



Torche à plasma - Génie des procédés

Application technologique au traitement thermique de déchets organiques

Résumé de présentation du domaine technologique

Une torche à plasma est une technologie qui permet de créer un milieu gazeux ionisé à très haute température. 4 variantes technologiques de modes de production plasma thermique sont proposées sur le marché : plasma d'arc soufflé de type pointe cathode, plasma d'arc soufflé de type électrodes creuses, plasma d'arc transféré et plasma d'induction. **Le CEA maîtrise ces 4 technologies et les valorise avec la conception et la qualification de 4 pilotes procédés plasmas dédiés au traitement de déchets organiques à hautes températures.**

Domaines d'applications

Dans le domaine nucléaire :

- Traitement de liquides organiques scintillants ou partiellement chlorés à faible débit par voie plasma inductif aérien
- Traitement de liquides organiques purs non dilués à fort débit par voie innovante plasma d'arc soufflé en immersion totale
- Traitement de déchets solides organiques mixtes (organo-métalliques) assisté par plasma aérien de forte puissance
- Traitement de déchets solides organo-minéraux par incinération plasma déporté au dessus d'un bain de verre en fusion

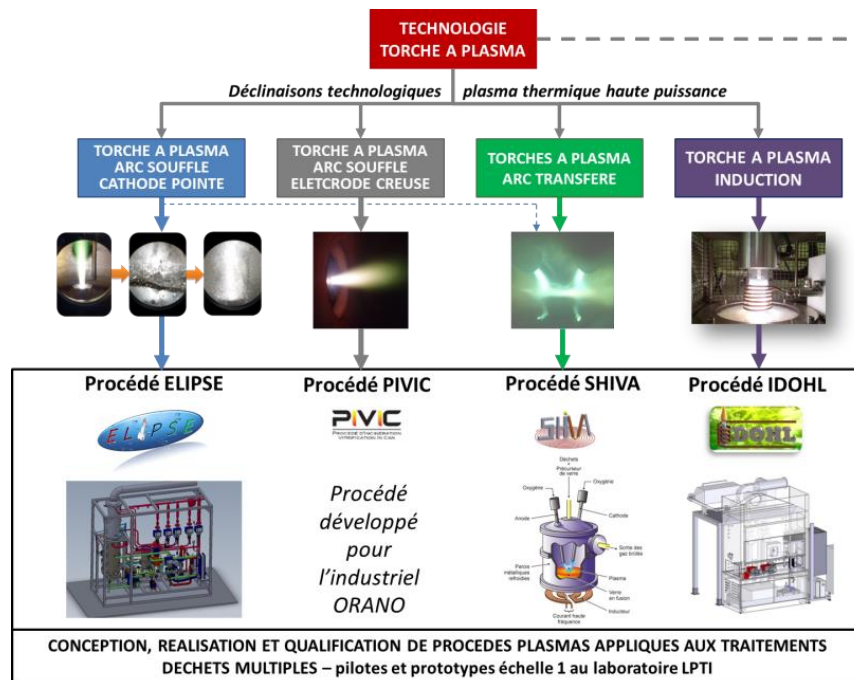
Dans le domaine hors nucléaire :

- Technologie adaptée au traitement de déchets liquides organiques dangereux (toxiques, inflammables) des industries chimiques, pharmaceutiques, médicales, du militaire et de la défense nationale (retraitement armes chimiques)
- Production de gaz de synthèse à partir de biomasse ou autres matières organiques à recycler sous forme de valorisation énergétique
- Fusion de métaux et affinage métallurgique pour différentes applications de haute technicité

Bénéfices et avantages concurrentiels apportés par la technologie

- De par sa compacité, une torche à plasma est un équipement qui réduit le coût d'un procédé et qui peut être intégré à différents endroits d'un procédé et dans des environnements très variés (aérien, milieu liquide aqueux en contact ou pas avec une matrice de confinement vitreuse ou enrobage)
- La technologie plasma fournit des températures et des densités d'énergies très élevées, ce qui permet de décomposer la quasi-totalité des matériaux (solides et liquides, organiques et minéraux) en les transformant en résidus minéraux et en gaz valorisables ou non de type Syngaz
- Par rapport à un chauffage résistif conventionnel (fours), un plasma est dépourvu de toute inertie thermique ce qui le rend attractif pour certaines applications.
- Par rapport à un brûleur à flamme, le plasma ne requiert pas de gaz combustible simplifiant ainsi le système globalisé de traitement de gaz du procédé et la chaîne de sécurité.

Présentation détaillée de la technologie



- Procédé **ELIPSE** : Procédé de traitement de déchets liquides organiques très variés (DLORs), radioactifs ou non (chlorés, phosphorés, fluorés, soufrés, ...)
- Procédé **SHIVA** : Procédé de traitement par incinération/vitrification d'une large gamme de déchets mixtes (organiques avec ou sans minéraux), solides et/ou liquides, brut ou sous forme enrobés
- Procédé **IDOHL** : Procédé de traitement de liquides organiques scintillants (DLOR), radioactifs ou non (chlorés et/ou fluorés)

- Procédé **PIVIC**
- Procédés prototypes échelle 1
- **Etudes de conception** de torches à plasma pour applications ciblées



Propriété intellectuelle et niveau de maturité TRL de la technologie

Technologie	Brevets	TRL
ELIPSE : - Procédé plasma	WO2011064361 : Procédé et dispositif pour le traitement des déchets par injection dans un plasma immergé	TRL 4/5
	WO2015165911 : Aménagement de la tuyère de sortie d'une torche à plasma immergé dédiée au traitement de déchets	
SHIVA - Procédé plasma	WO2005118492 : Procédé permettant la combustion et l'oxydation complète de la fraction minérale d'un déchet traité dans un appareil de combustion-vitrification directe	TRL 5/6
	WO03084883 : Four et procédé de vitrification à double moyen de chauffage	
IDOHL : - Procédé plasma	WO2011064314 : Procédé et dispositif de destruction thermique de composés organiques par un plasma d'induction	TRL 7/8 Mise en actif au CEA Saclay
Technologies de torche à plasma	WO200064224 : Cartouche pour torche à plasma et torche à plasma équipée	TRL 5
	WO2007096357 : Torche à plasma à arc transféré	TRL 6

Offres de service et de partenariat

- Vente de prestation d'expertise : accompagnement aux études de conception, aux choix techniques et à l'intégration de la technologie plasma pour des applications clients
- Vente de prestation d'ingénierie en génie chimique et génie des procédés hautes températures
- Formation et aide à l'utilisation de la technologie
- Essais de faisabilité et de démonstration sur les plateformes technologiques procédés plasmas du CEA Marcoule
- Accord de collaboration pour le développement de technologies

Mickaël MARCHAND – CEA – Expert technologique / mickael.marchand@cea.fr Tél. : 04 66 79 16 02

Contacts : Stéphane LEMONNIER – CEA – Chef de laboratoire / stephane.lemonnier@cea.fr Tél. / 04 66 79 69 32

Vincent BLET – Chargé de valorisation industrielle – CEA DEN Marcoule / vincent.blet@cea.fr Tél. : 04 66 79 17 97

Offres technologiques

- Expertise dans le domaine des torches à plasma thermique (20 années d'expérience) : modes de production plasma (arcs soufflés, transférés, induction) dans des environnements adaptés (aérien, immergé, déchet pur, dilué, enrobé, solide, liquide)
- Incinération et traitement thermique de déchets organiques (25 années d'expérience) – Valorisation énergétique des matières organiques
- Création - Conception - Modélisation & validation expérimentale de procédés physico-chimiques à hautes températures
- Combustion – Calcination – Incinération – Gazéification « classique » et « sous eau » – Incinération-vitrification de matériaux organiques avec ou sans minéraux ou avec ou sans métal
- Fusion et affinage de métaux
- Expertise en équipement de chauffage conventionnel: Résistif et Induction
- Couplage incinération et vitrification
- Traitement des gaz par voie sèche ou voie liquide
- Filtration de fumées combustion
- Filtration Electrostatique Haute Tension (gamme 10 à 80 kV)
- Instrumentations et équipements de diagnostic en ligne

Expertises

- Plasma haute température
- Applications pour les Nouvelles Technologies de l'Énergie
- Induction électromagnétique
- Thermochimie
- Génie chimique
- Génie des procédés plasmas
- Arcs électriques / haute tension / plasmas froids
- Traitement de déchets multiphasiques à fort pouvoir calorifique, chimiques, inflammables et corrosifs

Équipements et plateformes technologiques

Le CEA dispose d'importants moyens d'essais / développement :

- 2 plates formes R&D dédiées et en exploitation continue
- 4 torches à plasmas thermiques (3 modes de génération, 5 à 300 kW électrique)
- 4 pilotes prototypes plasmas différents : ELIPSE, SHIVA, IDOHL et PIVIC
- 1 pilote d'incinération de traitement thermique de déchet à fours résistifs : IRIS. Soutien à l'exploitant en actif.
- 2 laboratoires d'analyses et de caractérisations physico-chimiques
- Fours résistifs fixe/tournant
- Fours à induction basse et haute fréquence
- Logiciels et stations de travail (Solidworks, Autocad, Ansys Fluent)

Notre point fort :

Le CEA dispose de plusieurs décennies d'expertise et **d'un savoir-faire reconnu** dans le domaine des technologies plasmas appliquées au traitement thermique de déchets variés

Chiffres clés du laboratoire :

- Moyens humains dans le domaine des torches à plasma
 - 6 ingénieurs d'études
 - 3 techniciens
 - 1 doctorant
- Accréditations
 - Certification ISO 9001
 - Certification ISO 14001
 - OHSAS
- 25 ans d'expérience en incinération et 20 d'expérience sur les plasmas

Ils nous font confiance :

- Développement du procédé PIVIC en collaboration avec Orano
- Collaboration engagée avec Europlasma
- Programme d'Investissement d'Avenir pour le développement du procédé IDHOL et ELIPSE (ANDRA, A3i, CEA DRF)