

PTC SYSTEMS — PLATEFORME ACTIPOLISH®

ACTIPOL® — POLISHING INDUSTRIEL

Dossier technique et technico-économique

Version actualisée — septembre 2026

PTC Systems → ACTIPOLISH® → ACTIPOL® → Raffinage / Polishing industriel

1. PTC SYSTEMS ET LA PLATEFORME ACTIPOLISH®

PTC Systems développe une technologie de traitement physico-chimique destructif et non oxydant de composés soufrés réduits présents dans des effluents gazeux ou liquides.

Cette technologie est regroupée sous la plateforme **ACTIPOLISH®**, comprenant deux formulations principales :

- **ACTIPOL®** : formulation fortement alcaline destinée notamment au polishing industriel, au raffinage et au traitement simultané du H_2S et des mercaptans ;
- **BIOPOL®** : formulation à alcalinité modérée, particulièrement adaptée aux environnements riches en CO_2 tels que biogaz, méthanisation, STEP et certaines applications environnementales.

**ACTIPOLISH® → même chimie fondamentale → formulation adaptée au milieu
→ ACTIPOL® ou BIOPOL®**

La différenciation repose sur l'adaptation de la formulation aux caractéristiques du milieu à traiter et non sur deux mécanismes chimiques différents.

Principe chimique

La plateforme **ACTIPOLISH®** repose sur une réaction chimique non oxydante de type **substitution nucléophile bimoléculaire — SN_2** .

Le principe actif comporte un site électrophile susceptible de réagir avec les espèces soufrées nucléophiles.

En milieu alcalin, H_2S forme notamment HS^- et les mercaptans $R-SH$ peuvent former des thiolates $R-S^-$.

**Composé soufré réduit → espèce nucléophile → réaction SN_2 → transformation chimique
→ composé soufré non volatil**

Le soufre n'est donc pas éliminé par oxydation : il est transformé chimiquement.

2. ACTIPOL® ET LA PROBLÉMATIQUE DU POLISHING

Dans de nombreux procédés industriels, les traitements principaux éliminent l'essentiel de la charge soufrée sans nécessairement supprimer totalement les composés soufrés réduits résiduels.

C'est notamment le cas après certaines opérations de raffinage et d'hydrodésulfuration.

Les contaminants résiduels peuvent comprendre :

- H_2S ;
- méthylmercaptan ;
- éthylmercaptan ;
- autres mercaptans ;
- autres composés soufrés réduits susceptibles de réagir selon la chimie **ACTIPOLISH®**.

Même à faible concentration, ces composés peuvent poser des problèmes de spécification, d'odeur, de corrosion, de sécurité ou de qualité finale du produit.

ACTIPOL® est donc principalement positionné comme technologie de **polishing**.

TRAITEMENT PRINCIPAL → CHARGE SOUFREE RÉSIDUELLE
→ ACTIPOL® → SPÉCIFICATION FINALE

3. POSITIONNEMENT SPÉCIFIQUE D'ACTIPOL®

ACTIPOL® est la formulation **ACTIPOLISH®** destinée aux applications dans lesquelles une forte alcalinité est compatible avec le procédé et où le traitement du H_2S et des mercaptans constitue l'objectif principal.

Formulation commerciale de référence

Paramètre	ACTIPOL®
Principe actif	21,2 % massique
pH	≈ 13
Densité	≈ 1,2 kg/L
Milieu	Fortement alcalin
Forme	Solution aqueuse
Stabilité vérifiée	≥ 1 an

Cette concentration permet de disposer d'une solution commerciale nettement plus concentrée que **BIOPOL®**, adaptée aux applications où la présence de CO_2 ne constitue pas la contrainte dominante.

Gaz ou liquide à traiter + H_2S /mercaptans + CO_2 faible/modéré → ACTIPOL®

4. CHIMIE ET STœCHIO MÉTRIE

4.1 H_2S

En solution aqueuse alcaline :



L'ion HS^- constitue une espèce nucléophile réactive vis-à-vis du principe actif **ACTIPOLISH®**.

La base stœchiométrique retenue est :

H_2S : 2 équivalents de principe actif par équivalent de H_2S

Valeur de référence :

1 kg H_2S → 6,853 kg de principe actif pur

Pour **ACTIPOL® à 21,2 %**, la consommation théorique correspondante est d'environ :

32,33 kg ACTIPOL® / kg H₂S

1 kg H₂S → 6,853 kg actif pur → ≈32,33 kg ACTIPOL® 21,2 %

La consommation industrielle réelle dépend du rendement de réaction, du transfert entre phases, des conditions opératoires et de l'objectif de traitement.

4.2 Mercaptans

Les mercaptans suivent la même chimie fondamentale :



Le thiolate R-S⁻ réagit avec le principe actif selon le mécanisme SN2.

Mercaptans : 1 équivalent de principe actif par équivalent de mercaptan

La consommation dépend donc de la masse molaire du mercaptan concerné.

Pour l'éthylmercaptan, la valeur de référence retenue est : **≈ 8,86 kg ACTIPOL® / kg Et-SH**

La distinction fondamentale est donc :

H₂S → 2 équivalents | Mercaptans → 1 équivalent

4.3 Caractère non oxydant

ACTIPOL® ne repose ni sur l'hypochlorite, ni sur le peroxyde, ni sur une oxydation catalytique du soufre.

**H₂S / mercaptans → réaction SN2 non oxydante → transformation chimique
→ composés soufrés non volatils**

5. ACTIPOL® DANS LE RAFFINAGE

Le raffinage constitue l'un des principaux domaines d'application d'ACTIPOL®.

Après hydrodésulfuration, les hydrocarbures peuvent encore contenir des quantités résiduelles de :

- H₂S ;
- mercaptans ;
- autres composés soufrés réduits.

Les teneurs dépendent de la coupe, de la charge initiale et des conditions du procédé.

ACTIPOL® est destiné à intervenir **en complément du traitement principal**, lorsque le produit doit être amené à sa spécification finale.

Applications possibles :

- naphta ;
- essence ;
- kérosène ;
- gazole ;
- certaines coupes intermédiaires ;
- fioul ;
- autres flux hydrocarbures nécessitant un polishing soufré.

**CHARGE HYDROCARBURE → HDS / TRAITEMENT PRINCIPAL
→ H₂S + MERCAPTANS RÉSIDUELS → ACTIPOL® → PRODUIT POLI**

6. ACTIPOL® ET MEROX

Le procédé **MEROX** est une technologie industrielle éprouvée de traitement des mercaptans.

ACTIPOL® n'a pas vocation à être présenté comme son remplacement systématique.

Son intérêt doit être étudié lorsque les caractéristiques du flux ou l'organisation industrielle rendent avantageux un traitement chimique non oxydant plus simple à intégrer.

MEROX nécessite notamment une gestion spécifique de la soude, du catalyseur et de l'air et suppose normalement une élimination préalable suffisante du H₂S.

ACTIPOL® présente l'intérêt de pouvoir agir sur :

H₂S + mercaptans

dans une même plateforme chimique.

Le positionnement peut donc être :

HDS → ACTIPOL® → spécification finale

ou, selon l'installation :

HDS → traitement existant → ACTIPOL® en polishing final

ou encore :

HDS → ACTIPOL® en complément / substitution partielle à étudier → produit fini

La configuration doit être déterminée au cas par cas.

7. INTÉGRATION INDUSTRIELLE

ACTIPOL® peut être utilisé en phase liquide ou pour le lavage d'un flux gazeux selon l'application.

Pour un hydrocarbure liquide, le principe général est :

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

Pour un effluent gazeux :

**GAZ CONTAMINÉ → CONTACTEUR ACTIPOL® → SÉPARATION GAZ/LIQUIDE → GAZ
TRAITÉ**

Boucle liquide éventuelle :

CUVE ACTIPOL® → POMPE → CONTACTEUR → RETOUR CUVE

L'architecture exacte dépend du flux industriel.

La méthodologie **PTC Systems** reste :

ANALYSER → CALCULER → TESTER → PILOTER → DIMENSIONNER → INDUSTRIALISER

8. EAUX DE LAVAGE ET PHASE AQUEUSE

Dans certaines applications hydrocarbures, un lavage final peut être nécessaire.

La consommation d'eau de lavage retenue comme ordre de grandeur est :

$$\approx 1 \text{ à } 2 \text{ L d'eau / m}^3 \text{ d'hydrocarbure traité}$$

Les eaux de lavage présentent typiquement un pH de l'ordre de : **9 à 10**

Elles sont destinées à être orientées vers le système de traitement des eaux du site, sous réserve de validation des conditions locales.

Les eaux de lavage **ACTIPOLISH®** sont conçues pour être compatibles avec un traitement biologique.

**TRAITEMENT ACTIPOL® → SÉPARATION → LAVAGE ÉVENTUEL
→ EAUX DE LAVAGE → STEP DU SITE**

9. RÉSULTATS INDUSTRIELS ACTIPOL®

Les essais présentés ci-dessous ont été réalisés directement avec **ACTIPOL®**.

Ils constituent donc des références industrielles directes de la formulation.

9.1 Industrie pétrochimique

Démonstration réalisée sur un important site américain implanté en France.

Débit 1 000 m³/h → H₂S 5,7 mg/m³ ≈ 4,1 ppm → Et-SH 130 mg/m³ ≈ 51,2 ppm

Installation :

Réservoir 1 000 L → recirculation 7,5 m³/h → colonne H 2 m / Ø100 mm → garnissage 1,2 m

Résultat :

Absence totale de H₂S et de mercaptans détectables en sortie dans les conditions de contrôle de l'essai.

Consommation :

42,17 kg ACTIPOL® 21,2 % → 9,07 kg de principe actif pur

Cet essai démontre la capacité d'**ACTIPOL®** à traiter simultanément H₂S et mercaptans.

9.2 SIAAP Achères — désodorisation

Essai réalisé sur les effluents gazeux provenant de capotages de bâches.

Débit 1 000 m³/h → H₂S 35 mg/m³ → CH₃-SH 4 mg/m³ → durée 48 h

Résultat :

Absence totale de H₂S et de CH₃-SH détectables après traitement dans les conditions de l'essai.

Résultat notamment validé par chromatographie en phase gazeuse.

Consommation :

56,5 kg ACTIPOL® / 48 h

Sur la base du coût matières de référence : **≈30 € de matières premières pour 48 heures**

Un second poste concernant le traitement des gaz issus des boues a également été étudié ; les données quantitatives doivent être complétées avant présentation détaillée.

9.3 Essai biogaz

Essai antérieur :

Débit 1 000 m³/h → H₂S 4 ppm → Et-SH 30 ppm → durée 30 h → recirculation 7,5 m³/h

Consommation corrigée retenue : **≈25 kg de principe actif pur ACTIPOL®**

Cet essai confirme le fonctionnement de la chimie ACTIPOL® sur un flux contenant simultanément H₂S et mercaptans.

10. MODÈLE TECHNICO-ÉCONOMIQUE ACTIPOL®

10.1 Coût matières

Le coût matières de référence retenu pour ACTIPOL® est : **0,53 €/kg ACTIPOL®**

Il s'agit exclusivement d'un **coût des matières premières**.

Il ne constitue :

- ni un coût de fabrication industrielle ;
- ni un coût sortie usine ;
- ni un prix de vente ;
- ni un prix commercial au client final.

Dans le modèle **PTC Systems** :

**MATIÈRES PREMIÈRES → FABRICATION PAR LICENCIÉ
→ COÛT INDUSTRIEL DU LICENCIÉ → COMMERCIALISATION PAR LICENCIÉ**

PTC Systems valorise la technologie, la propriété intellectuelle et le savoir-faire.

10.2 H₂S

1 kg H₂S → ≈32,33 kg ACTIPOL® → 32,33 × 0,53 € ≈17,13 €

Coût matières théorique ≈17,13 €/kg H₂S

10.3 Mercaptans

Pour l'éthylmercaptan :

1 kg Et-SH → ≈8,86 kg ACTIPOL®

Sur la base du coût matières de référence : **8,86 × 0,53 € ≈4,70 €**

Coût matières théorique ≈4,70 €/kg E-tSH

Ces valeurs sont des références stœchiométriques et non des garanties de consommation universelles.

11. APPROCHE TECHNICO-ÉCONOMIQUE DU POLISHING

Le coût d'un traitement ne doit pas être évalué uniquement sur le prix du réactif.

L'analyse doit intégrer :

$$\text{TCO} = \text{réactif} + \text{énergie} + \text{équipements} + \text{maintenance} + \text{eau} + \text{effluents} \\ + \text{indisponibilités} + \text{sécurité} + \text{exploitation}$$

ACTIPOL® doit notamment être évalué en fonction :

- de la concentration réelle en H_2S ;
- de la nature et de la concentration des mercaptans ;
- du débit traité ;
- de la spécification finale ;
- de la technologie existante ;
- de la possibilité d'utiliser les équipements du site ;
- du coût des procédés alternatifs.

L'intérêt économique augmente lorsque **ACTIPOL®** est utilisé sur une **charge résiduelle maîtrisée**, correspondant précisément à son rôle de polishing.

12. AUTRES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

La chimie **ACTIPOL®** n'est pas limitée au raffinage.

Elle peut être étudiée pour tout effluent gazeux ou liquide contenant des composés soufrés réduits compatibles avec la réaction **ACTIPOLISH®**.

Applications notamment étudiées :

- pétrochimie ;
- désodorisation industrielle ;
- stations d'épuration ;
- traitement de gaz ;
- biogaz dans certaines configurations ;
- flux contenant simultanément H_2S et mercaptans.

Le choix entre **ACTIPOL®** et **BIOPOL®** dépend principalement du milieu et notamment de la présence de CO_2 .

CO_2 faible/modéré + forte alcalinité compatible → ACTIPOL®

CO_2 élevé + alcalinité modérée recherchée → BIOPOL®

13. PRÉPARATION ET STABILITÉ

Un développement important de la technologie **ACTIPOLISH®** concerne la préparation du principe actif à partir d'un réactif organique spécifique.

Cette voie permet notamment la préparation de la formulation commerciale : **ACTIPOL® 21,2 %**

La stabilité de la solution a été vérifiée pendant au moins : **1 AN**

**PRÉCURSEUR ORGANIQUE → PRÉPARATION DU PRINCIPE ACTIF
→ ACTIPOL® 21,2 % → SOLUTION COMMERCIALE STABLE**

Les quantités, ordres d'introduction, conditions opératoires et paramètres détaillés de fabrication relèvent du savoir-faire **PTC Systems** et de sa documentation confidentielle.

14. PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

La technologie **ACTIPOLISH®** s'inscrit dans une stratégie de propriété intellectuelle comprenant notamment :

- certificat d'utilité antérieur publié ;
- demande de brevet antérieure ;
- marques **ACTIPOL®**, **BIOPOL®** et **ACTIPOLISH®** ;
- nouvelle demande de brevet français déposée le **21 septembre 2026**, enregistrée sous le numéro **FR2612844**, destinée à constituer la base de la stratégie d'extension internationale.

Cette nouvelle demande porte notamment sur les améliorations du procédé, la préparation du réactif et son utilisation industrielle.

**PROTECTION FRANÇAISE → PRIORITÉ → EXTENSION INTERNATIONALE
→ LICENCES D'EXPLOITATION**

15. MODÈLE INDUSTRIEL PTC SYSTEMS

Le modèle privilégié est celui de la :

LICENCE DE TECHNOLOGIE ET D'EXPLOITATION

PTC Systems concède au licencié le droit d'exploiter la technologie **ACTIPOLISH®** dans le périmètre défini par l'accord de licence.

Le licencié assure ou fait assurer la fabrication, l'industrialisation et la commercialisation des solutions correspondantes.

PTC Systems conserve la propriété de ses droits de propriété intellectuelle et de son savoir-faire.

Le licencié peut fabriquer **ACTIPOL®**, le faire fabriquer par une société de son groupe ou par un façonnier, optimiser ses achats de matières premières, déterminer son coût industriel et organiser sa commercialisation.

Répartition du modèle

PTC Systems → propriété intellectuelle + technologie + savoir-faire + accompagnement

Licencié → matières premières + fabrication + industrialisation + commercialisation

Marché → exploitation industrielle ACTIPOLISH®

La rémunération de **PTC Systems** repose principalement sur la valorisation de sa propriété intellectuelle et de son savoir-faire.

16. MÉTHODOLOGIE PTC SYSTEMS

ANALYSER → CALCULER → TESTER → PILOTER → DIMENSIONNER → INDUSTRIALISER

ANALYSER : nature du flux, débit, H₂S, mercaptans, CO₂, température, composition et variabilité.

CALCULER : charges massiques, besoins stœchiométriques, consommation théorique et ordre de grandeur économique.

TESTER : cinétique, contact des phases, rendement, concentration résiduelle et consommation effective.

PILOTER : dosage, mélange, temps de réaction, séparation, lavage éventuel et instrumentation.

DIMENSIONNER : extrapolation à l'installation industrielle.

INDUSTRIALISER : CAPEX, OPEX, automatisation, maintenance, sécurité et intégration au procédé existant.

17. POSITIONNEMENT INDUSTRIEL D'ACTIPOL®

ACTIPOL® n'est pas présenté comme un substitut universel aux technologies existantes.

Son positionnement repose sur une combinaison précise :



Ses caractéristiques principales sont :

- formulation concentrée à 21,2 % ;
- pH fortement alcalin ;
- réaction non oxydante ;
- action sur H₂S ;
- action sur mercaptans ;
- traitement simultané possible ;
- réaction chimique immédiate ;
- intégration possible en polishing ;
- absence de nécessité d'une adaptation biologique.

18. DONNÉES DE RÉFÉRENCE ACTIPOL®

Paramètre	Valeur de référence
Principe actif	21,2 %
pH	≈13
Densité	≈1,2 kg/L
Stabilité vérifiée	≥1 an
H ₂ S	2 équivalents
Mercaptans	1 équivalent
Actif pur / kg H ₂ S	6,853 kg
ACTIPOL® / kg H ₂ S	≈32,33 kg
ACTIPOL® / kg EtSH	≈8,86 kg
Coût matières ACTIPOL®	0,53 €/kg
Coût matières / kg H ₂ S	≈17,13 €
Coût matières / kg EtSH	≈4,70 €
Nature du procédé	Non oxydant
Mécanisme	SN2
Positionnement principal	Raffinage / polishing industriel

Les coûts indiqués sont exclusivement des coûts matières de référence et ne constituent pas des prix commerciaux.

19. RÉSERVES TECHNIQUES

Les calculs stœchiométriques constituent la base théorique du procédé.

La consommation industrielle réelle dépend notamment de la nature du flux, du transfert entre phases, du temps de réaction, de la température, du pH, de la concentration des polluants, de la présence simultanée de plusieurs composés soufrés et de l'objectif final.

Les essais industriels **ACTIPOL®** constituent des résultats réels obtenus dans les conditions précises décrites.

Toute nouvelle application doit être validée selon la méthodologie :

ANALYSER → CALCULER → TESTER → PILOTER → DIMENSIONNER → INDUSTRIALISER

20. CONCLUSION GÉNÉRALE

ACTIPOL® constitue la formulation concentrée de la plateforme **ACTIPOLISH®** destinée principalement au polishing industriel et au traitement des composés soufrés réduits dans les environnements compatibles avec sa forte alcalinité.

La technologie repose sur une réaction :

**RAPIDE → NON OXYDANTE → SN2
→ TRANSFORMATION DES COMPOSÉS SOUFRÉS RÉDUITS**

Les éléments désormais acquis sont :

- chimie **ACTIPOLISH®** commune à **ACTIPOL®** et **BIOPOL®** ;
- **ACTIPOL®** à **21,2 %** ;
- pH voisin de **13** ;
- stabilité vérifiée **≥1 an** ;
- traitement du H₂S à **2 équivalents** ;
- traitement des mercaptans à **1 équivalent** ;
- coût matières de référence **0,53 €/kg** ;
- résultats industriels directs sur H₂S et mercaptans ;
- protection renforcée de la technologie ;
- modèle industriel fondé sur la **licence de technologie et d'exploitation**.

Le positionnement central d'**ACTIPOL®** peut ainsi être résumé :

**TRAITEMENT PRINCIPAL → SOUFRE RÉDUIT RÉSIDUEL → ACTIPOL®
→ POLISHING → SPÉCIFICATION FINALE**