

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^e 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 reconvertis 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 :

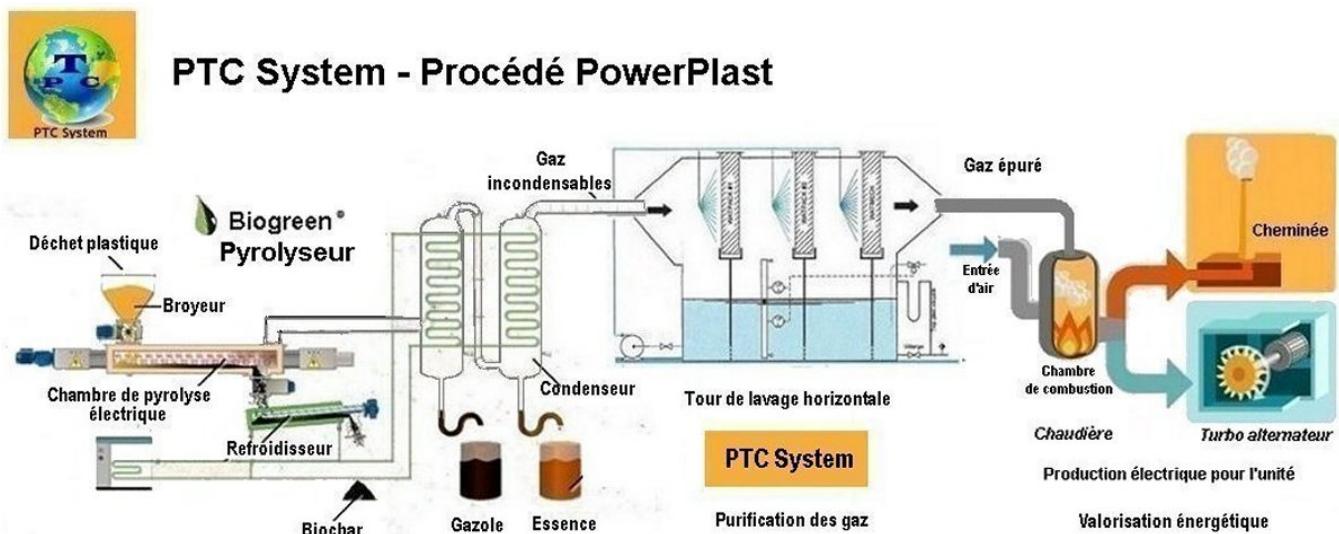
- le pyrolyseur lui-même (autosuffisance énergétique),
- des groupes électrogènes,
- des moteurs thermiques, notamment marins pour les barges de récupération des déchets plastiques

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 (NH₃),
- Oxydes d'azote (NO_x),
- Dioxyde de soufre (SO₂),
- Hydrogène sulfuré (H₂S),
- 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 immergables,
- 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 CO₂** 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.