

# SPARC

## PROJET D'USINE PILOTE DE DESTRUCTION DES RÉFRIGÉRANTS

Description du procédé et État  
d'avancement  
*2014-10*



# ÉQUIPE SPARC PYROGENESIS CANADA INC.



**Pierre Carabin, M.  
ing.**

- Directeur ingénierie
- Plus de 20 ans d'expériences dans l'ingénierie de procédés et technologies de l'environnement.

**Ali Shaverdi,  
Ph.D.**

- Scientifique en développement de produits

**Hassen Bouasker,  
ing. Jr., M.Sc.A.**

- Maîtrise en génie chimique et expérience international en ingénierie.

**Jonathan Houle,  
ing.**

- Diplômé de l'ÉTS en 2006.
- Chargé de projet depuis 2012. Temps plein sur SPARC depuis 2011.
- Avec l'équipe de Pryogenesis depuis 2009.

**Plusieurs autres  
ressources**

- Jean-René Gagnon, ing.; François Rivard, ing.; Hugo F. Blanchette M. ing.; Christopher A. Dion, ing. J.; M.Sc. A.; Bernard Allard; Luigi Sperduti...

# CONSULTANTS

BBA  
TOP CONTROL

- Michel Ruel, ing.
- Marc Tardif

Martin Suichies

- Expert en contrôle de procédé

APIGI  
Gérad Gosselin, ing.

- 40 ans d'expérience.
- Contrôle de pollution de l'air et énergie

Prof. Sylvain Coulombe, ing.  
Ph.D.

- Directeur chaire de recherche en Plasma de l'université McGill (Plasma Processing Laboratory)

Prof. Richard J. Munz, ing.  
Ph.D.

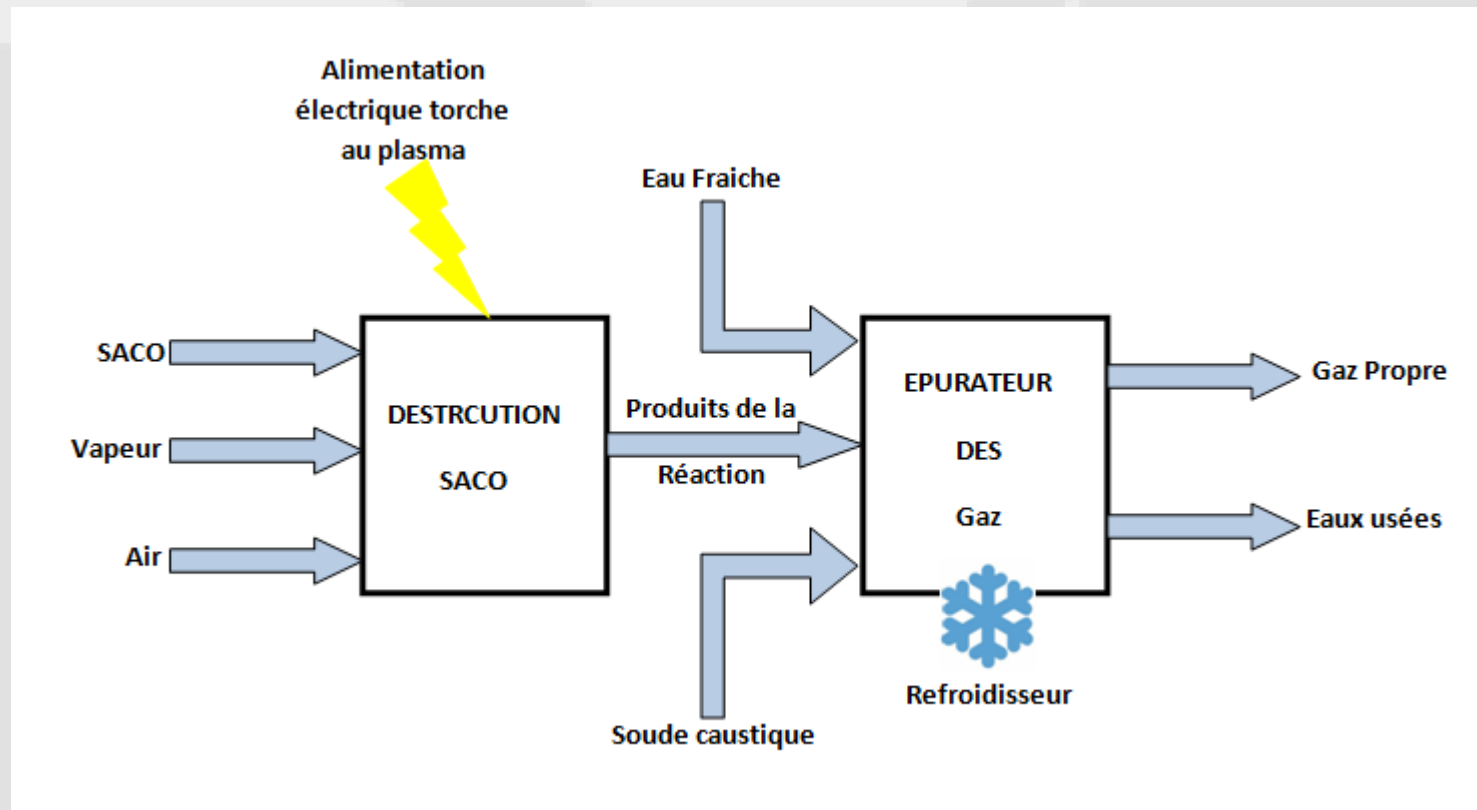
- Ancien directeur département Génie Chimique Université McGill.
- Publié plusieurs articles sur le Plasma

Mesar  
Stéphane Lévesque, ing.  
M.Sc

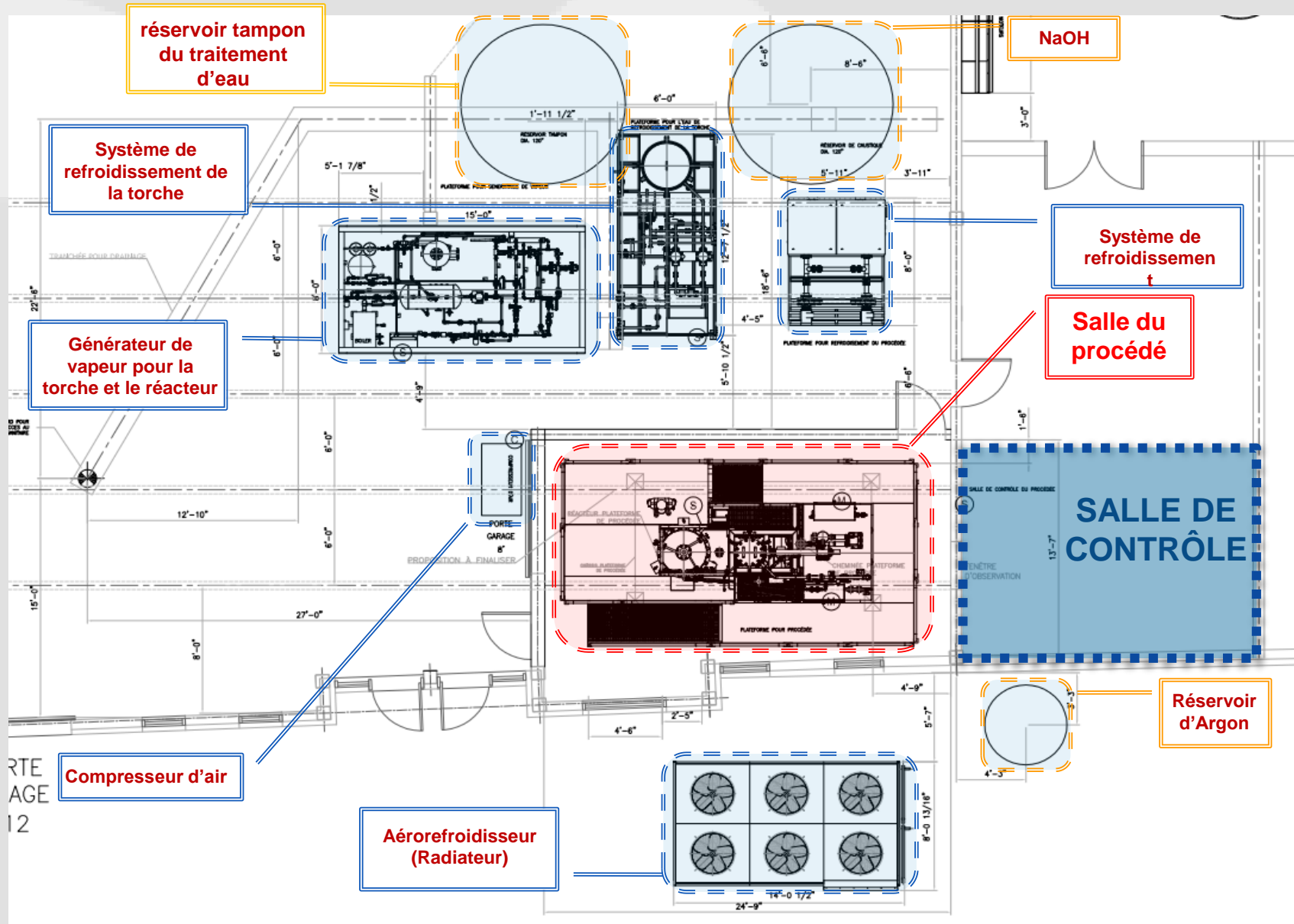
- Ingénieur de procédés, spécialiste en traitement de l'air.
- Recommandé par André Normandin ing. M.Sc. Enseignant Université Laval. Pollution de l'air.

# DIAGRAMME DU SYSTÈME SPARC

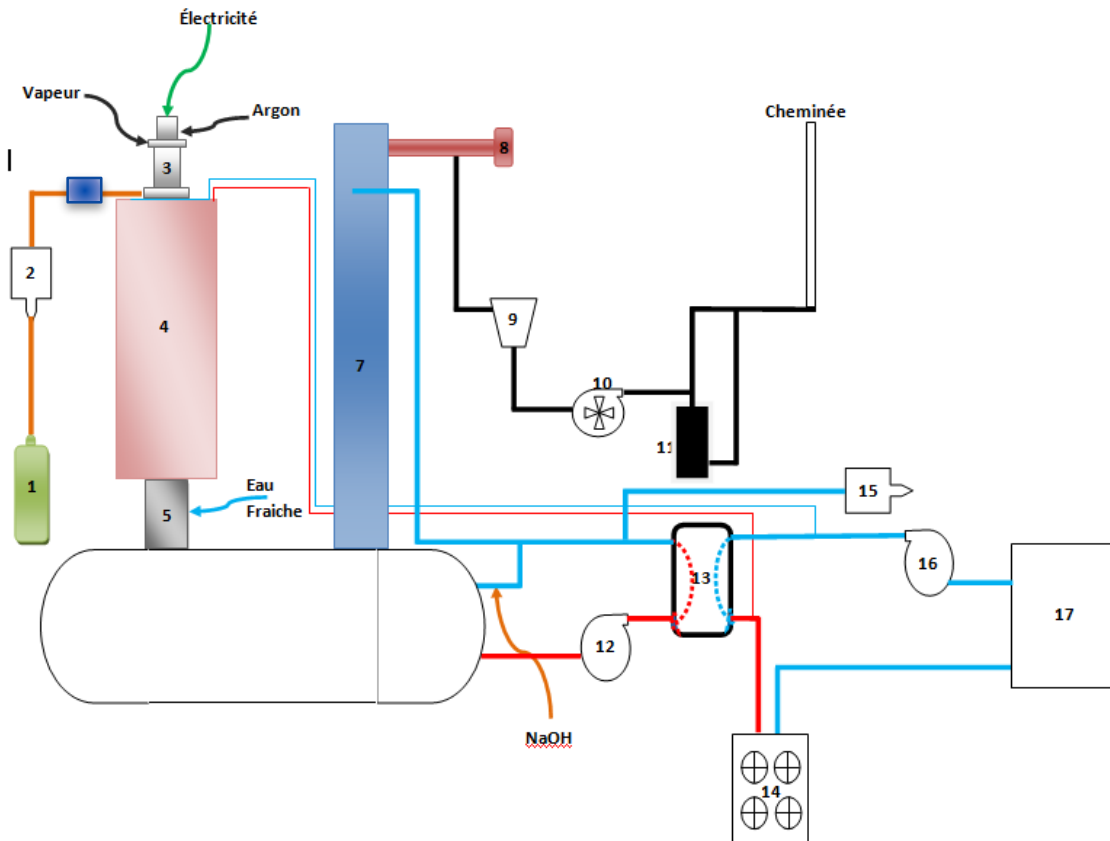
- SPARC: Steam Plasma Arc Refrigerant Cracking



# SCHÉMA DU PROCÉDÉ (SERVICE)



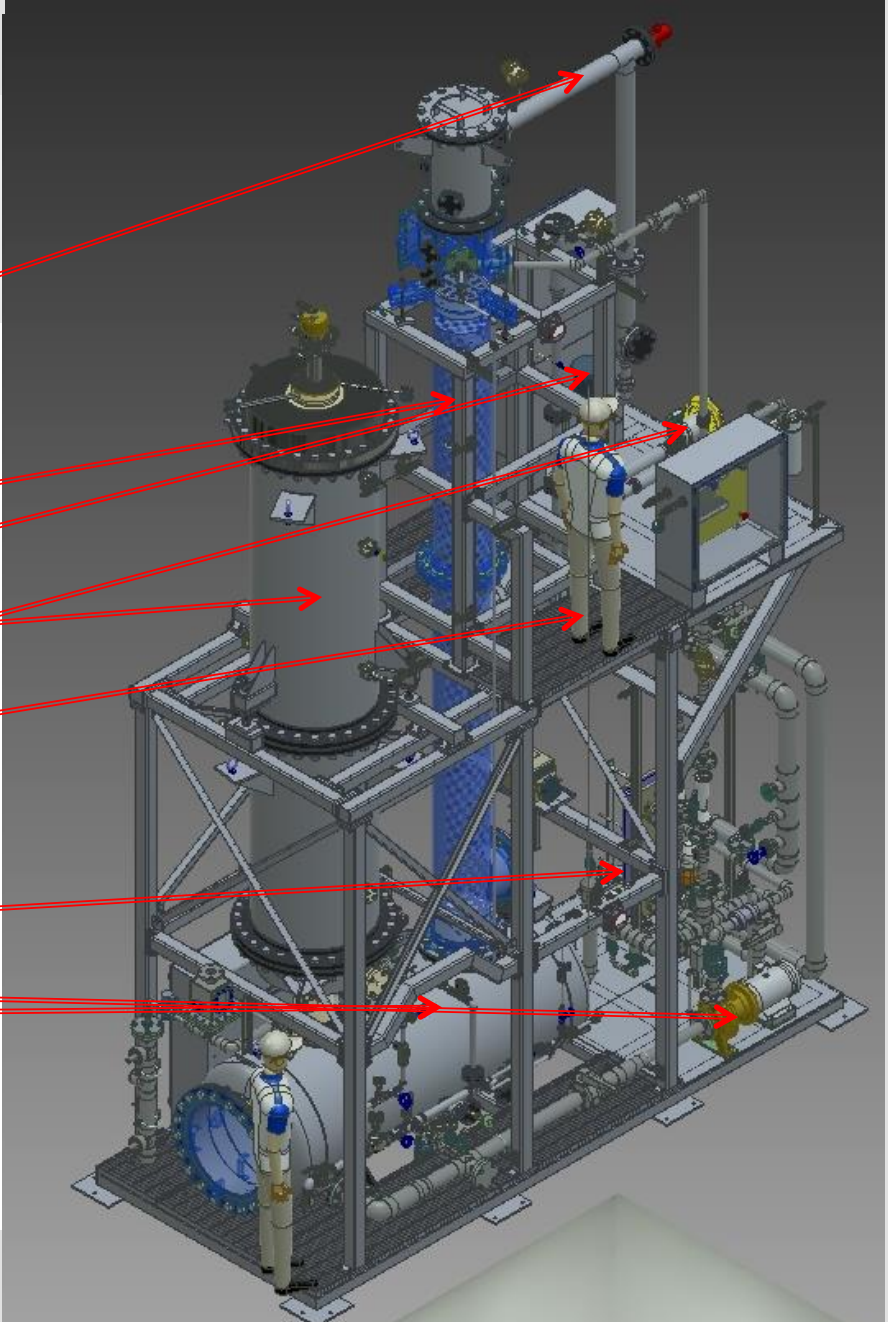
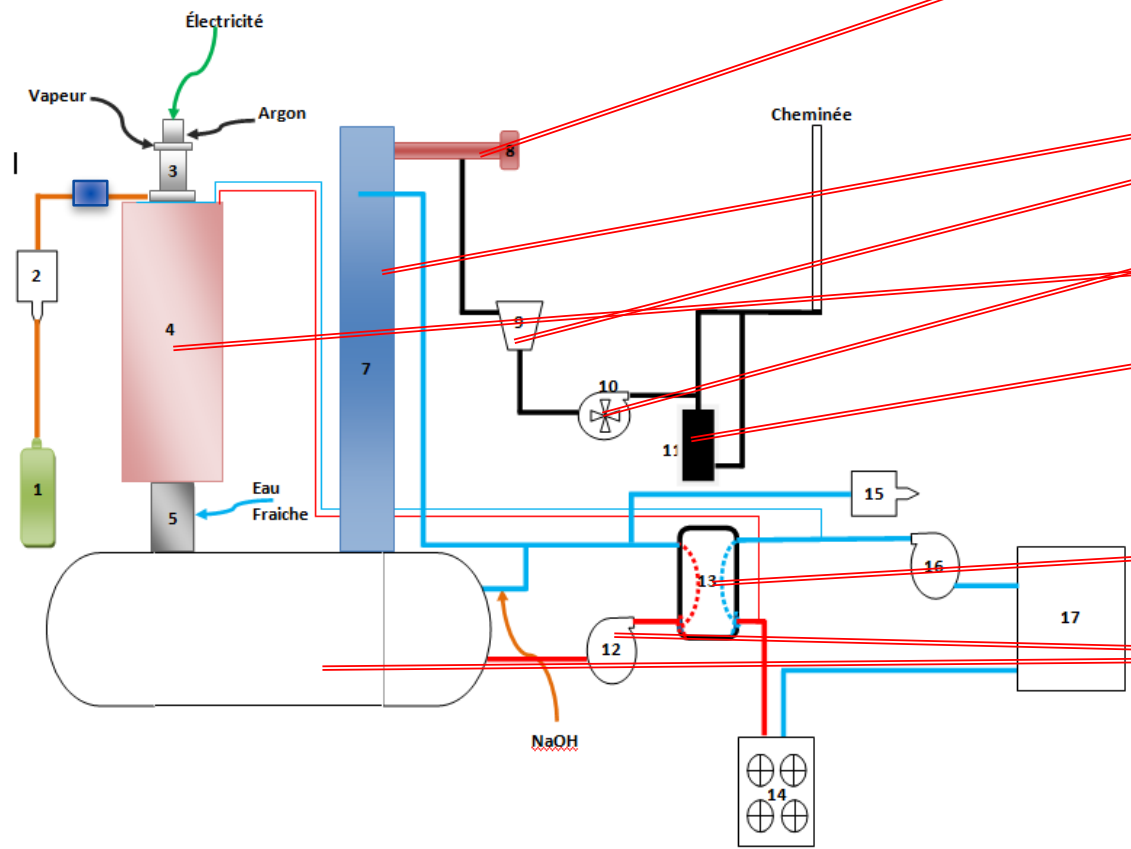
# SCHÉMA DU PROCÉDÉ



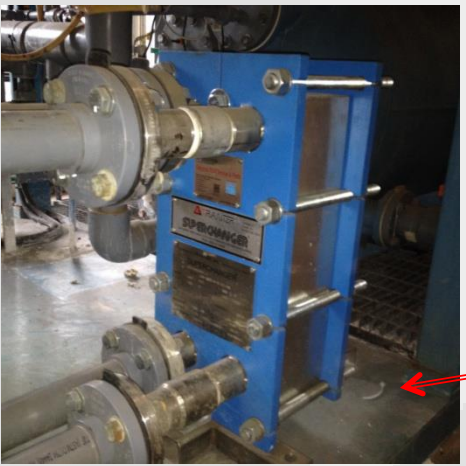
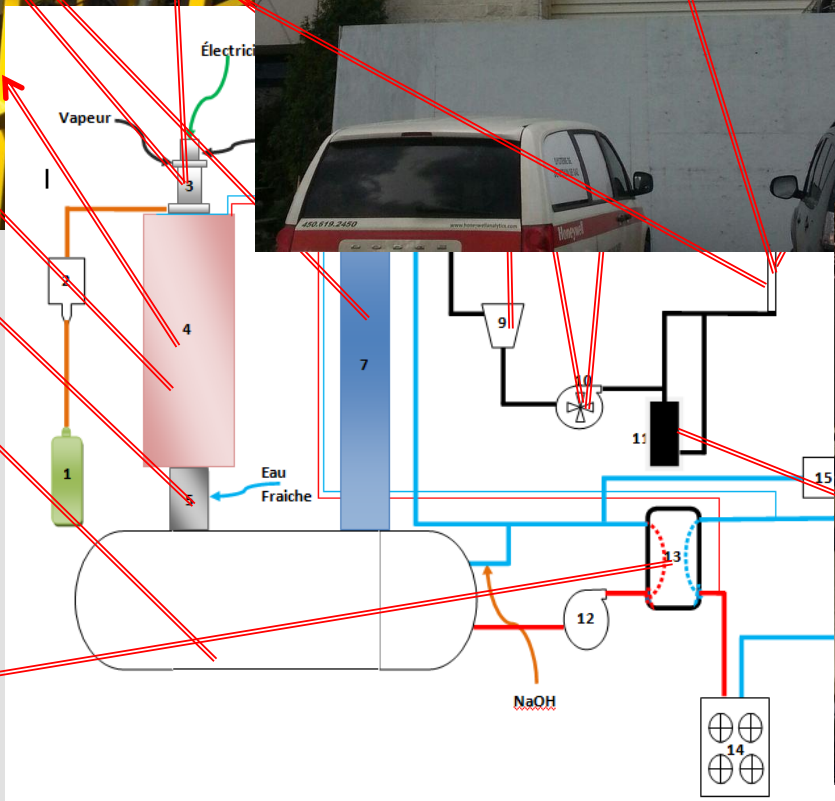
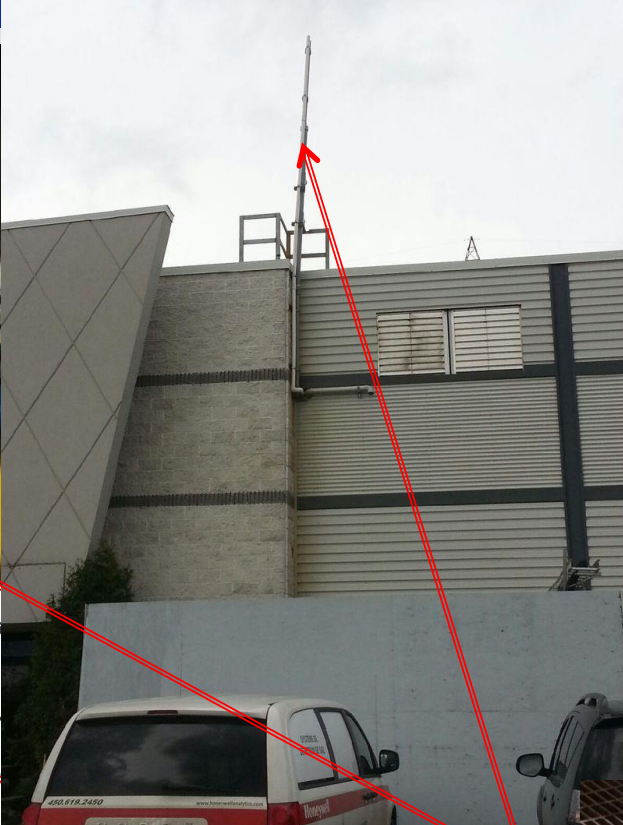
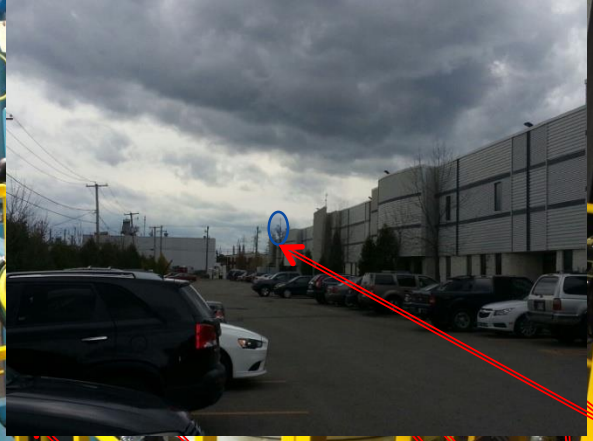
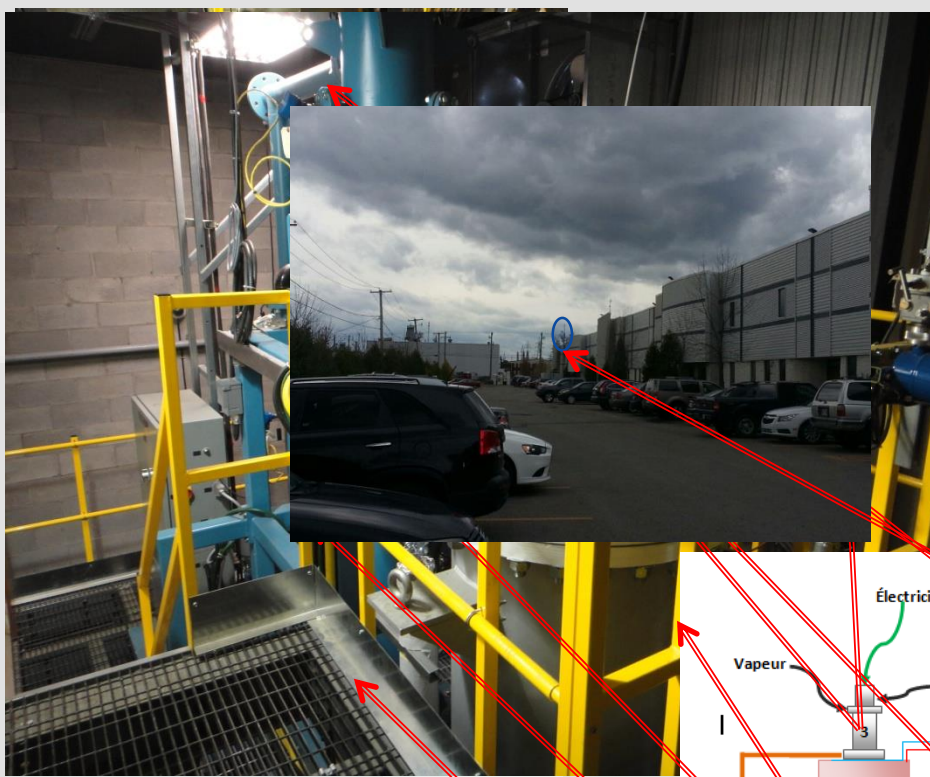
Items	Descriptions
1	Reservoir réfrigérant
2	Traitement des réfrigérant
3	Torche au plasma
4	Réacteur
5	Trompe thermique
6	Réservoir d'épurateur
7	Épurateur
8	Chaufferette pour gaz
9	Filtre
10	Ventilateur d'aspiration
11	Charbon active
12	Pompe procédés (recirculation)
13	Échangeur de chaleur
14	Échangeur de chaleur
15	Unité de traitement des eaux
16	Pompe de glycol
17	Réservoir du glycol



# SCHÉMA DU PROCÉDÉ



# SCHÉMA DU PROCÉDÉ





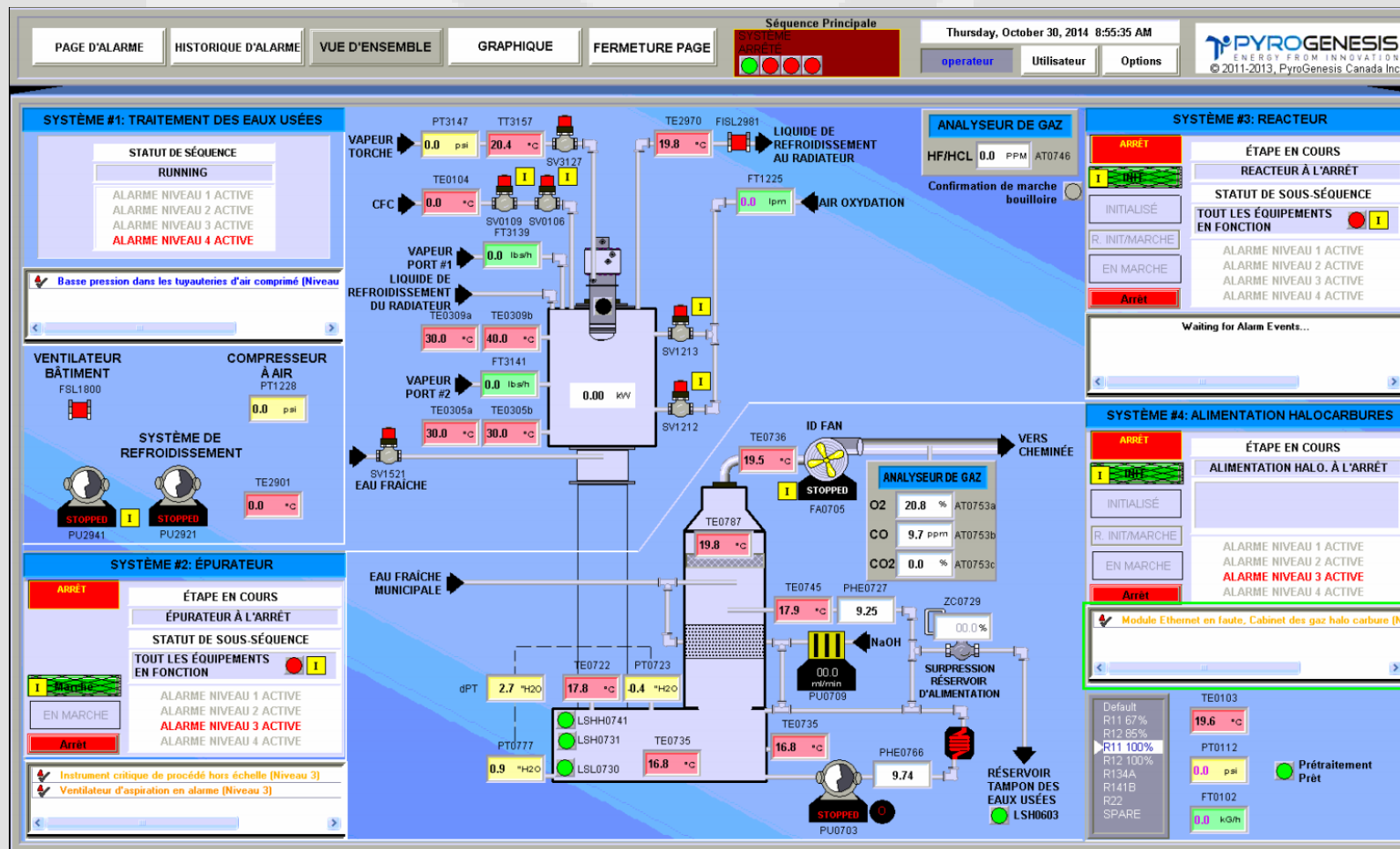
# SYSTÈME DE CONTRÔLE

## HAUTEMENT AUTOMATISÉ

**ALARMES**  
122 Alarmes dont 98 qui coupent l'alimentation de réfrigérant

**INSTRUMENTATION**  
101 points de mesure

**SÉQUENCE AUTOMATIQUE**



# TESTS EFFECTUÉS

N° test	Date	Durée (heure)	CFC-12 traité	Efficacité de destruction (%)	Efficacité de destruction (%)	CO	HCl	HF	Matières particulaires	HBr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	COSV		HAP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Hg
												Dioxines et furannes (PCDD/DF)					
1	31 mai, 2013	3,0	2,5	99,999900%	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5 juin, 2013	4,0	54,5	99,999900%	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	13 juin, 2013	2,5	50,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	21 juin, 2013	0,3	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	18 juillet, 2013	5,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	20 août, 2013	12,0	145,0	99,999500%	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				99,999300%	X												
7	4 septembre, 2013	7,2	80,5	99,999950%	√	√	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				99,999980%	√												
8	26 septembre, 2013	7,0	203,5	99,999940%	√	√	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				99,999980%	√												
9	18 octobre, 2013	7,1	336,5	99,999980%	√	√	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						√											
				99,999990%	√												
				X													
10	14-19 décembre 2013	70,4	3670,0	99,999950%	√	√	X	√	X	√	√	√	√	√	√	√	√
				99,999970%	√	√											
				99,999980%	√	X											
				99,999970%	√	X											



# PROBLÈMES RENCONTRÉS

## Équipements

Usure  
excessive  
de l'anode

Corrosion  
de  
l'échangeur  
de chaleur

Surcharge  
du  
ventilateur

Contrôle de  
pH

**Fuite de  
glycol**

**Filtre  
manquant**

**Mauvais  
ajustement  
du débit de  
solution de  
lavage**

## Émissions atmosphérique

Monoxyde de  
carbone

Dioxines et  
Furannes

Particules

Acide  
Chlorhydrique



# USURE DE L'ANODE

## Équipements

Usure excessive de l'anode

Corrosion de l'échangeur de chaleur

Surcharge du ventilateur

Contrôle de pH



### Problèmes

- Taux d'érosion 30 g/h vs 1.3 g/h chez Pyro.
- Durée de vie de 30 h.

### Conséquences

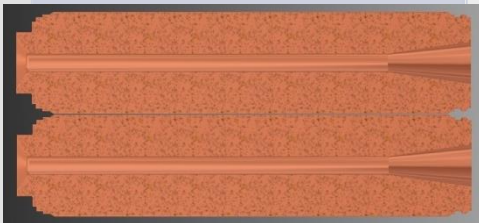
- Système moins stable.
- Réaction incomplète.
- Particules
- Site formation DF.
- Perte de productivité.

### Mesures correctives

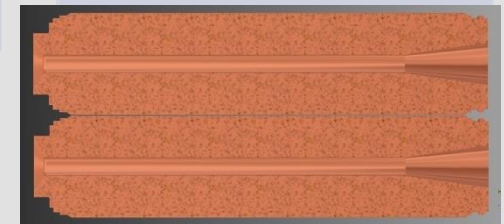
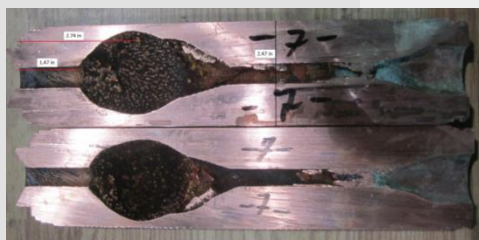
- Ajout surchauffeur
- Ajout champ magnétique

### Résultats

- Système plus stable.
- Taux d'érosion de 0.5 g/h durant 192 h.
- Durée de vie > 150 h.



**32 heures d'opération**



**192 heures d'opération**



# CORROSION DE L'ÉCHANGEUR DE CHALEUR

## Équipements

Usure excessive de l'anode

Corrosion de l'échangeur de chaleur

Surcharge du ventilateur

Contrôle de pH



### Problème

- Corrosion des plaques de titane de l'échangeur de chaleur après 50 heures d'opération.

### Conséquences

- Perte de productivité.
- Contamination glycol ou déversement.
- Visible de la salle de contrôle.
- Vérification périodique du niveau de Glycol
- Alarmes de température, débit et niveau.

### Mesures correctives

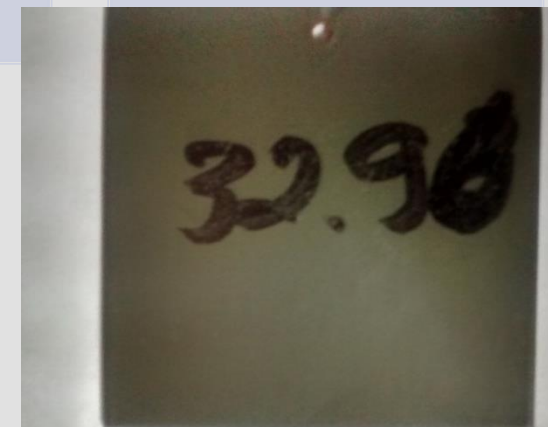
- Remplacé pour échangeur avec plaques en Hastelloy C-2000.

### Résultats

- Aucune perte de masse sur plaques échantillons après 50 heures d'opération et plusieurs centaines d'heures en contact avec la solution. (mai à septembre)



Pit holes



# SURCHARGE DU VENTILATEUR

## Équipements

Usure excessive de l'anode	Corrosion de l'échangeur de chaleur	<b>Surcharge du ventilateur</b>	Contrôle de pH
----------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	----------------



### Problème

- Plusieurs pannes du ventilateurs durant test de décembre.

### Conséquences

- Coupure immédiate du réfrigérant et autres intrants.
- Pas de conséquence pour émissions.
- Perte de productivité.

### Mesures correctives

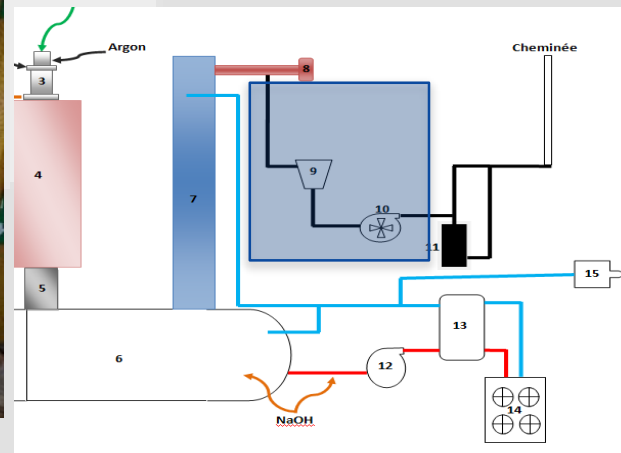
- Réparation surchauffeur
- Isolation tuyauterie
- Surélevé le ventilateur

### Résultats

- Ventilateur en bonne état après 24 heures d'alimentation de réfrigérant.



**70 heures d'opération  
6 pannes**



**24 heures d'opération  
0 pannes**

# CONTRÔLE DE PH

## Équipements

Usure excessive de l'anode	Corrosion de l'échangeur de chaleur	Surcharge du ventilateur	Contrôle de pH
----------------------------	-------------------------------------	--------------------------	----------------



Problème	Conséquences	Mesures correctives	Résultats
<ul style="list-style-type: none"><li>• pH instable.</li><li>• Oblige l'opération du système en mode manuel à haut pH. (10-12)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lavage CO2 dans épurateur.</li><li>• Moins NaOH disponible pour neutraliser acides.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ajout débitmètre de soude caustique.</li><li>• Ajout sonde de pH.</li><li>• Test en avec TOP CONTROL.</li><li>• Réajustement paramètres de réglage.</li><li>• Ajout de contrôle proactif. (feed forward)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Meilleure stabilité.</li><li>• Permet de garder le mode automatique actif. (8.5-10)</li><li>• pH plus bas donc moins de lavage de dioxyde de carbone.</li></ul>



# MONOXIDE DE CARBONE

## Émissions atmosphérique

Monoxyde de carbone

Dioxines et Furannes

Particules

Acide chlorhydrique



### Problème

- Émissions de monoxyde de carbone

### Causes probables

- Fuite de glycol du 18 oct. 2013.
- Mauvais contrôle de l'O<sub>2</sub>

### Mesures correctives

- Glycol brûlé durant tests d'érosion
- Ajout thermocouple
- Meilleur préchauffage
- Amélioration réglage boucle de contrôle
- Désormais: activation d'alarme pour couper l'alimentation de réfrigérant après 60 secondes au dessus de 57 mg/Nm<sup>3</sup>

### Résultats

- Émissions de CO sous la norme et en contrôle

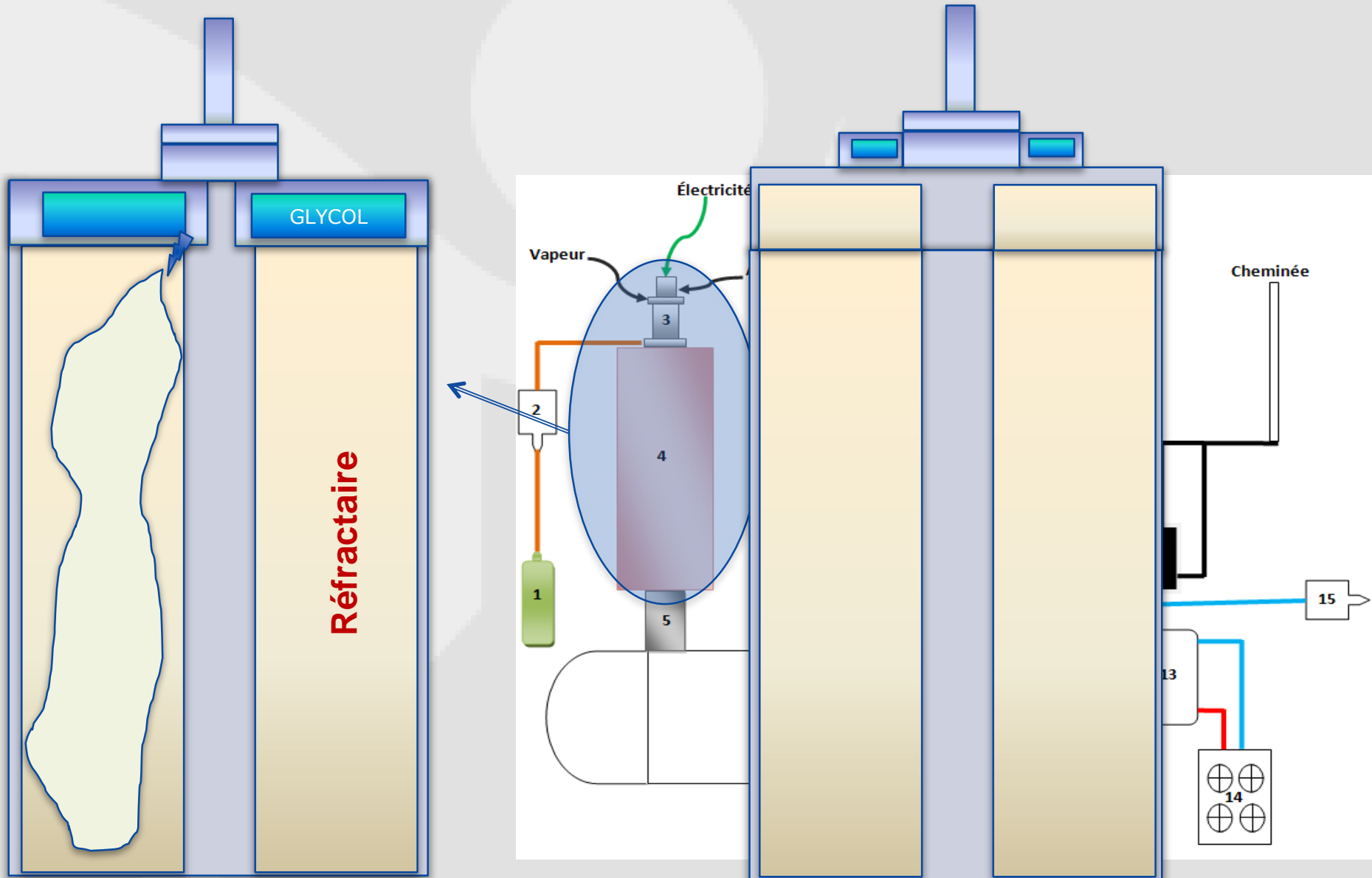
Monoxyde de carbone

Dioxines et Furannes

Particules

Acide chlorhydrique

## Explication de la fuite de glycol



## MONOXIDE DE CARBONE

Monoxyde de carbone

Dioxines et Furannes

Particules

Acide chlorhydrique

Date	CO
31 mai, 2013	-
5 juin, 2013	-
13 juin, 2013	-
21 juin, 2013	-
18 juillet, 2013	-
20 août, 2013	-
4 septembre, 2013	✓
26 septembre, 2013	✓
18 octobre, 2013	X
14-19 décembre 2013	X
7 mai, 2014	✓
7 août, 2014	✓
19-20 août, 2014	✓
21 août, 2014	✓
10 septembre, 2014	✓

CO
-
-
-
-
-
-
-
✓
✓
X
X
✓
✓
✓
✓
✓
✓
✓

**Fuite de glycol  
2013-10-18**

**Plusieurs cycles de chauffage et refroidissement durant tests d'érosion de l'anode (sans injection de réfrigérants)**

# DIOXINES ET FURANNES

## Émissions atmosphérique

Monoxyde de carbone

Dioxines et Furannes

Particules

Acide chlorhydrique



COSV
Dioxines et furannes (PCDD/DF)
-
-
-
-
-
-
-
-
x
✓
-
✓
✓
✓

Problème	Causes probables	Mesures correctives	Résultats
<ul style="list-style-type: none"> <li>Émissions de dioxines et furannes pour deux échantillons</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mauvais fonctionnement de la torche au plasma</li> <li>Faible puissance nette</li> <li>Présence accrue de particules de cuivre dans le réacteur</li> <li>Fuite de glycol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suivi de la puissance nette.</li> <li>Futur: ajout d'une alarme pour couper le réfrigérant</li> <li>Suivi du CO</li> <li>Correction problème d'érosion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10 à 40 fois sous la norme et ce même si les problèmes de l'anode n'étaient pas totalement réglé en mai 2014</li> </ul>



# DIOXINES ET FURANNES

## Émissions atmosphérique

Monoxyde de carbone

Dioxines et Furannes

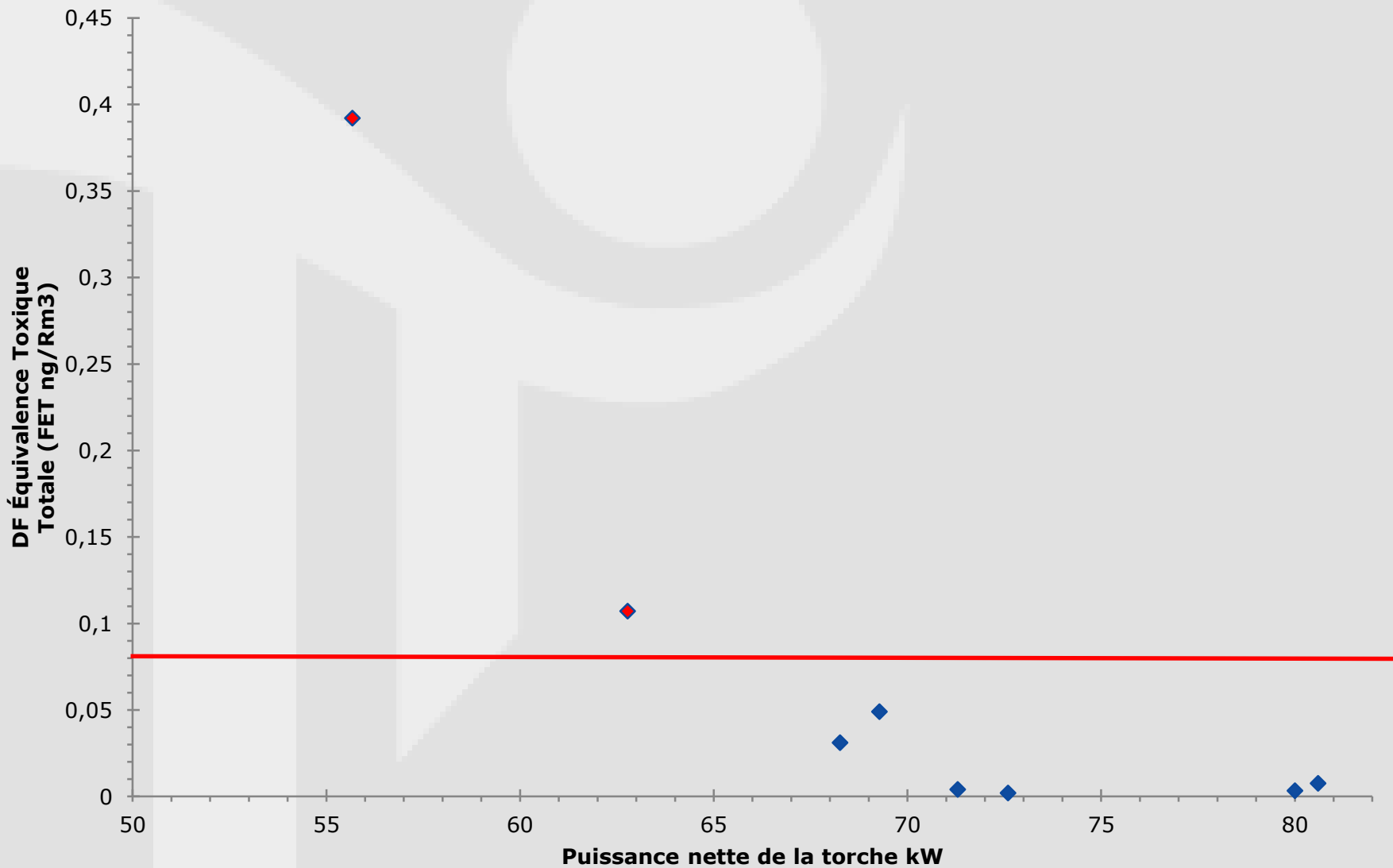
Particules

Acide chlorhydrique



COSV
Dioxines et furannes (PCDD/DF)
-
-
-
-
-
-
-
-
x
✓
-
✓
✓
✓

**DF Équivalence Toxique Totale, FET-11%O2 en fonction de la puissance nette de la torche**



# DIOXINES ET FURANNES

## Émissions atmosphérique

Monoxyde de carbone

Dioxines et Furannes

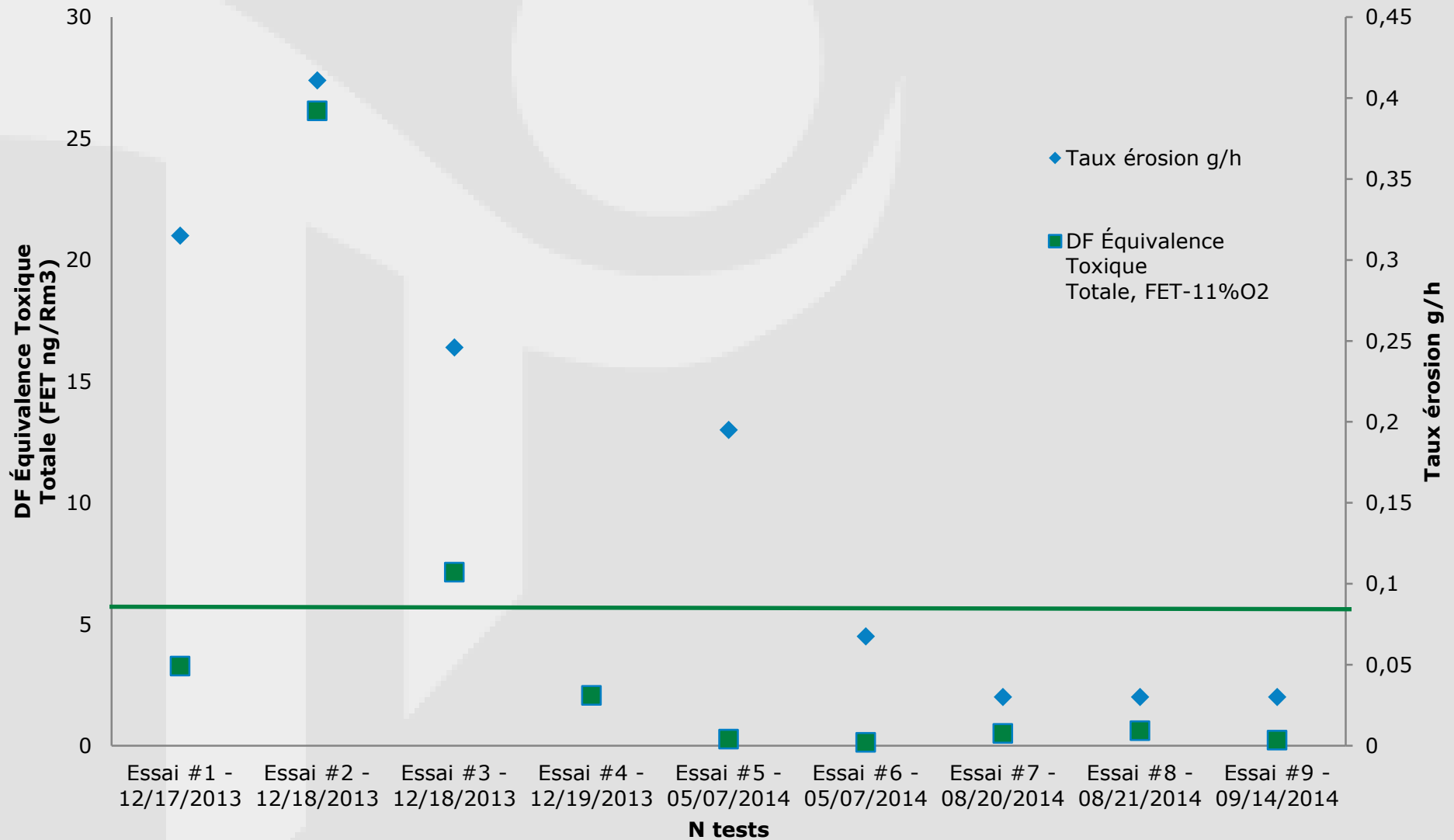
Particules

Acide chlorhydrique



COSV
Dioxines et furannes (PCDD/DF)
-
-
-
-
-
-
-
-
-
x
✓
-
✓
✓
✓

**DF Équivalence Toxique Totale, FET-11%O<sub>2</sub>, érosion de l'anode suivant les tests effectués**



# DIOXINES ET FURANNES

## Émissions atmosphérique

Monoxyde de carbone

Dioxines et Furannes

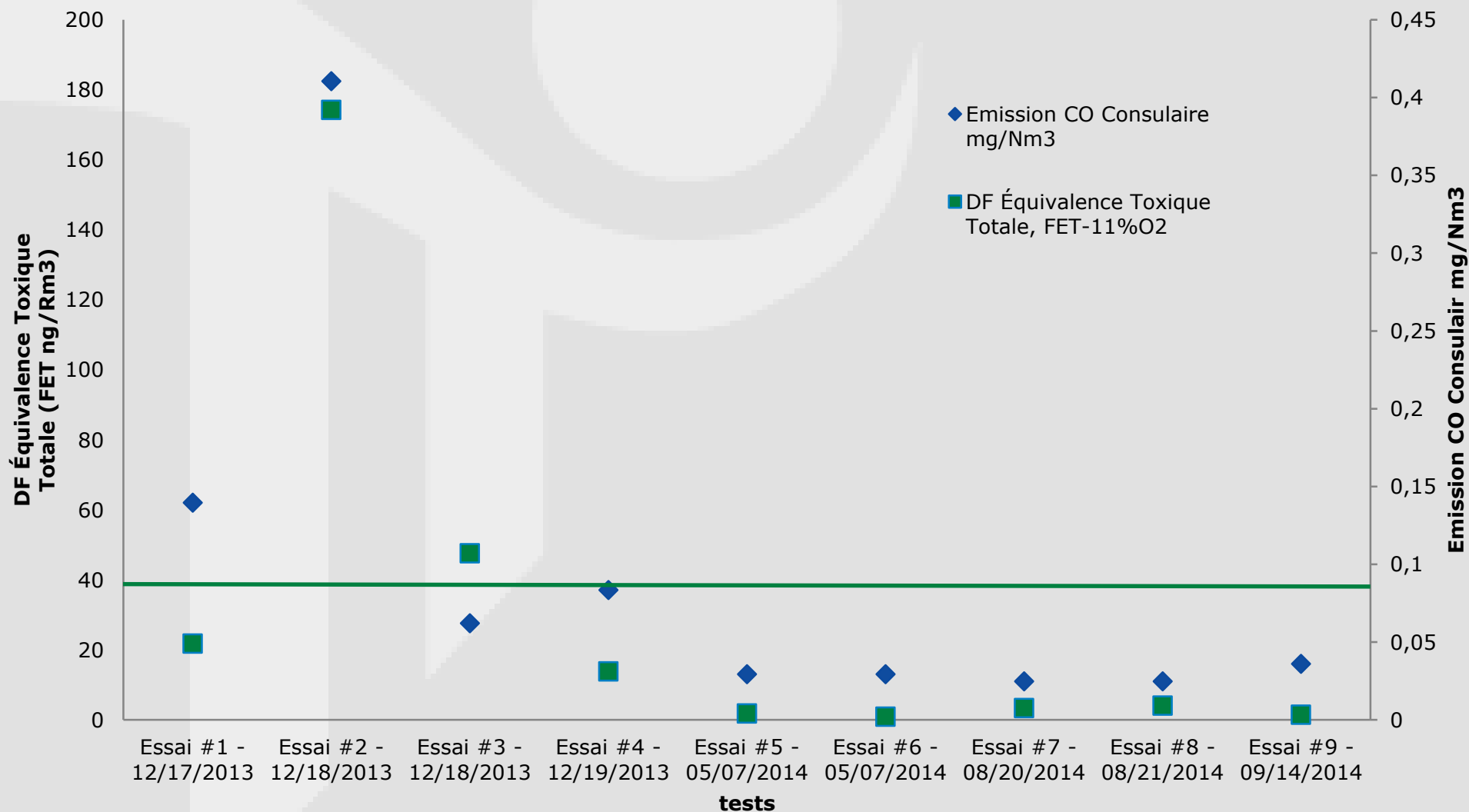
Particules

Acide chlorhydrique



COSV
Dioxines et furannes (PCDD/DF)
-
-
-
-
-
-
-
-
-
x
✓
-
✓
✓
✓

DF Équivalence Toxique Totale, FET-11%O2, émission de CO, suivant les tests effectués



Monoxyde de  
carboneDioxines et  
Furannes

Particules

Acide  
chlorhydrique

# ACIDE CHLORHYDRIQUE

## Problème

- Émissions de HCl pour quatre tests de décembre

## Causes probables

- pH trop élevé.
- A) Lavage de CO<sub>2</sub>
- B) Débit de solution de lavage trop faible.
- A) et B) => NaOH insuffisant
- B) Faible transfert de masse

## Mesures correctives

- Ajustement du débit de solution de lavage.
- Meilleur contrôle de pH.
- Ajustement du point de seuil pour alarme de bas débit

## Résultats

- Les émissions de HCl sont en contrôle

HCl
-
-
-
-
-
✓
✓
✓
x
✓
-
✓
✓
✓

Monoxyde de carbone

Dioxines et Furannes

Particules

Acide chlorhydrique

Matières particulaires
-
-
-
-
-
-
-
-
x
x
-
x
✓
x

## Problème

- Émissions de particules

## Causes possibles

- Érosion de la torche
- Débris de réfractaire
- Corrosion de l'armature du filtre
- Corrosion du ventilateur
- Entrainement de sels

## Mesures correctives

- Mesures correctives ventilateur
- Mesures correctives torche au plasma
- Suivre recommandations Mesar
- Ajout d'un filtre surdimensionné
- Ajout instrumentation pour mesurer perte de charge (colmatage)

## Résultats

- Diminution par un facteur de 5.
- Particules seront en contrôle.



# PARTICULES RÉSULTATS

## Émissions atmosphérique

Monoxyde de  
carbone

Dioxines et  
Furannes

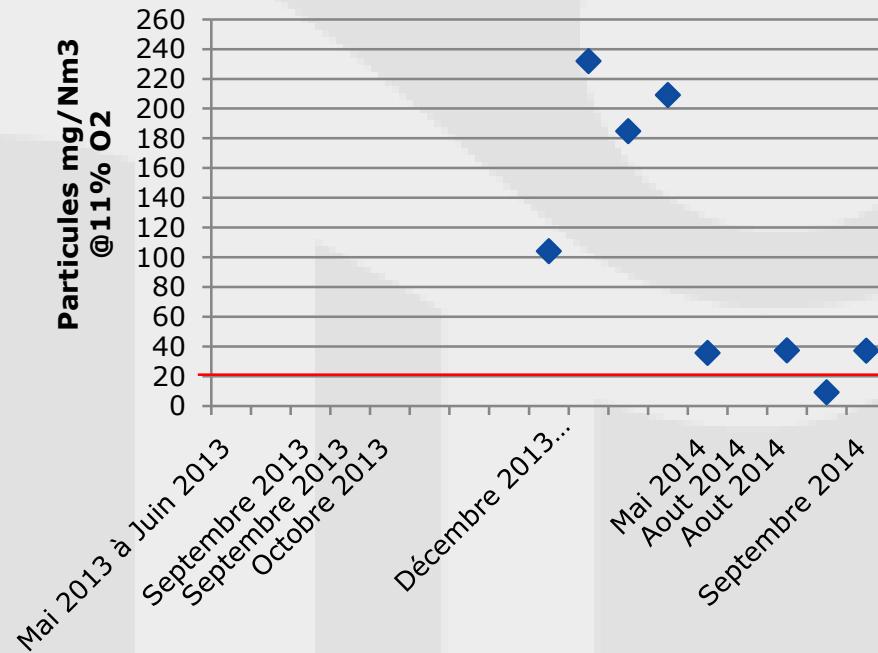
Particules

Acide  
chlorhydrique

**PYROGENESIS**  
ENERGY FROM INNOVATION

Matières particulaires
.
.
.
.
.
.
.
.
.
.
x
x
.
x
✓
x

Particules 11%O2 suivant les tests effectués



Débit massique à  
la cheminée

- 1 à 5 g/h

# PARTICULES IDENTIFICATION

Monoxyde de carbone

Dioxines et Furannes

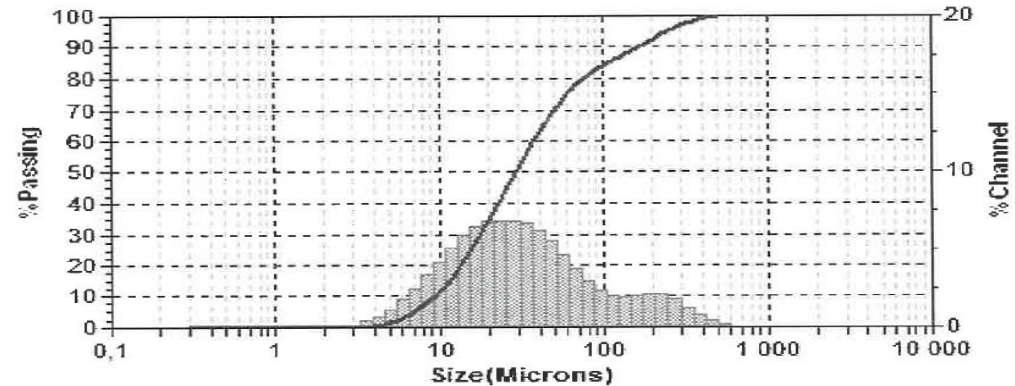
Particules

Acide chlorhydrique



## Source

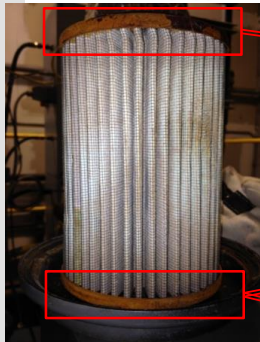
- Permanente ou transitoire ?
- Probablement combinaison réfractaire et cuivre de l'anode.



### Erosion Loss using ASTM C-704 Method After 1500°F (815°C)

#### CHEMICAL ANALYSIS: (Ignited)

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	73.1%
SiO <sub>2</sub>	21.9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.0
TiO <sub>2</sub>	2.6
CaO	1.2
MgO	0.1
Alkalies	0.1



### Métaux Extractibles Totaux - Sol

Identification de l'échantillon				Poussière Filtre/ R22	Poussière Filtre/ R22	Poussière Filtre/ R134a
Date d'échantillonnage				2872 B201	2872 B202	2872 B203
Date d'échantillonnage				08-19-2014	08-19-2014	08-19-2014
Paramètre	Unités	C / N	LDR	5825687	5825689	5825690
Aluminium	mg/kg	150	118000	144000	72700	
Antimoine	mg/kg	100	<100	<120	<500	
Argent	mg/kg	0.5	<2.5	9.5	4.2	
Arsenic	mg/kg	25	<25	<25	<25	
Baryum	mg/kg	100	<100	<120	<100	
Bismuth	mg/kg	15	<75	<90	<75	
Bore	mg/kg	100	<100	<120	<100	
Béryllium	mg/kg	1	<5	<6	<5	
Cadmium	mg/kg	0.9	<4.5	<5.4	5.0	
Calcium	mg/kg	100	4220	5570	813	
Chrome	mg/kg	225	<225	283	<225	
Cobalt	mg/kg	15	<75	<90	<75	
Cuivre	mg/kg	200	114000	78200	5720	
Étain	mg/kg	25	49	43	<25	
Fer	mg/kg	2500	35900	48500	16900	
Magnésium	mg/kg	100	916	1240	<500	
Manganèse	mg/kg	10	343	460	143	
Molybdène	mg/kg	10	320	438	90	
Nickel	mg/kg	150	1880	2590	193	
Plomb	mg/kg	150	421	503	<150	
Potassium	mg/kg	100	5900	9950	1910	
Sélénium	mg/kg	1	<5	<5	<5	
Silicium	mg/kg	150	5260	6280	8320	
Strontium	mg/kg	1	42	54	6	
Thallium	mg/kg	15	<75	<90	<15	
Titane	mg/kg	1	5300	8630	3540	
Uranium	mg/kg	100	<1000	<1200	<100	
Vanadium	mg/kg	15	263	262	<75	
Zinc	mg/kg	100	846	<600	85500	

#### Commentaires:

LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes  
Les LDR de métaux ont été augmentées à cause du volume d'échantillon insuffisant.

Monoxyde de  
carboneDioxines et  
Furannes

Particules

Acide  
chlorhydrique

## Source de particules

- Conditions propices pour la formation possible de sous produits à partir des composés de destruction (HCl, HF, Al, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>...)



Le chlorure d'aluminium est par la réaction exothermique de l'aluminium métallique avec du chlore ou du chlorure d'hydrogène à des températures de 650 à 750 ° C

AlF<sub>3</sub> peut être préparé par traitement de l'hydroxyde d'aluminium et de l'aluminium métallique avec HF.

## Solubilité dans l'eau

43.9 g/100 ml (0 °C)  
44.9 g/100 ml (10 °C)  
45.8 g/100 ml (20 °C)  
46.6 g/100 ml (30 °C)  
47.3 g/100 ml (40 °C)  
48.1 g/100 ml (60 °C)  
48.6 g/100 ml (80 °C)  
49.0 g/100 ml (100 °C)

## Solubilité dans l'eau

0.56 g/100 mL (0 °C)  
0.67 g/100 mL (20 °C)  
1.72 g/100 mL (100 °C)

Identification de l'échantillon				2872 B201	2872 B202	2872 B203
Date d'échantillonnage				08-19-2014	08-19-2014	08-19-2014
Paramètre	Unités	C/N	LDR	5825687	5825689	5825690
Carbone total	%		0.1	0.4	0.6	
Chlorure disponible	mg/kg		1000	150000	3840	78800
Fluorure disponible	mg/kg	200	10	<15600	<55500	>38600
Nitrites disponible	mg/kg - N		1110	<1560	<1110	<1930
Sulfates disponible	mg/kg		1	<156	<111	388

Monoxyde de  
carbone

Dioxines et  
Furannes

Particules

Acide  
chlorhydrique

Matières particulaires
-
-
-
-
-
-
-
-
-
x
x
-
x
✓
x

### Recommandations Mesar

- Cyclone
- Venturi
- Bag house

### Contacté plusieurs spécialistes

- Cyclone
- Venturi
- Bag house
- Éjecter-Venturi Scrubber
- Venturi particulate scrubber
- Système REITHER venturi wet air scrubber
- Carola precipitator
- Wet EST

Tel que convenu, voici le résumé de mes recommandations :

- 1- Granulométrie et solide :
  - a. Vérifier le fluide utilisé lors de l'analyse granulométrique par diffraction laser et déterminer si une partie de l'échantillon a pu se dissoudre.
  - b. Consulter une firme d'échantillonnage afin de déterminer la granulométrie, idéalement par une méthode par échantillonnage à la source donnant le diamètre aérodynamique (e.g. impacteur en cascade).
  - c. Déterminer la fraction des solides qui est soluble/insoluble dans l'eau.
  - d. Vérifier la présence de particules insolubles dans l'eau de l'épurateur.
- 2- Empolement de gouttelettes par l'épurateur humide :
  - a. Vérifier la présence de sodium dans les solides
  - b. En opérant l'épurateur aux conditions d'opération normale, déterminer visuellement la présence d'empolement de gouttelettes en installant temporairement un plexiglass (ou autre si non approprié) au lieu du couvert du port d'inspection au dessus de l'éliminateur de gouttelettes. Vérifier également la présence de réempolement lors du rinçage.
  - c. Vérifier la présence de gouttelettes par bilan d'énergie autour du réchauffeur (augmentation de la température du gaz par rapport à l'énergie de l'élément chauffant).
  - d. Vérifier l'humidité relative des gaz à la sortie du réchauffeur (e.g. température sèche et humide). Vérifier également qualitativement s'il y a des variations importantes de la température sèche.
  - e. S'assurer que le gaz ne contient pas de gouttelettes liquides avant l'échantillonnage des particules.
- 3- Eau d'appoint :
  - a. Vérifier le bon fonctionnement de la résine pour le traitement de l'eau d'appoint avec une analyse des métaux.
  - b. Investiguer la possibilité de l'utilisation unique de l'eau d'appoint dans le quench afin d'éviter la formation de poussières avec l'évaporation de l'eau de recirculation de l'épurateur.

General ▶ 2872S - RES Phase 2 – 50 kg/hr ODS Destruction Pilot Plant ▶ Quotation ▶ NEW FILTRATION SYSTEM - DUST COLLECTORS ▶

Name	Date modified	Type	Size
📁 BETH USA, LLC - Wet ESP	2014-10-28 8:42 AM	File folder	
📁 Ejector-Venturi Scrubber FROM Schutte & Koerting	2014-10-02 9:30 AM	File folder	
📁 Ergapc V-tex Scrubber	2014-10-28 8:42 AM	File folder	
📁 filtrindustries	2014-09-03 3:06 PM	File folder	
📁 KELSO Solutions	2014-10-29 9:00 PM	File folder	
📁 Koch Filter Corp	2014-09-03 3:08 PM	File folder	
📁 Mantec Technical Ceramics Limited	2014-09-03 3:01 PM	File folder	
📁 Monroe Environmental	2014-09-23 9:42 AM	File folder	
📁 Precision Filtration Products	2014-10-28 8:41 AM	File folder	
📁 Refractron	2014-09-03 3:03 PM	File folder	
📁 sei-group (SOUTHERN Environmental) WESP Filtration	2014-09-23 9:39 AM	File folder	
📁 southern environmental	2014-09-17 11:25 AM	File folder	
📁 System REITHER venturi wet air scrubber FROM Altech Technology Systems	2014-10-02 9:35 AM	File folder	
📁 Tri-Mer Corporation	2014-09-03 3:07 PM	File folder	
📁 United Filtration Systems, Inc	2014-09-03 3:09 PM	File folder	
📁 xebecinc	2014-10-28 8:42 AM	File folder	
✉ RE Acid Gas Dust Filtration.msg	2014-09-17 11:53 AM	Outlook Item	



## PARTICULES SOLUTION RETENUE

Monoxyde de carbone

Dioxines et Furannes

Particules

Acide chlorhydrique



Matières particulaires
-
-
-
-
-
-
-
-
-
x
x
-
x
✓
x

	Disponibilité pour système à faible débit	Facilité d'intégration	Efficacité filtration des particules fines	Resistance à la corrosion	Opération en voie humide	Robustesse (Respect des normes malgré une défaillance)	Solution adaptée aux variations de débit de gaz
Cyclone	Bonne	Bonne	Faible	Haute	Non	Faible	Non
Filtre à manches	Faible	Moyenne	Haute	Faible	Non	Grande	Oui
Venturi	Faible	Faible	Faible	Haute	Oui	Faible	Non
Wet ESP	Très faible	Faible	Haute	Faible	Oui	N/D	N/D
Filtre à cartouche haute efficacité	Bonne	Bonne	Haute	Moyenne	Non	Grande	Oui



# CONCLUSION

## Conception générale 2013

- Les tests de 2013 ont permis de valider la conception générale du système

## Robustesse 2013-12

- Le test de « longue de durée » a mis en lumière des problèmes de robustesse de certains équipements et des modes d'opérations perfectibles

## Corrections des problèmes 2014

- Des solutions innovatrices ont été conçues et implantées

## Constat

- Suite aux différents tests menés sur le système SPARC, ainsi qu'aux modifications apportées. Nous pouvons conclure que la conception générale des équipements est validée, l'efficacité de destruction est prouvée et que les émissions atmosphériques sont en contrôle.
- Les émissions de particules seront en contrôle suite à l'ajout du nouveau filtre.

## À VENIR

- Confirmer la durée de vie du système de filtration choisi.
- Évaluer la fréquence de remplacement
- Valider la durabilité des solutions choisies dans le temps.
- Tester de nouveaux mélanges
- Évaluer la capacité maximale du système