


ANNEXE 17 – Mesures correctives suites aux essais de décembre

	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	1 de 14

**Numéro Projet Interne: 2872
TR-2014-405, Rev. 01**

**Rapport Technique
SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013**

Liste de Distribution

Nom	Organisation	Coordonnées

Approbations

	Nom	Signature	Date (AAAA/MM/JJ)
Préparé par:	Jonathan Houle ing.		
Vérifié par:	Pierre Carabin M. ing.		
Approuvé par:			

Liste de Révisions

Révision	Date	Par	Description
00			Première publication
01	2014-05-01	Jonathan Houle	Correction de l'introduction

PyroGenesis Canada Inc., 1744, rue William, Bureau 200, Montréal (Québec), H3J 1R4, Canada,
Téléphone: +1-514-937-0002, Télécopieur: +1-514-937-5757, Courriel: plasma@pyrogenesis.com

© 2014, PyroGenesis Canada Inc.

Ce document contient des informations techniques et d'affaires confidentielles et appartenant à PyroGenesis Canada Inc. Toute copie, reproduction, distribution ou tout usage qui n'a pas été préalablement autorisé par écrit par PyroGenesis Canada Inc. est strictement prohibé.

FOR-105F
Date de révision: 2013-01-04



	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	2 de 14

Table des matières


1.0	Introduction.....	5
2.0	Problèmes d'équipements	6
2.1	Ventilateur d'aspiration en surcharge.....	6
2.1.1	Description du problème	6
2.1.2	Mesures correctives	6
2.2	Corrosion de l'échangeur de chaleur	7
2.2.1	Description du problème	7
2.2.2	Mesures correctives	7
2.3	Faible durée de vie de la torche au plasma.....	7
2.3.1	Description du problème	7
2.3.2	Mesures correctives :	8
3.0	Problèmes d'émissions atmosphériques	8
3.1	Dioxine et furannes (DF).....	8
3.1.1	Description du problème	8
3.1.2	Mesures correctives	9
3.2	Gaz acides	10
3.2.1	Description du problème	10
3.2.2	Mesures correctives	11
3.3	Particules	11
3.3.1	Description du problème	11
3.3.2	Mesures correctives	11
3.4	Monoxyde de carbone	12
3.4.1	Description du problème	12
3.4.2	Mesures correctives	12

Ce document contient des informations techniques et d'affaires confidentielles et appartenant à PyroGenesis Canada Inc. Toute copie, reproduction, distribution ou tout usage qui n'a pas été préalablement autorisé par écrit par PyroGenesis Canada Inc. est strictement prohibé.

	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	3 de 14

4.0	Processus de validation des correctifs	13
5.0	Conclusion	14

Ce document contient des informations techniques et d'affaires confidentielles et appartenant à PyroGenesis Canada Inc. Toute copie, reproduction, distribution ou tout usage qui n'a pas été préalablement autorisé par écrit par PyroGenesis Canada Inc. est strictement prohibé.


	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	4 de 14

LISTE DES FIGURES

Figure 1:Relation entre la puissance nette de la torche et la quantité de DF produite 9

Ce document contient des informations techniques et d'affaires confidentielles et appartenant à PyroGenesis Canada Inc. Toute copie, reproduction, distribution ou tout usage qui n'a pas été préalablement autorisé par écrit par PyroGenesis Canada Inc. est strictement prohibé.

FOR-105F
Date de révision: 2013-01-04

	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	5 de 14

1.0 Introduction

Le système SPARC (Steam Plasma Arc Refrigerent Cracking) conçu par PyroGenesis est installé chez Recyclage ÉcoSolution dans le but de démontrer l'efficacité de ce système pour détruire différents gaz réfrigérants à une cadence de 50 kg/h. Une campagne progressive de l'augmentation de la cadence de destruction « ramp up » a débuté au mois de mai 2013. Pendant cette période l'efficacité de destruction et les émissions de gaz acides étaient sous les normes du RAA à chaque palier de cadence de destruction (11 kg/h, 30 kg/h et 50 kg/h).


Suite à ces résultats positifs, Recyclage ÉcoSolutions (RES) et PyroGenesis Canada Inc (PCI) ont entrepris un test dit de longue durée pour valider la stabilité du système durant une opération continue d'une semaine. Ce test a mis en lumière certains problèmes au niveau de la robustesse de quelques équipements et des émissions atmosphériques du système. Suite à l'analyse des résultats du test, une liste de mesures correctives a été élaborée. Ces mesures correctives devront bientôt être validées lors d'un nouveau test de longue durée. Malgré ces problèmes, il est important de mentionner que ce test a malgré tout permis de démontrer la stabilité et l'efficacité de destruction du système. En effet, malgré les ratés de quelques équipements, dont certains directement impliqués dans la réaction de destruction, les analyses de la firme externe Consulair démontrent une efficacité de destruction supérieure à six neufs (99.9999%) pour chacun des échantillons prélevés.

Durant les mois de janvier, février et mars 2014, RES et PCI ont consacré des ressources considérables pour découvrir les causes probables des problèmes ainsi que pour concevoir et intégrer les correctifs appropriés qui permettront, en priorité, de résoudre les problèmes d'émissions atmosphériques, mais aussi d'améliorer la robustesse du système. L'objectif de ce rapport est de résumer le processus de résolution de problème qui a été entamé suite au test du mois de décembre 2013. Les problèmes rencontrés sont énumérés ci-dessus.

- Panne du ventilateur d'aspiration
- Corrosion de l'échangeur de chaleur.
- Haute érosion de l'anode de la torche au plasma.
- Émissions de gaz acides hors norme.
- Émissions de dioxines et furannes hors norme pour la moitié des échantillons
- Émissions de particules hors norme.
- Émissions de monoxyde de carbone hors norme pour une partie des essais.

Les sections 2.0 et 3.0 du rapport portent sur les problèmes d'équipements rencontrés et les causes probables ainsi que sur les mesures correctives choisies pour résoudre ces problèmes.

Ce document contient des informations techniques et d'affaires confidentielles et appartenant à PyroGenesis Canada Inc. Toute copie, reproduction, distribution ou tout usage qui n'a pas été préalablement autorisé par écrit par PyroGenesis Canada Inc. est strictement prohibé.

	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	6 de 14

Les méthodes prévues pour valider les correctifs choisis sont ensuite expliquées à la section 4.0 du rapport.

2.0 Problèmes d'équipements

2.1 Ventilateur d'aspiration en surcharge

2.1.1 Description du problème

Le ventilateur d'aspiration qui permet de maintenir le système sous vide est tombé en panne à quelques reprises durant le test de longue durée. Une inspection de l'intérieur du ventilateur montre bien qu'une accumulation d'eau dans le ventilateur corrode l'intérieur de celui-ci. Cette corrosion se loge entre le bout des palmes et le boîtier et crée une friction suffisante pour faire déclencher la protection contre les surcharges du moteur.


L'accumulation d'eau dans le ventilateur peut provenir de deux sources différentes. La condensation de l'eau contenue dans le gaz saturé en eau à la sortie de l'épurateur ou l'entraînement de gouttelettes d'eau à l'extérieur de l'épurateur jusqu'à la tuyauterie du ventilateur. Depuis la fin des tests, l'inspection du séparateur de gouttelettes installé à la sortie de l'épurateur et des tests à froid a permis d'établir que l'essentiel de l'eau qui se retrouve dans la tuyauterie du ventilateur d'aspiration provient de la condensation.

Une chaufferette installée entre la sortie de l'épurateur et l'entrée du ventilateur d'aspiration avait déjà été prévue dans la conception initiale et installée sur le système depuis le début des tests. Cette chaufferette doit permettre de monter le point de rosée du gaz et d'ainsi limiter la condensation dans le ventilateur. Cependant, il semble qu'elle ne fonctionnait pas correctement durant les tests. En effet, lors de l'inspection qui a suivi le test de décembre, PCI a trouvé une connexion électrique endommagée dans la chaufferette. De plus, la tuyauterie entre l'épurateur et le ventilateur d'aspiration n'était pas isolée thermiquement ce qui pouvait favoriser la condensation.

2.1.2 Mesures correctives

La chaufferette a été réparée. De l'isolant thermique a été ajouté à partir de la sortie de l'épurateur jusqu'à quelques mètres après le ventilateur d'aspiration. Un contrôleur de puissance raccordé au système de contrôle a été ajouté pour permettre un contrôle optimal de la température dans toutes les conditions d'opération. Finalement, afin de protéger davantage le ventilateur celui-ci a été surélevé légèrement dans le but d'éviter toute accumulation d'eau possible à l'intérieur de son boîtier. Des essais préliminaires démontrent l'effet positif de ces correctifs. Un revêtement protecteur a également été ajouté à l'intérieur du ventilateur.

Ce document contient des informations techniques et d'affaires confidentielles et appartenant à PyroGenesis Canada Inc. Toute copie, reproduction, distribution ou tout usage qui n'a pas été préalablement autorisé par écrit par PyroGenesis Canada Inc. est strictement prohibé.

	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	7 de 14

2.2 Corrosion de l'échangeur de chaleur

2.2.1 Description du problème

L'échangeur de chaleur de l'épurateur permet d'évacuer la chaleur produite par la réaction de neutralisation des acides produits par la destruction des halocarbures. Cette chaleur est transférée vers un circuit de refroidissement avec radiateur via l'échangeur de chaleur. Lors du test de décembre, une importante fuite est apparue côté solution de lavage de l'échangeur. L'inspection des plaques de l'échangeur a permis d'observer une multitude de petits trous au travers des plaques. Des recherches plus approfondies sur le processus de corrosion du titane et des discussions avec différents fournisseurs d'échangeur de chaleur ont permis d'établir que le titane n'était pas un bon choix de matériel pour cette application. Plusieurs fournisseurs ont recommandé un alliage de type Hastelloy. Des tests en laboratoire ont confirmés la résistance nettement supérieure de l'Hastelloy C2000 à la solution de lavage de l'épurateur.

2.2.2 Mesures correctives


PCI s'est procuré un nouvel échangeur de chaleur avec plaques en Hastelloy C-2000. Afin de maximiser la durée de vie de cet échangeur, un recouvrement de PTFE sera ajouté sur les plaques de l'échangeur. Nous sommes convaincus que cet échangeur résistera bien à la solution de lavage et fournira les performances nécessaires au maintien d'une température acceptable de la solution de lavage.

2.3 Faible durée de vie de la torche au plasma

2.3.1 Description du problème

Lors des tests de validation de la torche au plasma à l'usine de PyroGenesis au printemps 2012, il a été démontré que la torche pouvait opérer jusqu'à 150 heures sans que les électrodes doivent être remplacées. Toutefois, certains problèmes d'érosion prématurée ont été observés durant la campagne d'augmentation de la cadence à l'été et l'automne 2013. À cette époque, il était difficile de confirmer l'ampleur de ces problèmes en raison de la courte durée des tests effectués (moins d'une journée). Durant le test de longue durée par contre, les problèmes d'érosion prématurée sont devenus évidents. La durée de vie de l'anode pendant ces tests n'a pas dépassé 35 heures. PCI ne s'attendait pas à rencontrer ce problème à ce stade, étant donné que les mêmes équipements (Générateur de vapeur, sous-système de refroidissement à l'eau déminéralisée, et torche au plasma) avaient été utilisés pour faire le test de validation à l'usine de PyroGenesis en 2012, avec succès.

Ce document contient des informations techniques et d'affaires confidentielles et appartenant à PyroGenesis Canada Inc. Toute copie, reproduction, distribution ou tout usage qui n'a pas été préalablement autorisé par écrit par PyroGenesis Canada Inc. est strictement prohibé.

	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	8 de 14

Après une analyse approfondie des données d'opération et certains tests préliminaires, il a été établi que l'érosion accélérée de la torche est causée par une mauvaise qualité de la vapeur (présence de gouttelettes d'eau dans la vapeur).

Des tests au début mars 2014 ont permis de démontrer qu'il est possible, avec les équipements en place à Laval, de reproduire le même taux d'érosion que celui observé à l'usine de PyroGenesis en 2012. Cependant, il a également été démontré que les équipements en place n'offrent pas suffisamment de marge manoeuvre pour garantir une répétabilité des performances de la torche.

2.3.2 Mesures correctives :

Afin d'assurer une opération fiable de la torche au plasma en tout temps, de nouveaux équipements ont été ajoutés juste avant l'injection de la vapeur dans la torche pour assurer une surchauffe de la vapeur efficace. Ces nouveaux équipements couplés à de nouveaux instruments de lecture de température et de pression permettront de valider la qualité de la vapeur en tout temps. Un test en continu de plusieurs heures prévu dans les prochaines semaines (avril 2014) permettra de valider l'efficacité de ces nouveaux équipements à maintenir la qualité de la vapeur et par le fait même le taux d'érosion à un niveau normal.

3.0 Problèmes d'émissions atmosphériques

3.1 Dioxine et furannes (DF)

3.1.1 Description du problème


Lors du test de longue durée, quatre échantillons ont été prélevés pour l'analyse des dioxines et furannes dans la cheminée.

L'équivalence toxique totale de dioxines et furannes était hors norme pour deux des quatre échantillons. Une analyse des données opératoires archivées a permis de lier l'usure excessive de la torche avec l'émission de dioxines et furannes.

Lorsque l'anode de la torche atteint sa fin de vie, son efficacité diminue. La diminution de l'efficacité a un effet direct sur la puissance disponible pour maintenir la température dans le réacteur.

Le Figure 1 montre la relation entre la puissance nette de la torche et la quantité de DF observée pour cette puissance.

Ce document contient des informations techniques et d'affaires confidentielles et appartenant à PyroGenesis Canada Inc. Toute copie, reproduction, distribution ou tout usage qui n'a pas été préalablement autorisé par écrit par PyroGenesis Canada Inc. est strictement prohibé.

	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	9 de 14

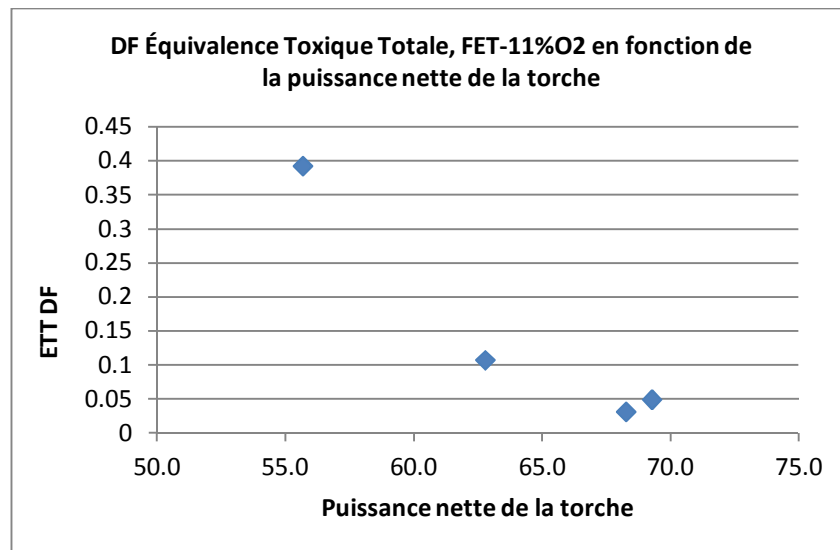


Figure 1: Relation entre la puissance nette de la torche et la quantité de DF produite


De plus, selon la théorie, la formation des dioxines et furannes est maximisée près de 350°C. Deux sondes de température dans le réacteur confirment que la température du milieu et du haut du réacteur était toujours plus élevée que 350°C. Cependant, aucune sonde de température n'était installée dans le bas du réacteur. Comme la température diminue plus le gaz s'éloigne de la torche au plasma (vers le bas) il est possible que la température à cet endroit se rapproche de cette température avant d'atteindre la trempe thermique.

Une autre hypothèse qui pourrait expliquer la formation excessive de DF est reliée directement à l'érosion de la torche au plasma. En effet, le rythme d'érosion normale d'une torche au plasma de PCI est d'environ un gramme par heure (1 g/h). Durant le test de longue durée, l'érosion moyenne était d'approximativement de trente grammes par heure (30 g/h). Cette érosion est traduite par une présence accrue de fines particules de cuivre dans le réacteur qui peut favoriser la formation de DF en offrant davantage de sites de formation.

3.1.2 Mesures correctives

Les mesures correctives mentionnées à la section 2.3.2 pour corriger les problèmes d'érosion excessive de la torche au plasma permettront également de diminuer la probabilité de formation des dioxines et furannes. L'opération stable de la torche au plasma permettra de maintenir une puissance nette au-delà du seuil à partir duquel la formation de DF était acceptable durant le test du mois de décembre. La réduction significative de l'érosion de l'anode diminuera également grandement la présence de fines particules de cuivre dans le réacteur qui pouvaient favoriser la formation des DF.

Ce document contient des informations techniques et d'affaires confidentielles et appartenant à PyroGenesis Canada Inc. Toute copie, reproduction, distribution ou tout usage qui n'a pas été préalablement autorisé par écrit par PyroGenesis Canada Inc. est strictement prohibé.

	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	10 de 14

Une autre mesure préventive consistera à ajouter une sonde de température dans le bas du réacteur pour confirmer que la température à cet endroit ne s'approche pas de la température de formation des DF.

La possibilité d'ajouter un filtre au charbon sur la cheminé est également à l'étude.

3.2 Gaz acides

3.2.1 Description du problème


Lors des tests de la période d'accélération de la cadence de destruction, les résultats d'échantillonnage de gaz acide ont toujours été satisfaisants (sous les normes). Ceci inclut le test à la cadence maximale de destruction (50 Kg/h) du mois d'octobre 2013. Les résultats hors normes obtenus lors du test de longue durée étaient donc très surprenants, d'autant plus que seule la concentration en acide chlorhydrique a augmentée alors que celle de l'acide fluorhydrique a diminuée. Une multitude d'actions ont été entreprises suite à l'obtention de ces résultats négatifs :

- Inspection de la tour de l'épurateur
- Discussion avec le fournisseur de l'épurateur
- Révision des calculs de dimensionnement de l'épurateur et de paramètres d'opération.
- Revue des données opérationnelles archivées.
- Mise à contribution des services d'experts dans le domaine de la combustion, le lavage de gaz acide et le contrôle de pH.

Après avoir analysé toutes les informations obtenues, trois hypothèses probables sont mises de l'avant.

Premièrement, les données opérationnelles archivées manuellement montrent que le débit dans l'épurateur était d'environ 50% plus élevé lors du test d'accélération à 50 kg/h (octobre) par rapport au test de longue durée (décembre). Le débit supplémentaire de solution de lavage pourrait expliquer de deux façons les bons résultats du test du mois d'octobre. L'augmentation du débit de solution implique une augmentation de la soude caustique disponible dans l'épurateur et également un meilleur transfert de masse avec le gaz à contre-courant. D'ailleurs, la révision des données de conception a permis de remarquer que l'épurateur est opéré sous le point d'opération recommandé dans la littérature pour avoir une épuration optimale. Jusqu'à maintenant le système a été testé avec du R12 qui est un des réfrigérants qui génère le moins de gaz. L'épurateur ayant été conçu pour le réfrigérant qui génère le plus de gaz, la perte de charge au travers de l'épurateur est très faible avec le R12, ce qui peut diminuer

Ce document contient des informations techniques et d'affaires confidentielles et appartenant à PyroGenesis Canada Inc. Toute copie, reproduction, distribution ou tout usage qui n'a pas été préalablement autorisé par écrit par PyroGenesis Canada Inc. est strictement prohibé.

	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	11 de 14

son efficacité. Cet écart par rapport au point optimal était plus prononcé au mois de décembre puisque le débit de solution de lavage à la douche de l'épurateur était plus faible à ce moment.

Deuxièmement, le contrôle du pH de la solution de lavage n'est pas stable. Cette instabilité pourrait créer de courtes périodes durant lesquelles il y a un manque de soude caustique disponible pour la neutralisation de l'acide.

Troisièmement, dû aux problèmes de contrôle du pH le système a été opéré avec un pH moyen plus élevé que durant le test du mois d'octobre. Des calculs de bilan de masse et une analyse des données opérationnelles archivées ont permis d'établir qu'une portion plus importante de dioxyde de carbone (CO₂) était lavée dans l'épurateur lorsque le pH était plus élevé. Le fait de laver davantage de CO₂ dans l'épurateur peut avoir pour effet de consommer une quantité importante de soude caustique qui n'est alors plus disponible pour laver l'acide chlorhydrique (HCl).

3.2.2 Mesures correctives

Afin d'augmenter la quantité de soude caustique disponible dans la tour de l'épurateur le débit de solution de lavage dans la douche sera augmenté. Plusieurs petites modifications au système de contrôle de pH (logicielles et matérielles) ont été faites ou seront faites avant le prochain test de destruction pour augmenter la stabilité du pH. De plus, le point de consigne du contrôle de pH sera ajusté plus bas pour s'assurer de ne pas laver trop de dioxyde de carbone.

3.3 Particules

3.3.1 Description du problème


Des quantités importantes de particules ont été mesurées lors du test de longue durée. La source de ces particules est difficile à déterminer avec exactitude. La cause principale de ce problème est que le filtre à particules installé à la sortie de l'épurateur a été retiré durant la période d'accélération de la cadence, car il était soupçonné d'être la source de problèmes avec le ventilateur d'aspiration. Cette piste a été écartée par la suite, mais le filtre n'a jamais été réinstallé.

3.3.2 Mesures correctives

Un filtre à particule sera installé à la sortie de l'épurateur tel que prévu initialement.

Aussi la modification sur la position du ventilateur diminuera les problèmes d'érosion de celui-ci, ce qui a pu créer de nombreuses particules entraînées dans le courant d'air.

Ce document contient des informations techniques et d'affaires confidentielles et appartenant à PyroGenesis Canada Inc. Toute copie, reproduction, distribution ou tout usage qui n'a pas été préalablement autorisé par écrit par PyroGenesis Canada Inc. est strictement prohibé.

	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	12 de 14

3.4 Monoxyde de carbone

3.4.1 Description du problème

Contrairement aux autres tests de la période d'accélération de la cadence de destruction où le monoxyde de carbone avait pu être contrôlé après quelques ajustements, le monoxyde de carbone était trop élevé durant une bonne partie du test de décembre. Encore une fois plusieurs causes possibles ont été explorées. La cause la plus probable est une fuite de glycol qui s'est produite vers la fin du mois d'octobre 2013. Durant ce test, un trou s'est formé dans la bride qui couvre le dessus du réacteur. Le glycol du réseau de refroidissement parcourant les parois internes de la bride s'est lentement déversé dans le réacteur sur une période de douze heures. Plusieurs centaines de litres de glycol se sont ainsi retrouvés dans le réacteur. Une bonne partie de ce glycol s'est retrouvée coincée dans le réfractaire et l'isolant du réacteur. Suite à cet incident une nouvelle bride en réfractaire a été installée. La conception de cette nouvelle bride élimine le risque d'un nouveau déversement dans le système.

Depuis ce déversement, des niveaux de CO élevé sont observés à chaque fois que le système est mis en opération. Cependant, il est logique de croire que le niveau de glycol diminue lentement avec le nombre d'heures d'opération du réacteur à haute température. Lors des tests effectués au mois de mars 2014, le CO était redescendu significativement.

PCI a également tenté d'explorer d'autres causes qui expliqueraient l'émission supplémentaire de CO. PCI a fait une modélisation numérique du profil de température et d'écoulement gazeux dans le réacteur. Cette analyse a permis de déterminer que la température dans le bas du réacteur est suffisante pour assurer la combustion du CO lorsque la torche est en bon état. Certaines opportunités d'amélioration ont été identifiées. La plus significative étant le faible mélange de l'oxygène près du point d'injection de l'air de combustion.


3.4.2 Mesures correctives

La principale mesure corrective a déjà été appliquée de façon indirecte en effectuant d'autres tests à haute température. Selon les dernières lectures lors des essais du mois de mars, il semble que l'essentiel du glycol qui avait contaminé le réacteur a été éliminé.

D'autres mesures correctives seront tout de même mises en place afin de s'assurer d'obtenir des résultats acceptables d'émission de monoxyde de carbone.

1. Les mesures correctives de la section 2.3 (Érosion de la torche au plasma) auront un effet bénéfique sur le contrôle de CO en maintenant un profil de température plus chaude dans la zone de combustion du monoxyde de carbone.

Ce document contient des informations techniques et d'affaires confidentielles et appartenant à PyroGenesis Canada Inc. Toute copie, reproduction, distribution ou tout usage qui n'a pas été préalablement autorisé par écrit par PyroGenesis Canada Inc. est strictement prohibé.

	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	13 de 14

2. L'ajout d'un capteur de température dans le bas du réacteur tel que décrit dans la section 3.1 permettra de mieux gérer la combustion du monoxyde de carbone en confirmant que l'ajout d'air de combustion ne produit pas un effet de refroidissement trop important dans la section basse du réacteur.
3. Évaluer la possibilité d'ajouter une buse d'injection d'air de combustion permettra d'augmenter significativement le mélange de l'oxygène dans la zone de combustion du monoxyde de carbone¹.
4. Des calculs sur le temps de réponse du réacteur et l'identification de données opérationnelles archivées permettant de modéliser la réponse de l'analyseur de gaz et le temps de réponse imposé par la géométrie du système permettront d'ajuster beaucoup plus efficacement la boucle de contrôle d'ajout d'air de combustion dans le réacteur.


4.0 Processus de validation des correctifs

Afin de valider les mesures correctives choisies, une stratégie de test a été élaborée. La première étape sera de valider la stabilité de la torche au plasma avec les nouveaux équipements de surchauffe de la torche au plasma. Cette validation sera effectuée lors de test d'opération en continu de la torche dans le réacteur sans injecter de gaz réfrigérant. Ce test s'étalera sur une semaine ou plus si nécessaire.

Une fois la fiabilité de la torche confirmée, un test de courte durée (24h) est prévu durant lequel les gaz de la cheminée seront échantillonnés afin de valider l'efficacité des mesures correctives pour le contrôle des émissions polluantes (efficacité de destruction, acides, D&F, CO et matières particulaires).

Après l'obtention de résultats positifs durant le test de courte durée, l'étape finale sera de répéter le test de longue durée effectué au mois de décembre avec la firme d'externe Consulair qui échantillonnera la cheminée.

¹ La faisabilité de cette mesure corrective n'a pas encore été confirmée.

	Type de Document	Rapport Technique		
	Titre du Document	SPARC Mesures correctives suite aux essais de décembre 2013		
	Numéro du Document	Révision:	Date d'émission (AAAA-MM-JJ)	Page
	TR-2014-405	01	2014-04-04	14 de 14

5.0 Conclusion

Le système SPARC a démontré sa capacité à détruire efficacement le gaz réfrigérant de type R12 lors de la campagne d'accélération de la production à l'été et l'automne 2013 et durant le test de longue durée de décembre 2013. Le test de longue durée du mois de décembre a permis de mettre en évidence des problèmes de robustesse de certains équipements qui avaient relativement bien performé durant la campagne d'accélération. Ces problèmes d'équipements combinés avec la fuite de glycol survenue à la fin des tests d'accélération ont mené à des émissions atmosphériques hors normes pour certains paramètres.

Afin d'assurer une opération stable et non polluante du système SPARC, les causes probables des problèmes d'équipements et d'émissions polluantes ont été identifiées. L'élimination des problèmes d'érosion excessive de la torche au plasma permettra de stabiliser la puissance nette qu'elle pourra fournir au système. La puissance fournie ainsi stabilisée aura un effet positif sur le profil de température dans le réacteur et réduira la probabilité de formation des dioxines et furannes et facilitera la combustion du monoxyde de carbone. Le test du mois d'octobre 2013 a prouvé que l'émission de gaz acides peut être contrôlée efficacement avec les équipements en place. Un contrôle de pH plus stable et un débit de solution de lavage à la douche plus élevé permettront de retrouver les bons résultats observés au mois d'octobre 2013.

En résumé, le système peut détruire efficacement les gaz réfrigérants, mais cette nouvelle technologie comporte encore des éléments à améliorer. Nous croyons que les mesures correctives mises en place durant les derniers mois permettront de démontrer à nouveau la capacité du système à atteindre l'efficacité de destruction requise et ceci en respectant les normes environnementales en place.