



## Les Avis de l'ADEME

# Traitement des déchets par torche à plasma

## ENJEUX

Le choix d'un procédé de traitement des déchets dépend principalement de la nature du déchet à traiter (contenu en polluants, caractéristiques physique, chimique et/ou biologique) et des objectifs de valorisation matière, énergétique et agronomique.

Les procédés de traitement thermique de déchets sont généralement utilisés pour réduire sensiblement le volume et la toxicité des déchets, avec une production possible d'énergie et éventuellement d'une fraction à valoriser. Les principaux procédés sont :

- l'incinération
- la co-incinération
- la thermolyse et pyrolyse
- la gazéification

D'autres procédés thermiques sont utilisés à d'autres fins, tels que la vitrification, pour réduire le potentiel polluant des déchets, l'oxydation hydrothermale, pour éliminer la matière organique des déchets liquides (boues) ou le séchage, pour réduire l'humidité des déchets.

La torche à plasma est un dispositif applicable dans les procédés de traitement thermique par gazéification ou vitrification.

## DESCRIPTION

Une torche à plasma est un dispositif qui consiste à provoquer un arc électrique entre une anode et une cathode et y injecter de l'air ou un autre gaz afin d'obtenir un plasma. Ce plasma est un gaz ionisé qui ressemble à une flamme, à la différence près qu'il n'est pas provoqué par une combustion mais par un phénomène de dilution de la chaleur de l'arc électrique dans un volume de gaz.

Tandis que la température d'un arc électrique peut être de plusieurs milliers de degrés très localement, celle au sein du plasma est souvent voisine de 1500 °C dans un volume plus important.

## DEVELOPPEMENTS

Les torches à plasma trouvent 2 types d'application dans le traitement des déchets

### Vitrification

La torche à plasma peut être utilisée pour porter à haute température des déchets ayant peu ou aucun pouvoir calorifique tels que les déchets dangereux d'amiante ou les Résidus d'Épuration des Fumées d'Incinération d'Ordures Ménagères (REFIOM). La température atteinte permet de fondre les déchets qui, après refroidissement, se présentent sous forme d'un vitrifié (un verre en général de couleur noire).

L'enjeu est d'obtenir un déchet non dangereux, soit par destruction de la dangerosité du déchet (fusion des fibres d'amiante), soit par immobilisation dans le verre de constituants dangereux tels que les métaux lourds présents dans les REFIOM. Une caractérisation de cette absence de danger est néanmoins nécessaire afin de définir l'exutoire final : valorisation ou stockage.

Aujourd'hui, le développement de ce type d'application est très limité en France et en Europe, en raison de coûts de fonctionnement élevés, notamment liés à la consommation électrique. La vitrification par torche à plasma est sur ce point une technique peu compétitive par rapport au stockage avec prétraitement de déchets dangereux.

### Gazéification

La gazéification des déchets consiste à les chauffer à une température pouvant dépasser 1000°C, en présence d'une quantité limitée d'oxygène (quantité insuffisante pour permettre la combustion des déchets). Cette gazéification conduit à la production d'un gaz combustible de synthèse, chargé en goudrons.

Ce gaz peut être soit brûlé directement pour valoriser son énergie, soit épuré pour une production d'électricité par moteur à gaz, ou pour d'autres valorisations énergétiques ou chimiques.

Dans ce cas, il est nécessaire de craquer ces goudrons en molécules plus petites incondensables (c'est-à-dire qui restent à l'état gazeux), en les portant à une température plus élevée.

Cette température élevée peut être obtenue à l'aide d'un apport d'air qui permet une combustion partielle par élévation de température, mais produit un gaz appauvri en contenu énergétique. Elle peut également être produite à l'aide d'une torche à plasma, qui permet de maximiser la quantité de gaz de synthèse produite. L'inconvénient principal est une consommation importante d'électricité nécessaire au procédé pour réaliser cet apport supplémentaire d'énergie. Toutefois, en comparaison à une incinération classique de déchets avec production d'électricité (par turbines à vapeur), le bilan électrique net (c'est-à-dire déduction faite des consommations) apparaît au plan théorique très favorable à l'utilisation d'une torche à plasma, grâce au rendement très élevé des moteurs à gaz.

## IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Le traitement des déchets par torche à plasma présente l'avantage théorique de limiter les rejets atmosphériques de polluants. Les hautes températures de la torche devraient en effet limiter les substances imbrûlées et réduire la formation de dioxines.

En outre, ces températures élevées permettent, en gazéification, de produire des mâchefers vitrifiés, donc potentiellement peu lixiviables.

Les expérimentations basées sur des techniques de vitrification et de gazéification sont toutefois encore limitées et leurs impacts environnementaux peu connus.

Les premières réalisations, en cours actuellement, devront permettre de préciser ces aspects.

## EXEMPLES DE REALISATION

Un procédé de traitement de l'amiante grâce à la torche à plasma développé par EUROPLASMA (Gironde) est exploité par la société INERTAM à Morcenx dans les Landes depuis plusieurs années. Une unité pilote de vitrification de REFIONM grâce à une torche à plasma EUROPLASMA a fonctionné pendant plusieurs années sur le site de l'UIOM<sup>1</sup> de Cenon (33) mais s'est arrêtée en 2008 pour des raisons économiques. Plusieurs unités fonctionnent au Japon selon ce principe. Une expertise approfondie de ce procédé a été menée par l'ADEME en 2004 (voir liens).

Concernant la gazéification, il n'existe pas d'unité industrielle disposant d'un recul de fonctionnement suffisant. Plusieurs développements significatifs sont en cours :

- EUROPLASMA va construire, sur son site de Morcenx, une unité de gazéification de déchets industriels banals ;
- PlascoEnergy (Canada) dispose d'une unité de démonstration en phase de mise au point, depuis la fin 2007. Une expertise par l'ADEME de ce procédé est programmée en 2009 ;
- PyroGenesis (Canada) a vendu une unité de démonstration pour traitement des déchets d'une base militaire aux USA. Cette unité devrait être opérationnelle en 2010.

## AVIS DE L'ADEME

L'application de la torche à plasma pour la vitrification de déchets dangereux est une solution éprouvée. En raison d'une consommation électrique importante et de coûts de fonctionnement élevés en comparaison à l'alternative de prétraitement et stockage, le marché de cette technologie se restreint à des applications de niche (vitrification de l'amiante principalement).

L'application de la torche à plasma pour la gazéification des déchets non dangereux est actuellement en cours de développement, sans que le retour d'expérience ne permette à ce jour de vérifier que cette technologie tienne ses promesses, tant sur le bilan énergétique que sur les aspects environnementaux. L'analyse économique n'est pas possible à ce stade, faute de précisions sur les coûts d'investissement et de fonctionnement.

L'ADEME reste très attentive aux développements de cette technologie. Elle poursuivra son action en matière :

- de veille internationale sur l'état de l'art
- d'aide au développement des procédés (notamment à l'échelle pilote) qui s'avèreraient les plus prometteurs,
- d'évaluation approfondie des procédés (expertise) pour les unités pilotes préindustrielles,
- de financement d'opérations de démonstration pour les projets les plus aboutis et/ou le suivi des premières réalisations afin de capitaliser les retours d'expérience et vérifier les performances.

## Pour en savoir plus

- Site de l'ADEME sur les déchets  
<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=1&cid=96&m=3&catid=15501>
- Avis de l'ADEME sur les modes de traitement des déchets  
<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=1&cid=96&m=3&catid=20202>
- Expertise sur la vitrification par torche à plasma, projet EUROPLASMA  
<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=1&cid=96&m=3&catid=15501>

<sup>1</sup> Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères