

# PTC SYSTEM – DECHETS PLASTIQUES

## Procédé PowerPlast – Autour de la pyrolyse des déchets plastiques

### Un enjeu environnemental majeur

Depuis les années 1950, plus de **150 millions de tonnes de plastiques** se sont accumulées dans les océans, formant une pollution diffuse souvent qualifiée de « 7<sup>e</sup> continent ». Même si cette masse est peu perceptible à l'œil nu, elle constitue une menace environnementale considérable.

Selon la **Fondation Ellen MacArthur**, en l'absence de solutions efficaces, les océans pourraient contenir **plus de plastique que de poissons** dans les décennies à venir.

La collecte et la valorisation des déchets plastiques représentent donc un double enjeu :

- **environnemental**, en réduisant durablement la pollution ;
- **économique et social**, par la création d'emplois locaux via des centres de recyclage dédiés.

Les produits issus de cette transformation peuvent également être valorisés, notamment les **résidus carbonés**, qui ouvrent la voie à de nouveaux usages industriels.

---

### Transformer le plastique en carburant : une solution éprouvée

Parmi les solutions scientifiquement validées, la **pyrolyse des déchets plastiques** permet de convertir ces matériaux en **carburants liquides et gazeux**.

On parle parfois de « **retour du pétrole au pétrole** », puisque le plastique, issu à l'origine de ressources pétrolières, est reconverti en combustibles.

---

### Pyrolyse et incinération : deux procédés fondamentalement différents

Il est essentiel de distinguer clairement ces deux notions :

- **Pyrolyse** :
  - procédé réalisé **sans flamme**,
  - en **absence totale d'oxygène**,
  - comparable au mode pyrolyse d'un four ménager.
- **Incinération** :
  - combustion **avec flamme**,
  - en **présence d'oxygène**,
  - comme une cheminée ou un insert domestique.

Contrairement à l'incinération, la **pyrolyse ne génère pas de dioxines**, substances hautement toxiques, ce qui constitue un avantage environnemental majeur.

---

## Principe de fonctionnement de la pyrolyse des plastiques

La pyrolyse repose sur un **craquage thermique** : sous l'effet de la chaleur, les chaînes moléculaires des plastiques sont décomposées pour produire :

- des **carburants liquides** (diesel et essence),
- des **gaz combustibles**,
- des **résidus charbonneux**.

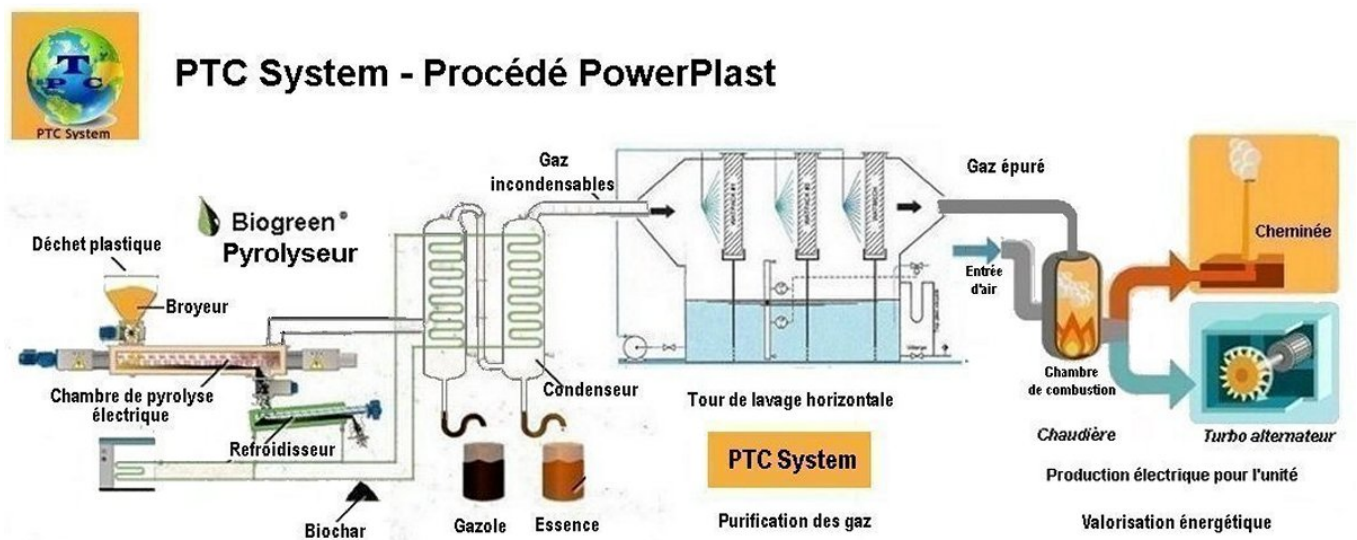
Les carburants produits peuvent alimenter :

- le pyrolyseur lui-même (autosuffisance énergétique),
  - des groupes électrogènes,
  - des moteurs thermiques, notamment marins pour les barges de récupération des déchets plastiques
- 

## Rôle du procédé PowerPlast

Lors de la pyrolyse, une fraction de gaz légers non condensables est produite. Ces gaz sont ensuite **traités et purifiés par le procédé PowerPlast** avec son module laveur de gaz **GasWash** et son réactif spécifique **ACTIPOL** installé en aval du pyrolyseur et du condenseur.

### Schéma d'installation:



Après purification, ils peuvent être :

- valorisés en **énergie électrique extérieure** par cogénération,
  - Valorisés sur l'installation pour l'alimentation du pyrolyseur
  - ou brûlés proprement, avec **rejet de gaz purifiés en cheminée**, conformes aux exigences environnementales.
- 

## Composition de la fraction gazeuse issue de la pyrolyse

La fraction gazeuse est composée de deux grandes familles :

### 1. Gaz combustibles neutres chimiquement

- Hydrocarbures légers non condensables,
- Utilisables pour la production d'énergie thermique ou électrique.

### 2. Gaz à caractère fonctionnel (polluants)

- Acides : chlorhydrique (HCl), cyanhydrique (HCN), fluorhydrique (HF),
- Ammoniac (NH<sub>3</sub>),
- Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>),
- Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>),
- Hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S),
- Autres composés nuisibles à l'environnement.

Ces composés justifient l'intégration d'un **système de purification dédié**, assuré par le module **GasWash**.

---

## Plages de température et distillation des carburants

La pyrolyse des plastiques est un procédé de **distillation thermique** dont les températures varient selon les produits recherchés :

- **Essence** :
  - température d'ébullition comprise entre **20 et 210 °C**
- **Gazole (diesel)** :
  - température d'ébullition comprise entre **170 et 390 °C**

Pour optimiser la distillation, les déchets plastiques sont **séchés et broyés en petits fragments**, facilitant les échanges thermiques.

---

## Valorisation du résidu carboné : le Biochar

Le résidu solide issu de la pyrolyse, appelé **Biochar**, est un carbone stabilisé. Il est **inerté dans du béton** afin de produire :

- des plots immergeables,
- des éléments de digues,
- des quais ou ouvrages portuaires,
- d'autres structures maritimes ou côtières.

Cette valorisation permet un **stockage durable du carbone**, sans relargage dans l'environnement.

---

## Performances industrielles constatées

L'association française **EarthWake**, avec son pyrolyseur expérimental **Chrysalis**, démontre la faisabilité industrielle du procédé, avec les rendements suivants :

- **65 % de diesel**
- **15 % d'essence**
- **15 % de gaz**
- **5 % de résidus charbonneux**

Le procédé est **autosuffisant en énergie** et permet de produire environ **0,8 litre de carburant par kilogramme de plastique traité**, dont environ **2/3 de diesel et 1/3 d'essence**.

---

## Principe de fonctionnement du laveur GasWash

Le procédé repose sur un **traitement physico-chimique en colonne de lavage**, permettant :

1. **La capture des polluants gazeux** dans une phase aqueuse,
2. **La transformation chimique simultanée** de ces polluants,

L'originalité du procédé réside :

- dans le **choix spécifique du réactif ACTIPOL**, qui se combine aux polluants,
  - dans une **destruction finale biologique naturelle**,
  - **sans génération de nouvelle pollution gazeuse**.
- 

## Procédé PowerPlast – Une solution opérationnelle mobile

L'unité de lavage **GasWash** est **complémentaire** de l'unité de pyrolyse assure une **sécurité environnementale totale** des émissions atmosphériques.

### Modularité et mobilité

Les deux modules sont intégrés dans des **containers maritimes standards**, permettant une implantation flexible :

- sur site industriel ou terrain,
  - sur une aire aménagée proche d'un stock de déchets plastiques,
  - sur un **camion plateau** (solution mobile),
  - sur un **bateau ou une barge**, en mode cabotage maritime pour la récupération des déchets flottants.
- 

## Vers une filière propre et circulaire

Contrairement à certaines installations existantes (comme observé dans certains schémas de référence type *Plastic Odyssey*), où les gaz légers ne semblent ni recyclés, ni valorisés.

L'intégration du procédé **PowerPlast avec son laveur GasWash et son réactif spécifique ACTIPOL** garantit :

- une **purification complète des gaz**,
  - une **réduction drastique des nuisances polluantes**,
  - une **conformité réglementaire renforcée**,
  - et une **valorisation énergétique durable**.
- 

## Utilisation de l'eau de mer

Le module **GasWash** peut fonctionner avec de **l'eau de mer filtrée**, car les sels minéraux formés sont de même nature que ceux déjà présents naturellement dans l'eau marine. Le seul paramètre à surveiller est le **seuil de saturation des minéraux**.

---

## Application maritime et autonomie énergétique

En configuration marine :

- le **carburant liquide produit** alimente partiellement le moteur du bateau,
- assurant une **forte autonomie énergétique**.

Il est également possible de :

- récupérer les **calories sur les gaz d'échappement** du moteur marin,
- exploiter des températures de sortie de :
  - **450 à 500 °C** pour un diesel à injection indirecte,
  - **550 à 580 °C** pour une injection directe.

Les gaz d'échappement du moteur sont soit :

- dirigés vers le module de lavage **GasWash**,
- mélangés aux gaz de pyrolyse,
- et peuvent participer à la **production d'électricité via une turbine**.

---

## Bénéfices environnementaux majeurs

Le recyclage des gaz d'échappement du moteur marin permet :

- la combustion des imbrûlés,
- une **bi-combustion des fumées**,
- une **réduction drastique de la pollution atmosphérique**, jusqu'à une **absence d'émission nette de CO<sub>2</sub>** dans le fonctionnement global du système.

---

## Stockage et valorisation de l'énergie

La production électrique peut :

- être stockée dans des **batteries**,
- ou utilisée en **fourniture externe**, selon les besoins locaux.