

# Destruction des SACO par un procédé d'hydrolyse par plasma

---

Conférence sur le Contrôle des émissions et l'assainissement de l'atmosphère

*INNOVATION EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION,  
CARACTÉRISATION ET TRAITEMENT*

9 février 2012, Centre de Recherche Industrielle du Québec, Québec (Québec)

Par Pierre Carabin, ing., M. Ing.



Association pour la prévention de la contamination de l'air et du sol

AIR & WASTE MANAGEMENT ASSOCIATION

**PYROGENESIS**  
ENERGY FROM INNOVATION

# Sommaire

---

- L'entreprise
- Torches à Plasma
- Mise en contexte
- Procédé
- Résultats préliminaires
- Résumé



# PyroGenesis

## Qui Sommes Nous?

- Un leader dans les plasmas thermiques, installé à Montréal depuis 1991
- Près de 50 employés (75% de personnel technique)
- Une entreprise de haute technologie avec 10 brevets et instances
- 6 systèmes de destruction des déchets par plasma livrés ou en commande
- 27 torches à plasma vendues





# Une clientèle internationale

## Des partenaires locaux



**Battelle**  
*The Business of Innovation*



**Newport News Shipbuilding**  
A Division of Huntington Ingalls Industries

**BELCO**

**Carnival**  
The Fun Ships.



Ministère  
du Développement  
économique,  
de l'Innovation  
et de l'Exportation

Québec 

**NEWALTA**

**GULF  
POWER**  
A SOUTHERN COMPANY

**NORTHROP GRUMMAN**

DEFINING THE FUTURE

**UF** UNIVERSITY of  
**FLORIDA**



**McGill**



**CERMIM**

Affilié à l'UQAR

Centre de recherche  
sur les milieux  
insulaires et maritimes



UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**

# Des produits de haute technologie conçus et fabriqués au Québec



- **Solutions environnementales**- Chef de file en conception, développement et fabrication de systèmes au plasma pour la conversion des déchets en énergie et la destruction de déchets



- **Torches à plasma** – Fournisseur de systèmes de torches à plasma pour la destruction de déchets; la production et la transformation des matériaux avancés et des nanomatériaux



- **Services :**
  - Conception et fabrication sur mesure
  - Recherche à contrat
  - Pilotage



# Qu'est ce que le Plasma?

- Le plasma est un gaz ionisé conducteur d'électricité.
- Ce courant libère de grandes quantités de chaleur
- Plusieurs technologies ont été développées utilisant cette source de chaleur qui peut atteindre des températures entre 5 000°C et 10 000°C.
- Aucune combustion

Température  
comparable à la surface  
du soleil



## Il existe 4 types de matières

Solide	Liquide	Gaz	Plasma
<0°C	>0°C	>100°C	>5,000°C
Glace	Eau	Vapeur	Gaz Ionisé

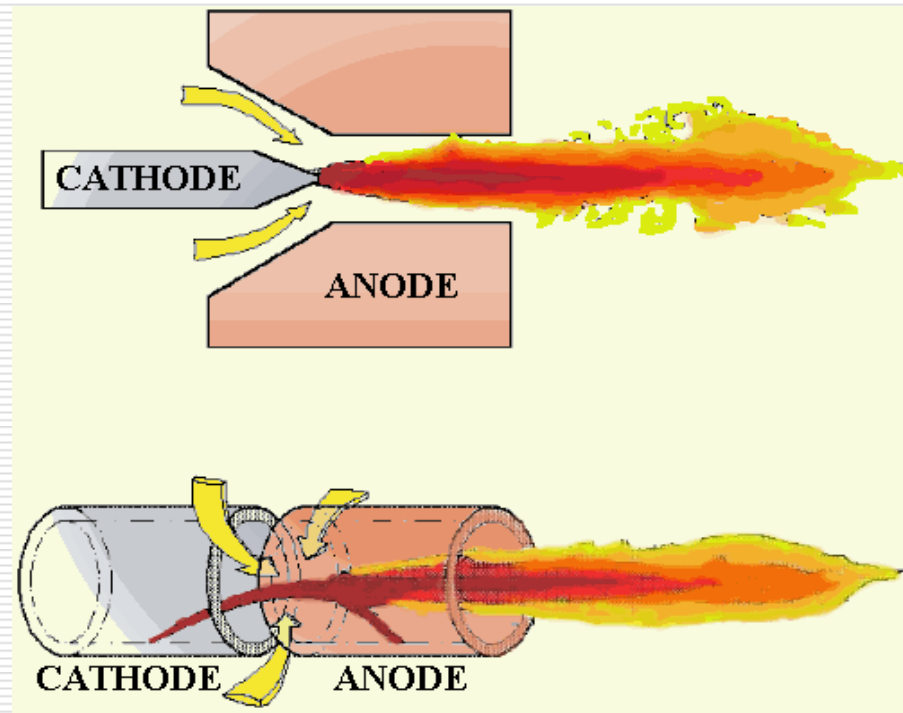
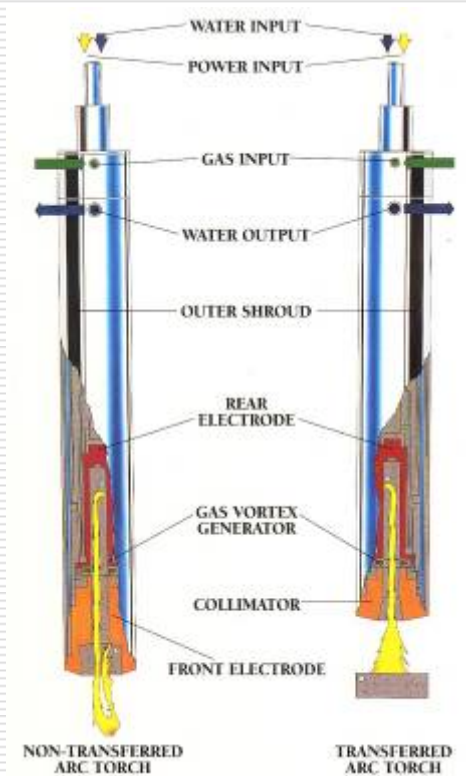
# Intérêt du plasma pour le traitement de déchets

---



- Les hautes températures, la présence d'ions, d'électrons libres et de rayonnement UV permettent de détruire les déchets de façon propre et efficace.
- Une source de chaleur indépendante permet de traiter une vaste gamme de déchets
- La forte intensité énergétique du plasma permet de bâtir des systèmes compacts
- Possibilité de réduction des gaz à effet de serre (GES) puisque la chaleur est produite à partir d'électricité plutôt que de combustibles fossiles.
- Absence de déchets secondaires

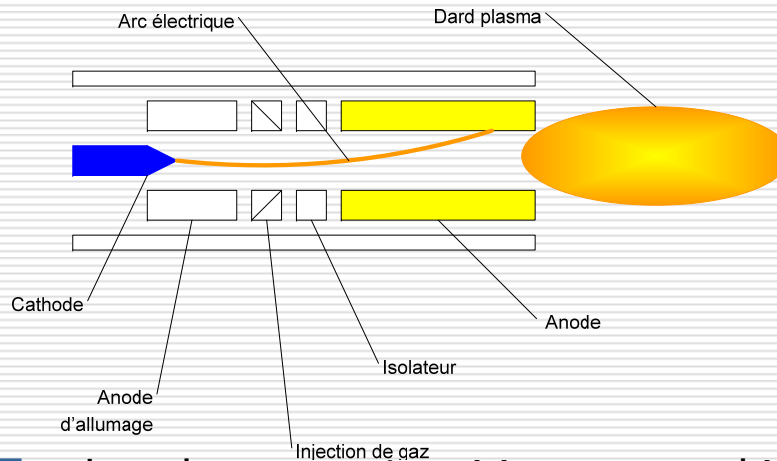
# Fonctionnement d'une torche à plasma





# Générer un plasma

## Exemple d'une torche à arc non-transféré (NT)



- ❑ Le plasma est créé par une décharge d'arc électrique à travers un gaz (par exemple de l'air)
- ❑ Torche à arc NT: deux électrodes: cathode (émetteur d'électrons) et anode (récepteur)
- ❑ L'arc électrique est maintenu par un redresseur CA-CC
- ❑ Le gaz injecté est chauffé par l'arc
- ❑ Le gaz est dissocié et ionisé, donc hautement réactif

# Mise en contexte

## Impact des SACO sur les GES

- En 2007, 1,400 millions de tonnes métriques de CO<sub>2</sub> équivalent se retrouvaient présent dans les SACO aux États Unis seulement, l'équivalent des émissions de GES de 380 millions de voitures!
- Entre 2007 et 2010, on estime que 13% de ces gaz auront fuit dans l'environnement s'il ne sont pas récupérés et détruits

Substance	Potentiel GES (100 ans)
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	25
CFC-11	4,750
CFC-12	10,900
HCFC-22	1,810
HFC-134	1,430

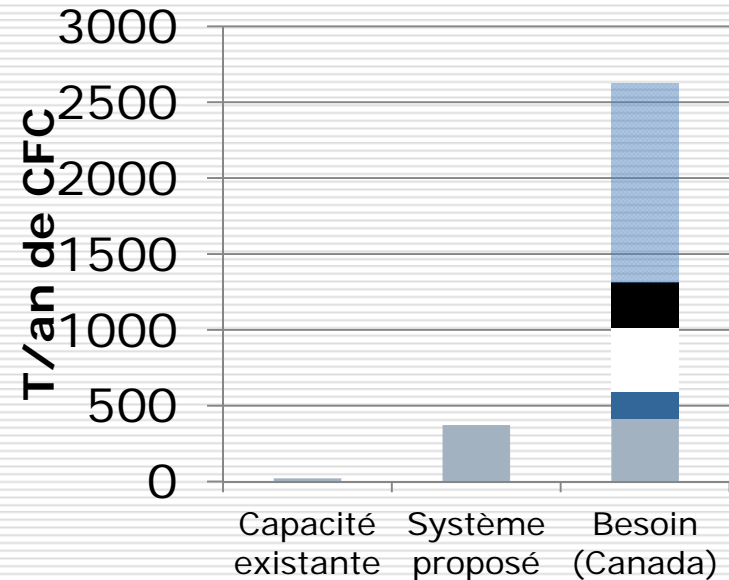
Source: IPCC/TEAP (2005)

SACO = GES à haut potentiel !

# Mise en contexte

## Les Besoins

- Plusieurs sources de CFCs non ou mal récupérées (mousse frigo, construction, etc.)
- La capacité de destruction au Canada est insuffisante



- Mousse frigo
- Compresseur frigo
- AC automobile
- Réfrigération commerciale
- Mousse construction (est.)

# Le Projet

---

- Démonstration de la destruction de 50 kg/h de R11 et R12 avec une torche à plasma de vapeur de PyroGenesis chez RES à Laval
- Mise à l'échelle d'un système testé chez PyroGenesis avec le soutien du PARI
- Système flexible permettant de détruire plusieurs types de CFCs
- Traitement local



# Une approche novatrice

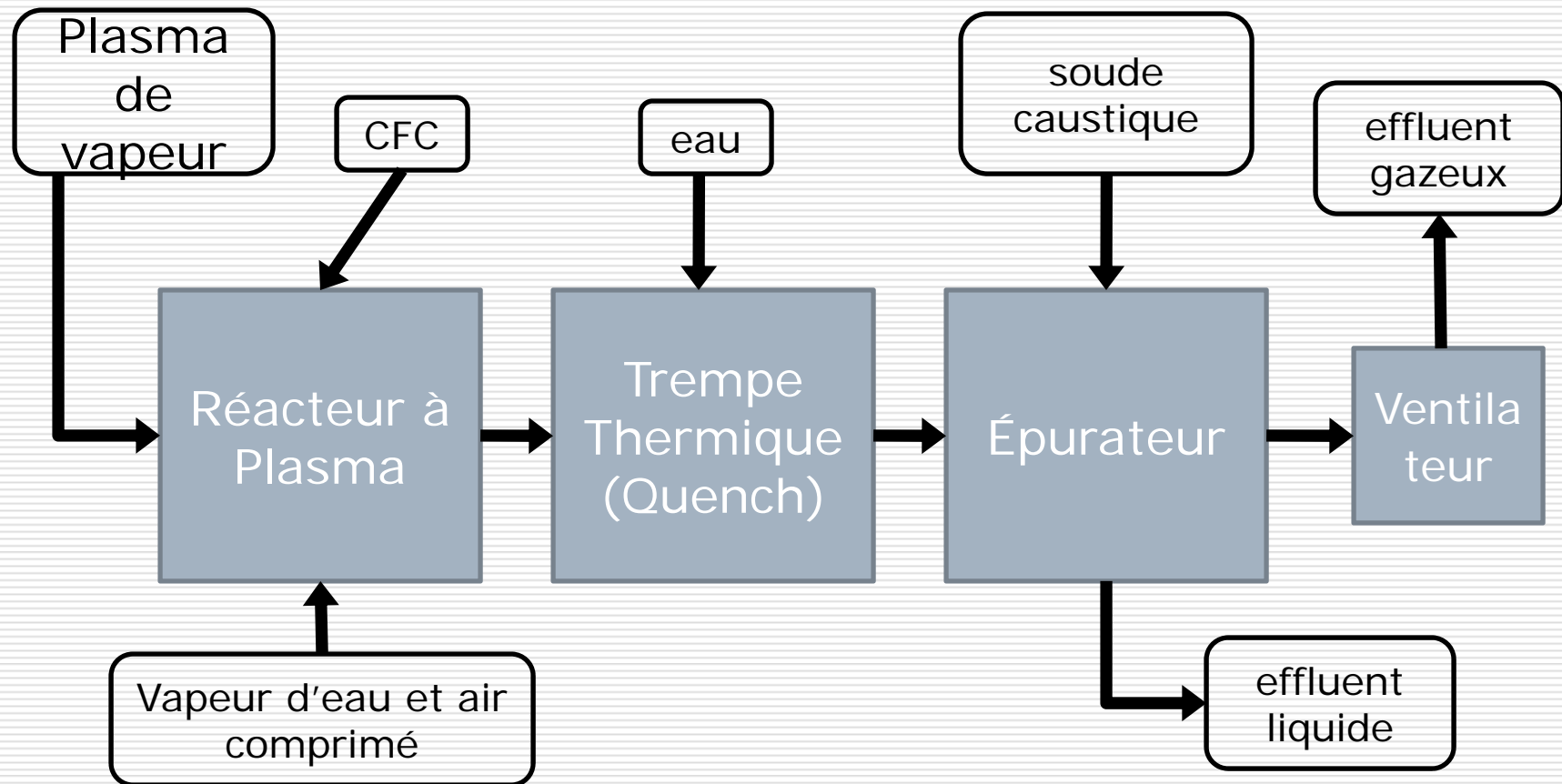
## L'hydrolyse par plasma

---



- ❑ Hydrolyse par plasma plutôt que combustion
- ❑ La torche à plasma est la source principale de chaleur
- ❑ La vapeur est le réactif principal
- ❑ La présence de radicaux libres tels que  $\text{OH}^-$ ,  $\text{O}^+$ , et  $\text{H}^+$  dans un plasma de vapeur d'eau permettent de dégrader les CFCs rapidement
- ❑ Pas de formation de  $\text{Cl}_2$  et  $\text{F}_2$

# Le Procédé



# Comparaison avec la technologie conventionnelle

	Hydrolyse par plasma	Technologie conventionnelle Incinération
Source de chaleur	Torche à plasma de vapeur (électricité)	Brûleur à combustible fossile (gaz, mazout...)
Mécanisme de la réaction	Hydrolyse suivi par une combustion	Combustion (les CFCs sont des produits ignifugeants difficiles à détruire)
Débit de gaz de cheminée	Très faible	Élevé – Risque de reformation des dioxines et furanes élevé
Efficacité de destruction	Élevée	Basse

# Avantages de la technologie au plasma

---

- ❑ Technologie propre – plasma de vapeur d'eau
- ❑ Haute efficacité de destruction
- ❑ Pas de brûleurs
- ❑ Faibles émissions atmosphériques
- ❑ Destruction sur site (cycle complet)



# Essais à petite échelle

---

- Démonstration à 0.7 kg/h complétée
- Torche à plasma de vapeur démontrée
- DRE de 99.9999% démontrée pour le R12



# Mesure des effluent gazeux (base sèche, 11% O<sub>2</sub>)

Scenario	R-11	R-12	Limite*
HCl (mg/Rm <sup>3</sup> )	0.15	0.4	50
HF (mg/Rm <sup>3</sup> )* *	0.005	0.01	5
HBr (mg/Rm <sup>3</sup> )* *	<0.02	< 0.05	5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/Rm <sup>3</sup> )* *	<0.01	< 0.02	10
SO <sub>2</sub> (mg/Rm <sup>3</sup> )	3.5	12.2	150
Dioxines et furanes (ng-TEQ/Rm <sup>3</sup> )	0.0009	0.011	0.08
Mercure Hg (µg/Rm <sup>3</sup> )	0.10	0.07	50

\* Règlement sur la qualité de l'air à 11% d'oxygène

\*\* Règlement sur la qualité de l'atmosphère Q2 R20, à 50% d'excès d'air

# Avantages pour le développement durable

---

- Empreinte carbone réduite
  - Traitement des CFCs présents dans les mousses
  - Élimination des GES reliés au transport
  - Élimination des GES reliés au brûleurs à combustible fossile (incinération = méthode conventionnelle)
  - Élimination des fuites de SACO durant le transport et transfert

# Avantages pour le développement durable

---

- Réduction de l'impact sur la couche d'ozone
- Gestion responsable des déchets
  - Pas d'exportation de déchets
- Création d'emplois locaux
  - Avec l'élimination des HCFCs et autres GES chlorés, le système pourra fonctionner pendant 50 ans.



# En résumé

---

- ❑ Plasma de vapeur: une solution technologique innovatrice et efficace
- ❑ Gestion responsable des déchets: captation et destruction locales des SACO
- ❑ Élimination de gaz à fort potentiel de GES et réduction de l'empreinte carbone
- ❑ Développement d'une expertise au Québec

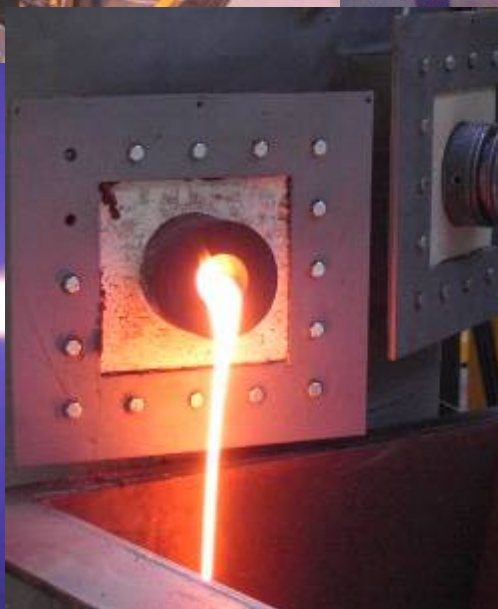
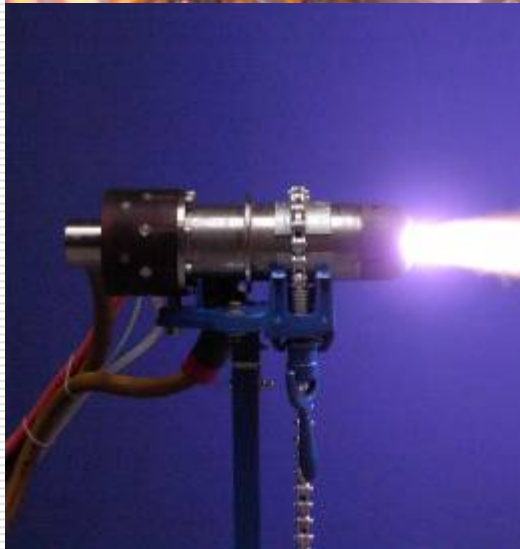
# MERCI À:

---

- MDEIE
- Programme Technoclimat
- Programme d'aide à la recherche industrielle PARI
- Recyclage Écosolutions



Merci!



# Destruction des CFC – Méthode conventionnelle (incinération)

---



## Désavantages

- ❑ Les CFCs sont des produits ignifuges très difficiles à brûler et requièrent des températures de destruction très élevées
- ❑ Combustion incomplète et faible efficacité de destruction
- ❑ Volume de gaz de cheminée très élevé
- ❑ Nettoyage des gaz ( $\text{Cl}_2$  et  $\text{F}_2$ ) ardu
- ❑ Risque de formation de dioxines et furanes élevé
- ❑ Utilisation de brûleur à combustible fossile, émetteur de GES