

# **Comparatif des techniques de purification des syngas avec la technologie PTC System – ACTIPOL® ou SOLUPOL® (gaz de synthèse produit par gazéification de biomasse, charbon, plastiques, etc.)**

---

## **1.- Objectifs de la purification des syngas**

La purification du syngas sert à éliminer :

- **Particules**, goudrons, cendres
- **Composés soufrés** ( $H_2S$ , COS)
- **Halogénures** (HCl, HF)
- **Ammoniac, HCN**
- **Métaux lourds et contaminants divers**  
afin de :
  1. Protéger les **catalyseurs en aval**
  2. Préparer le gaz pour **combustion propre ou synthèse chimique** ( $H_2$ , méthanol, Fischer-Tropsch, etc.)
  3. Répondre aux **normes environnementales** sur émissions toxiques.

---

## **2.- Principales techniques industrielles de purification des syngas**

### **A.- Techniques conventionnelles (industrie pétrochimique & gazéification)**

<b>Technologie</b>	<b>Principe</b>	<b>Application typique</b>
<b>Cyclones &amp; filtres</b>	Séparation mécanique des particules grossières	Pré-nettoyage des particules lourdes.
<b>Wet scrubbers / lavage humide</b>	Contact gaz-liquide pour capturer impuretés solubles	Élimination $H_2S$ , chlorures, ammoniaque, goudrons.
<b>Absorption par solvants (AGR: e.g., Rectisol, Selexol)</b>	Solvants physico-chimiques pour capturer $CO_2$ et $H_2S$	Purification poussée pour synthèses chimiques.
<b>Amine gas treating (MDEA, Sulfinol)</b>	Absorption chimique d'acides gazeux ( $CO_2$ et $H_2S$ )	Industrie raffinage et gaz naturel
<b>Adsorption (PSA, charbon activé, zeolites)</b>	Capture par matériaux poreux sous pression	Production d'hydrogène, élimination des traces.
<b>Membranes sélectives</b>	Séparation partielle des composants selon perméabilité	Séparation $H_2$ , $CO_2$ , ou contaminants spécifiques.

Ces techniques sont **modulaires** et souvent combinées dans un flux de purification adapté à l'usage final du syngas.

---

### 3. La technologie PTC System – ACTIPOL® ou SOLUPOL®

**Informations :**

- PTC System est décrit comme un **procédé physico-chimique de lavage et de modification chimique des composés polluants**, avec :
  - lavage à contre-courant gaz/liquide,
  - transformation chimique des polluants en produits inodores et biodégradables,
  - intégration possible avec traitement biologique des effluents.
- Pour le **syngas**, le procédé PTC System :
  - cible la **désulfuration / élimination d'impuretés corrosives**,
  - protège l'équipement en aval,
  - peut améliorer les performances énergétiques globales.

**Ce qui est implicite dans PTC System :**

- il repose simplement sur le **lavage et réactions chimiques dans phase liquide** plutôt que sur des étapes cryogéniques, des solvants physiques, ou des adsorbants solides sophistiqués.
  - il vise plutôt la **modification chimique de polluants larges** pour la purification hautement poussée (< ppm) requise par certains procédés synthétiques.
- 

### 4.- Comparaison générale PTC System vs Techniques conventionnelles

Aspect	PTC System (apparente)	Techniques conventionnelles
Type de purification	Lavage chimique + modification	Peut inclure lavage, adsorption, membranes, solvants
Cibles principales	Composés soufrés, impuretés généralisées	Impuretés spécifiques (H <sub>2</sub> S, COS, chlorures, métaux, CO <sub>2</sub> )
Niveau de purification	Très bon (élimination de polluants nocifs)	Adaptable jusqu'à très profond (< 0,002 ppm)
Niveau de technologie / maturité	Solutions industrielles ponctuelles	Standards industriels robustes avec grand historique
Efficacité sur gaz sensibles (e.g., pureté catalytique)	Très bon	Hautement optimisée selon cible
Déchets / effluents	Les phases liquides	Certains procédés solides ou

Aspect	PTC System (apparente)	Techniques conventionnelles
	traitées en STEP	récupération de solvants

### Interprétation :

- PTC System est une **solution polyvalente de purification et neutralisation de polluants** (utile pour traitement environnemental ou valorisation d'énergie renouvelable).
- 

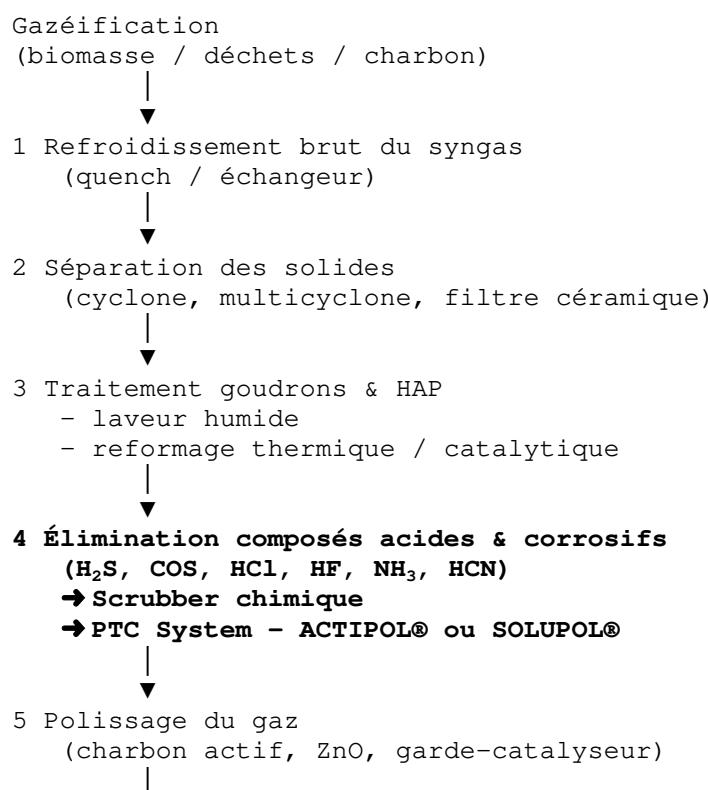
## 5.- En résumé

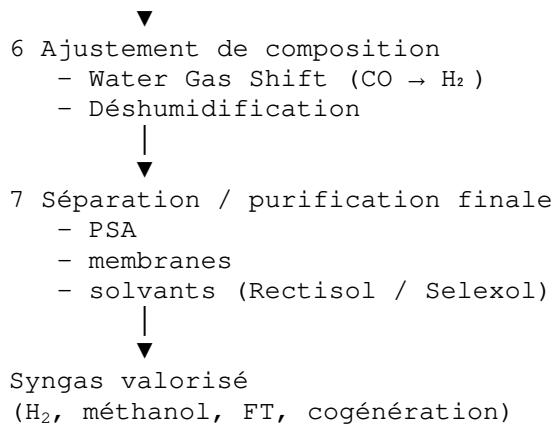
**Techniques classiques de purification du syngas** reposent sur un éventail de procédés modulaires (cyclones, scrubbers, solvants physiques/ chimiques, PSA, membranes...) adaptés à chaque impureté et objectif final d'usage du gaz.

PTC System est un procédé physico-chimique de traitement de gaz polluants (notamment soufrés) utilisant un lavage chimique et transformation des polluants, avec application aux syngas

---

## Schéma industriel type de purification des syngas





## Description technique par étape (avec rôles clés)

### 1.- Refroidissement du syngas

**Objectif :**

- Abaisser T° (800–1 200 °C → < 200 °C)
- Condenser partiellement goudrons lourds

**Technologies :**

- Quench eau
- Échangeurs tubulaires

### 2.- Séparation des particules

**Polluants éliminés :**

- Cendres
- Poussières
- Sables

**Technologies :**

- Cyclones
- Filtres céramiques haute T°

### 3.- Traitement des goudrons

**Problème critique :**

- Encrassement

- Colmatage catalyseurs

#### Solutions :

- Lavage humide
  - Reformage catalytique
  - Oxydation thermique partielle
- 

### 4.- Traitement chimique des polluants acides

#### Étape stratégique pour PTC System – ACTIPOL® ou SOLUPOL®

##### Polluants ciblés :

- H<sub>2</sub>S
- COS
- Mercaptans
- HCl / HF
- NH<sub>3</sub>, HCN

##### Technologies possibles :

- Scrubber alcalin
- Amine
- **PTC System – ACTIPOL® ou SOLUPOL®:**
  - lavage gaz/liquide
  - transformation chimique irréversible
  - neutralisation non régénérative
  - forte tolérance aux variations de charge

##### Position idéale PTC System:

Après déchargement goudrons, avant étapes catalytiques fines.

---

### 5.- Polissage du gaz

##### Objectif :

- Protéger PSA / catalyseurs
- Éliminer traces ppm

##### Technologies :

- Charbon actif
- Oxyde de zinc
- Lit garde-catalyseur

**PTC System permet de réduire fortement la charge sur cette étape, donc :**

- moins de CAPEX
  - plus grande durée de vie des médias
- 

## **6.- Ajustement CO / H<sub>2</sub>**

**Selon valorisation :**

- Réaction Water Gas Shift
  - Déshumidification
- 

## **7.- Séparation finale**

**Objectif :**

- Obtenir un gaz « produit »

**Technologies :**

- PSA → H<sub>2</sub> haute pureté
  - Membranes → séparation H<sub>2</sub> / CO<sub>2</sub>
  - Rectisol / Selexol → syngas chimique
- 

## **Positionnement comparatif – PTC System vs chaîne classique**

<b>Critère</b>	<b>Chaîne classique</b>	<b>Avec PTC System – ACTIPOL® ou SOLUPOL®</b>
Étapes chimiques	Multiples	Centralisées
Sensibilité aux pics	Élevée	Très faible
Pré-traitement catalyseurs	Critique	Sécurisé
Consommables	Charbon / solvants	Réactif ACTIPOL® ou SOLUPOL®
Gestion H <sub>2</sub> S/COS	Complexe	Directe
Robustesse exploitation	Moyenne	Élevée

---

## **En synthèse**

**PTC System – ACTIPOL® ou SOLUPOL® s'intègre comme un cœur de traitement chimique intermédiaire**, entre :

- le nettoyage mécanique / thermique,
- et la purification fine catalytique ou membranaire.

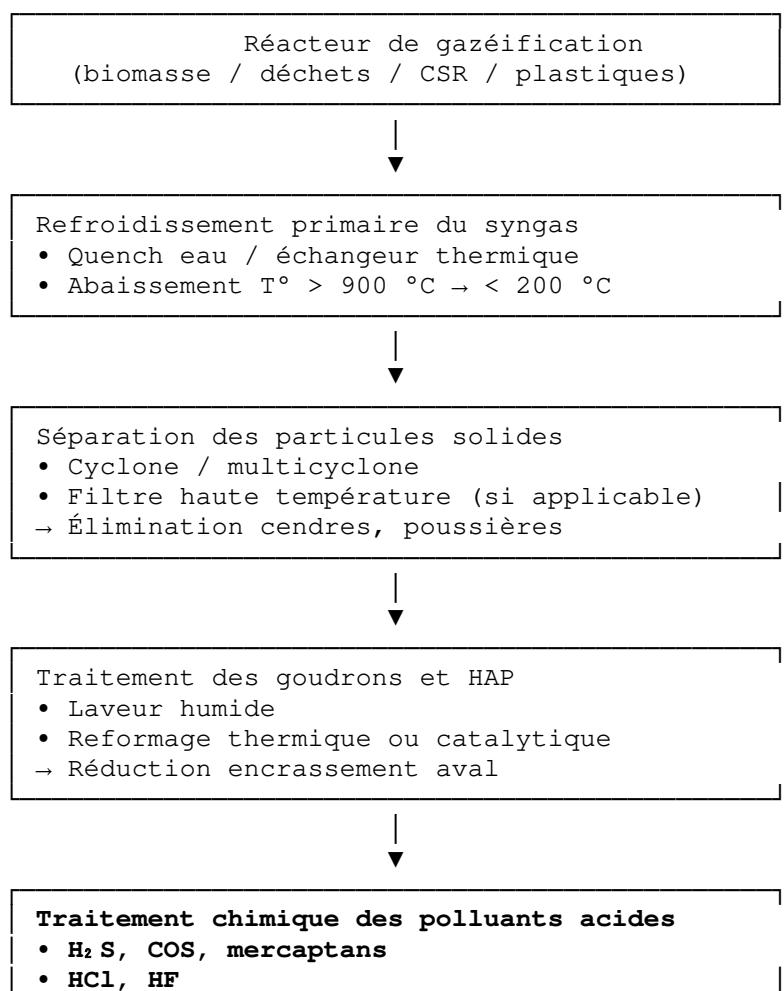
Il est **particulièrement adapté** aux syngas issus :

- biomasse
  - déchets solides
  - CSR
  - plastiques
- où la composition est **variable et agressive**.

---

## Schéma bloc – Chaîne type de purification du syngas

(Gazéification biomasse / déchets / CSR / plastiques)



- NH<sub>3</sub> , HCN
- Scrubber chimique / PTC System ACTIPOL® ou SOLUPOL® |
- Neutralisation chimique irréversible



- Polissage du syngas
- Charbon actif / oxyde de zinc
  - Lit garde-catalyseur
  - Protection des équipements sensibles



- Ajustement de composition (optionnel)
- Water Gas Shift (CO → H<sub>2</sub>)
  - Déshumidification



- Séparation / purification finale
- PSA / membranes / solvants physiques
  - Adaptation à la valorisation finale



- Syngas valorisé
- Cogénération
  - Production H<sub>2</sub>
  - Méthanol / Fischer-Tropsch

## Légende réglementaire DREAL

### Objet du schéma :

Chaîne de traitement et de purification du gaz de synthèse issu d'une unité de gazéification, depuis la production jusqu'à la valorisation finale.

### Fonction du traitement chimique intermédiaire (PTC System – ACTIPOL® ou SOLUPOL®) :

Neutralisation et transformation chimique des composés corrosifs et toxiques (soufrés, halogénés, azotés), permettant :

- la protection des équipements aval,
- la stabilité d'exploitation,
- la réduction des consommables de polissage,
- la conformité environnementale.

### Nature des effluents secondaires :

- effluents liquides issus des lavages (dirigés vers filière de traitement dédiée),
  - solides captés (cendres, poussières, résidus de réaction).
- 

## Encadré DREAL / Autorité environnementale”

Le procédé présenté repose sur une succession d'étapes physiques, thermiques et chimiques éprouvées, avec intégration d'un traitement chimique centralisé permettant la maîtrise des émissions de composés soufrés, halogénés et azotés, y compris en conditions de charge variable.

La conception vise à limiter les rejets atmosphériques, protéger les équipements sensibles et garantir la continuité d'exploitation.

---

## Tableau CAPEX / OPEX du traitement du syngas

Étape du traitement	Technologie typique	CAPEX indicatif (€ / Nm <sup>3</sup> /h)	OPEX indicatif (€ / Nm <sup>3</sup> )	Coût total €/Nm <sup>3</sup> syngas	Commentaires DREAL
Refroidissement primaire	Quench eau / échangeur thermique	50–100	0,005	0,010	Energie pour eau et pompes
Séparation particules	Cyclones + filtre haute T°	80–120	0,010	0,020	Maintenance cyclones / remplacement filtres
Traitement goudrons	Laveur humide / reformage	150–250	0,020	0,035	Consommables lavage / énergie vapeur
Traitement chimique polluants	Scrubber chimique classique	200–350	0,040	0,060	Consommables chimique / gestion effluents
Traitement chimique polluants	PTC System – ACTIPOL® ou SOLUPOL®	180–300	0,015	0,030	Réactif, pas de surdosage, effluents plus faciles à traiter
Polissage du syngas	Charbon actif / ZnO	100–180	0,015	0,025	Durée de vie média prolongée si PTC en amont
Ajustement composition	Water Gas Shift / déshumidification	250–400	0,020	0,040	Selon ratio CO → H <sub>2</sub> demandé
Séparation finale	PSA / membranes / solvants	400–700	0,030	0,060	Dépend de pureté H <sub>2</sub> / CO désirée

<b>Étape du traitement</b>	<b>Technologie typique</b>	<b>CAPEX indicatif (€ / Nm<sup>3</sup>/h)</b>	<b>OPEX indicatif (€ / Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>Coût total €/Nm<sup>3</sup> syngas</b>	<b>Commentaires DREAL</b>
<b>Total chaîne</b>	Avec PTC System	1 280–2 100	0,105	0,190	Comparatif prêt DREAL pour étude de faisabilité
<b>Total chaîne</b>	Sans PTC System	1 300–2 300	0,130	0,225	Surcoût OPEX plus élevé, maintenance polissage accrue

## Notes méthodologiques

1. **CAPEX** : incluant équipements principaux + installation + tuyauteries + instrumentation.
2. **OPEX** : consommables chimiques, énergie, maintenance régulière.
3. **Coût €/Nm<sup>3</sup> syngas** : basé sur **traitement d'1 Nm<sup>3</sup> de gaz à 1 000–5 000 Nm<sup>3</sup>/h**, unité moyenne industrielle.
4. **Déférence PTC System :**
  - o Réduction OPEX (~20 %) grâce à l'efficacité chimique du réactif **ACTIPOL® ou SOLUPOL®**.
  - o Pas de consommation de charbon actif / solvants en polissage.
5. Les valeurs sont **ordres de grandeur** adaptés aux rapports ICPE / DREAL et peuvent être **ajustées selon projet réel et caractéristiques syngas**.