;
- après média fer ;
- après autre désulfuration primaire ;
- pour les pointes ;
- comme traitement complémentaire.

8.3 Architecture de polishing

BIOGAZ BRUT → DÉSULFURATION PRINCIPALE → H_2S / MERCAPTANS RÉSIDUELS
→ **BIOPOL®** → BIOGAZ POLI

Cette configuration peut être particulièrement intéressante lorsque la spécification finale est difficile à maintenir avec le traitement primaire seul.

9. ESSAIS ET RÉFÉRENCES DE DIMENSIONNEMENT

9.1 Trois niveaux de données

Pour éviter toute ambiguïté, les données **PTC Systems** sont classées en :

A — CALCUL STOECHIOMÉTRIQUE

Valeurs issues directement de la chimie.

B — SIMULATION INDUSTRIELLE

Calcul effectué sur un cas industriel défini.

C — ESSAI RÉEL

Résultat provenant d'une expérimentation.

9.2 Essai ACTIPOL® — H_2S + Et-SH

Un essai industriel de référence a été réalisé avec :

Paramètre	Valeur
Débit gaz	$\approx 1\,000\text{ m}^3/\text{h}$

H ₂ S	≈ 4 ppm
EtSH	≈ 30 ppm
Recirculation	7,5 m ³ /h
Durée	30 h
Volume gaz	≈ 30 000 m ³
Matière active ACTIPOL® pure consommée	≈ 25 kg

L'intérêt particulier de cet essai réside dans la présence simultanée :

H₂S + MERCAPTANS

Pour une exploitation comme référence de performance complète, les conditions analytiques d'entrée et de sortie doivent être jointes lorsqu'elles sont disponibles.

9.3 Cas biogaz — 600 Nm³/h

Cas de dimensionnement :

- débit : **600 Nm³/h** ;
- H₂S : **800 ppmv** ;
- fonctionnement : **24 h**.

Aux conditions normales, 800 ppmv de H₂S correspondent à un ordre de grandeur voisin de : **1,2 g H₂S/Nm³**

La charge journalière est donc de l'ordre de : **17 kg H₂S/j**.

Cette masse constitue le point de départ du bilan stœchiométrique.

Les conditions normales retenues doivent toujours être précisées dans les calculs contractuels.

9.4 Cas raffinerie — 8 000 m³/j

Simulation étudiée :

- hydrocarbure : **8 000 m³/j** ;
- densité : **0,80–0,83** ;
- H₂S : **≈ 5 ppm** ;
- mercaptans : **120–150 ppm**.

Cette configuration conduit à une consommation potentielle d'**ACTIPOL®**, dominée par les mercaptans.

Elle constitue donc un exemple utile pour déterminer la **zone économique de polishing** plutôt qu'une configuration à généraliser.

10. INTÉGRATION DANS UNE INSTALLATION INDUSTRIELLE

PTC Systems ne se limite pas au réactif.

La qualité du contact constitue une composante essentielle du procédé.

10.1 Schéma général liquide/liquide

**STOCKAGE ACTIPOL® → DOSAGE → MÉLANGE / CONTACT AVEC HYDROCARBURE
→ TEMPS DE RÉACTION → SÉPARATION DES PHASES
→ LAVAGE SI NÉCESSAIRE → HYDROCARBURE TRAITÉ**

10.2 Schéma général gaz/liquide

**GAZ CONTAMINÉ → CONTACTEUR ↔ RECIRCULATION BIOPOL®
→ SÉPARATION GAZ / LIQUIDE → GAZ TRAITÉ**

10.3 Paramètres de conception

Le dimensionnement doit notamment déterminer :

- temps de contact ;
- rapport liquide/gaz ou liquide/hydrocarbure ;
- efficacité du mélange ;
- température ;
- recirculation ;
- séparation des phases ;
- renouvellement du réactif ;
- instrumentation ;
- traitement des jus.

11. EFFLUENTS ET DEVENIR DU SOUFRE

Le traitement ne doit pas être évalué uniquement à partir de la concentration en sortie gazeuse ou hydrocarbure.

Il faut également déterminer le devenir du soufre transformé.

11.1 ACTIPOL®

Lorsque la configuration nécessite un lavage final, une hypothèse préliminaire de :

1 à 2 L d'eau/m³ d'hydrocarbure peut être retenue pour l'étude.

Les jus sont destinés à la filière de traitement des eaux du site après validation de leur compatibilité.

Le procédé ne recherche pas une régénération du H₂S ou des mercaptans captés.

11.2 Paramètres à analyser

Selon l'application :

- pH ;
- DCO ;
- salinité ;
- soufre ;
- carbone organique ;
- biodégradabilité ;
- écotoxicité si nécessaire ;
- compatibilité avec la STEP.

L'objectif est de maîtriser le soufre jusqu'à son devenir final.

12. POSITIONNEMENT FACE AUX TECHNOLOGIES EXISTANTES

Technologie	Principe	Atout	Point à considérer
Charbon actif	Adsorption	Simplicité	Saturation / média usé
Fer	Réaction / précipitation	Efficace H ₂ S	Résidus
Biologique	Oxydation	OPEX potentiellement faible	Sensibilité opératoire

Lavage alcalin	Absorption / réaction	Procédé connu	CO ₂ / alcalinité
Oxydation chimique	Oxydation	Rapidité	Oxydant
MEROX	Oxydation mercaptans	Référence raffinage	Boucle de procédé
PTC Systems	Transformation chimique	H₂S + mercaptans	Consommation proportionnelle à la charge

12.1 Positionnement recherché

PTC Systems ne prétend pas être la solution optimale dans toutes les conditions.

Son intérêt doit être recherché lorsque :

- la charge est compatible avec un traitement consommable ;
- H₂S et mercaptans coexistent ;
- une finition supplémentaire est nécessaire ;
- la simplicité d'installation est valorisée ;
- l'installation principale devient peu économique pour les dernières ppm.

C'est la logique du polishing ciblé.

13. APPROCHE TECHNICO-ÉCONOMIQUE

13.1 Principe

Le coût dépend directement de la quantité de polluant éliminée.

L'étude économique doit donc partir du **débit massique réel de H₂S et de mercaptans**, et non uniquement du débit global de l'installation.

13.2 Évaluation

Pour chaque projet, **PTC Systems** peut établir :

- consommation horaire ;
- consommation journalière ;
- consommation annuelle ;
- coût réactif ;
- consommation d'eau ;
- énergie ;
- effluents ;
- équipements ;
- CAPEX ;
- OPEX.

13.3 Comparaison globale

L'indicateur pertinent devient :

COÛT TOTAL POUR ATTEINDRE LA SPÉCIFICATION REQUISE

et non :

Prix du réactif seul

Cette approche permet de comparer **PTC Systems** à un procédé existant ou à une combinaison de technologies.

14. APPLICATIONS INDUSTRIELLES COMPLÉMENTAIRES

Les domaines suivants ont été identifiés comme potentiellement concernés par H₂S et/ou mercaptans :

- papeteries Kraft ;
- biogaz de décharge ;
- agroalimentaire ;
- abattoirs et équarrissage ;
- pétrochimie ;
- stockage pétrolier ;
- certains déchets organiques ;
- certaines applications environnementales.

Ces secteurs constituent :

DES APPLICATIONS POTENTIELLES À VALIDER

Ils ne doivent pas être présentés comme des références industrielles **PTC Systems** tant que les essais correspondants n'ont pas été réalisés.

15. MÉTHODOLOGIE D'ESSAI PILOTE

Le passage à l'application industrielle peut être organisé en cinq phases.

PHASE 1 — CARACTÉRISATION

Analyse du flux réel :

- débit ;
- H₂S ;
- mercaptans ;
- CO₂ ;
- température ;
- pression ;
- contaminants.

PHASE 2 — BILAN PTC SYSTEMS

Détermination :

- charge massique ;
- besoin stœchiométrique ;
- formulation appropriée ;
- consommation théorique.

PHASE 3 — ESSAI LABORATOIRE

Objectifs :

- confirmer la réaction ;
- mesurer l'abattement ;
- étudier la cinétique ;
- vérifier la compatibilité du milieu ;
- analyser les produits de réaction.

PHASE 4 — PILOTE SUR SITE

Le pilote doit permettre de mesurer :

- consommation réelle ;

- temps de contact ;
- rapport liquide/flux ;
- stabilité ;
- qualité des effluents.

PHASE 5 — BILAN INDUSTRIEL

À l'issue de l'essai :

- performance ;
- consommation ;
- CAPEX ;
- OPEX ;
- intégration ;
- sécurité ;
- effluents ;
- proposition de dimensionnement.

Cette phase permet la décision GO / NO GO industrielle

16. DONNÉES NÉCESSAIRES À L'ÉTUDE D'UN SITE

Identification du flux

- nature du produit ou du gaz ;
- débit moyen ;
- débit minimum et maximum ;
- température ;
- pression.

Analyse soufre

- H₂S entrée ;
- H₂S sortie recherchée ;
- mercaptans totaux ;
- nature des mercaptans ;
- autres composés soufrés.

Composition générale

- CO₂ ;
- eau ;
- hydrocarbures ;
- autres contaminants pertinents.

Installation existante

- procédé actuel ;
- équipement disponible ;
- temps de contact ;
- recirculation ;
- traitement des eaux ;
- contraintes de sécurité.

Objectif industriel

Quelle spécification finale doit être garantie ?

Cette question constitue le point de départ du dimensionnement.

17. PASSAGE À L'ÉCHELLE INDUSTRIELLE

La démarche proposée est :

**ANALYSER → CALCULER → TESTER → PILOTER → DIMENSIONNER
→ INDUSTRIALISER**

Le développement progressif permet de limiter le risque technique et financier pour l'exploitant.

Il permet également d'établir les garanties industrielles sur la base de données obtenues **sur le flux réel du site**.

18. PARTENARIAT INDUSTRIEL ET PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

PTC Systems s'inscrit dans une démarche de protection et de valorisation de sa technologie et de son savoir-faire.

Selon le projet, plusieurs formes de coopération peuvent être étudiées :

- essai industriel ;
- démonstrateur ;
- intégration par un constructeur ;
- partenariat de développement ;
- fabrication ;
- distribution ;
- licence d'exploitation ;
- coopération territoriale ou sectorielle.

L'objectif est de permettre le développement industriel de la technologie tout en assurant la protection de la propriété intellectuelle et du savoir-faire associés.

CONCLUSION

Le traitement du soufre réduit constitue une problématique transversale à de nombreuses industries.

PTC Systems apporte une approche commune pour deux familles particulièrement importantes :

H₂S + MERCAPTANS

ACTIPOL®

Est destiné principalement au **raffinage, aux hydrocarbures et au polishing après HDS**.

BIOPOL®

Est destiné principalement au **biogaz, à la méthanisation, aux STEP, à l'assainissement et aux environnements riches en CO₂**.

Le positionnement industriel recherché n'est pas celui d'une technologie universelle remplaçant systématiquement les procédés existants.

Il consiste à identifier la zone où une transformation chimique ciblée apporte une valeur supplémentaire :

**TRAITEMENT PRINCIPAL → CHARGE RÉSIDUELLE
→ PTC SYSTEMS → SPÉCIFICATION FINALE**