

MESURE DU POTENTIEL OXYDANT D'UN PURIFICATEUR D'AIR TEQOYA TIP9 PAR RESONANCE PARAMAGNETIQUE ELECTRONIQUE

Date : 22/01/2016

Personnes référentes :

David PRETERRE

Confidentialité :

Oui

CERTAM

Centre d'Etude et de Recherche Technologique en Aérodynamique et Moteur

1 rue Joseph Fourier – Technopôle du Madrillet – F – 76800 Saint Etienne du Rouvray

Tél. 33 (0)2 32 95 40 00 – Fax. 33 (0)2 32 95 40 09 – www.certam-rouen.com

N° SIRET. 421 436 569 00014 – Code APE. 731 Z

1 CONTEXTE

Le CERTAM a été sollicité par la société TEQOYA pour évaluer le potentiel oxydant d'un purificateur d'air portant la référence TIP9. Le purificateur en question est constitué d'une rampe d'ioniseurs dont l'effet attendu est l'abatement des concentrations particulières par précipitation électrostatique. Ce faisant, les ioniseurs génèrent un plasma confiné à la pointe d'aiguilles. L'objet de l'étude est de s'assurer que cette technique n'engendre pas un accroissement du potentiel oxydant de l'air traité par le purificateur, même à proximité des aiguilles.

Pour répondre à cette demande, le CERTAM a proposé de construire une évaluation sur la base d'une détection par résonance paramagnétique électronique (RPE) par spin-probe. Ce type de mesure présente l'avantage d'être :

- Aspécifique : toutes les espèces radicalaires sont piégées par la sonde quelle que soit leur nature chimique
- Stabilité dans le temps : à l'inverse des spin-trap spécifiques, le spin probe oxydé est stable en solution et permet de réaliser des cinétiques temporelles d'accumulation de signal afin d'être discriminant.

Le CERTAM utilise cette technique depuis un certain nombre d'années, et plusieurs études ont été réalisées pour nos clients dans ce domaine.

1.1 METHODE ET MATERIEL DE MESURE

La méthodologie de dosage des espèces réactives de l'oxygène repose sur leur détection par résonance paramagnétique électronique.

La résonance paramagnétique électronique est une technique de spectroscopie basée sur l'excitation des spins électroniques d'un atome ou d'une molécule par des ondes hyperfréquences (ou micro-ondes) appliquées dans un champ magnétique. Les schémas de transitions de niveaux d'énergie obtenus sous forme de spectre permettent ainsi des études à la fois structurales et dynamiques de la matière analysée.

Les entités détectables par RPE sont des entités possédant un moment magnétique non nul c'est à dire qu'elles présentent des électrons non-appariés. Il s'agit d'atomes et de molécules comme les radicaux libres, les complexes d'ions de transition, etc...

Ce sont ces électrons dits « célibataires » qui vont interagir avec un champ magnétique créé par un aimant. La RPE repose en effet sur l'effet Zeeman : soumis à l'action d'un champ magnétique extérieur intense B , les niveaux d'énergie d'un spin S se séparent en $(2S + 1)$ états, chacun affecté d'un nombre quantique M_s ($M_s = -S, -S + 1, \dots, S$).

Si l'on prend le cas particulier d'un simple électron libre, ce dernier se sépare en 2 état lorsqu'il est soumis à un champ magnétique

- soit son moment magnétique est aligné avec le champ magnétique (état parallèle noté β), $M_s = -1/2$ et représente un état de plus faible énergie,
- soit son moment magnétique est aligné contre le champ magnétique (état antiparallèle noté α), $M_s = 1/2$ et représente un état de plus forte énergie.

La transition entre ces 2 états est subordonnée à l'absorption d'un rayonnement électromagnétique apportant un quantum d'énergie égal à la différence d'énergie des deux états de spin.

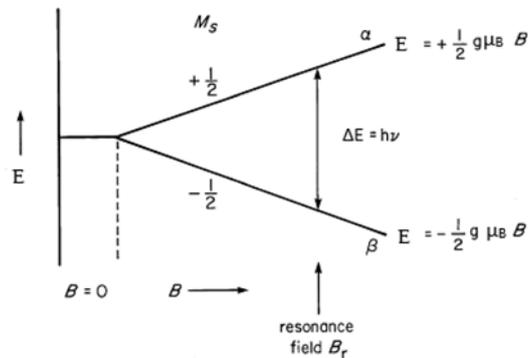


Figure 1: Schéma des niveaux d'énergie pour un électron libre seul

Afin d'étudier les espèces présentant un radical libre dans une atmosphère donnée, cette atmosphère est mise en contact avec un milieu liquide contenant un spin probe, le 1-hydroxy-3-méthoxycarbonyl-2,2,5,5-tetraméthylpyrrolidine (CMH, Noxygen), à la concentration de 0.5mM qui a la particularité de produire un composé stable radicalaire (CM°) après réaction avec une espèce radicalaire présente dans l'atmosphère.

Les milieux liquides, après exposition sont congelés dans l'azote liquide puis la quantité de CM° ayant été formée est évaluée sur un spectromètre RPE MiniScope MS 200 (Magnettech®).

Les résultats sont exprimés en UA (hauteur pic à pic du signal CM°) et exprimées en pourcentage de la condition témoin (Air réseau).

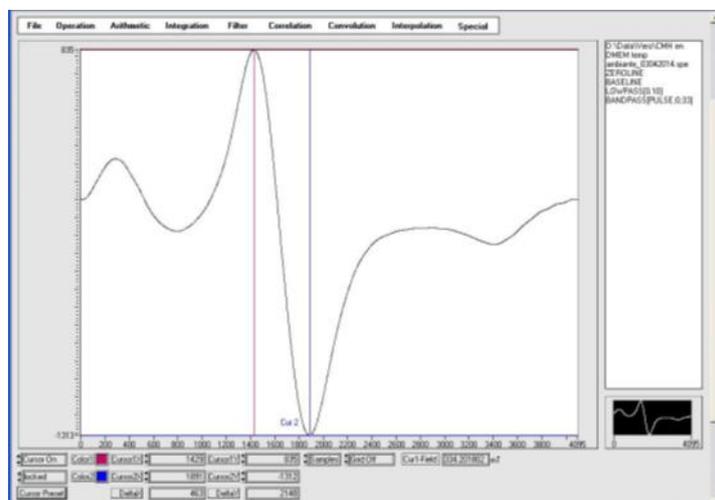


Figure 2: Exemple de signal RPE de la molécule CM°

La spectroscopie RPE est couramment utilisée en dosimétrie rétrospective (norme ISO 13304). Elle a été utilisée par le CERTAM pour mesurer le potentiel oxydant de nombreuses atmosphères pour plusieurs clients, et validée par comparaison des résultats avec ceux d'un dispositif

d'exposition toxicologique de cultures cellulaires à des aérosols développé lors du programme européen MAAPHRI (5^e PCRD)¹.

1.2 CONFIGURATION EXPERIMENTALE

Le dispositif ioniseur TEQOYA TIP9 est mis en fonctionnement selon les préconisations du constructeur et le prélèvement est réalisé en continu à 5cm des aiguilles du dispositif (débit d'échantillonnage 2Lpm).

Cette distance de 5cm a été établie en cohérence avec les normes EN60335-2-65 et UL867 Section 37 en application pour les purificateurs d'air électrostatiques.

Deux expérimentations successives ont été réalisées, une première avec 30 minutes d'échantillonnage et une seconde avec 60 minutes d'échantillonnage.

Chaque expérimentation a permis d'exposer 24 puits contenant la solution de CMH à l'atmosphère proche du dispositif.

2 RESULTATS DE SPECTROSCOPIE RPE SUR LES EMISSIONS D'UN PURIFICATEUR D'AIR TEQOYA TIP9

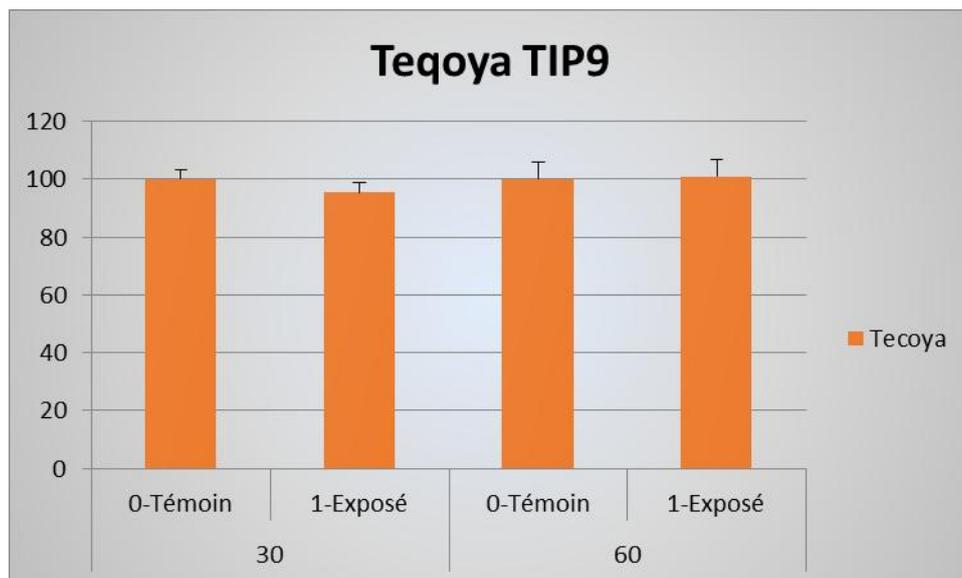


Figure 3: résultats de mesure RPE sur les 24 échantillons

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative observable entre une atmosphère témoin et l'atmosphère en présence du ioniseur en fonctionnement tant pour 30 minutes d'incubation que pour 60 minutes.

La précision de la mesure RPE est d'environ 5% : une atmosphère présentant une variation de la réponse RPE inférieure à 5% par rapport à l'atmosphère témoin est considéré comme ayant le même potentiel oxydant. C'est le cas de l'atmosphère à une distance de 5cm des aiguilles du TEQOYA TIP9.

¹ <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0940299308000304>

A titre indicatif, une exposition de 60 minutes à une atmosphère contenant des émissions diluées de moteur à combustion interne provoque des augmentations linéaires de 34% à 138% du signal de résonance paramagnétique électronique pour des fractions massiques d'échappement comprises entre 1.5% et 15.4%.

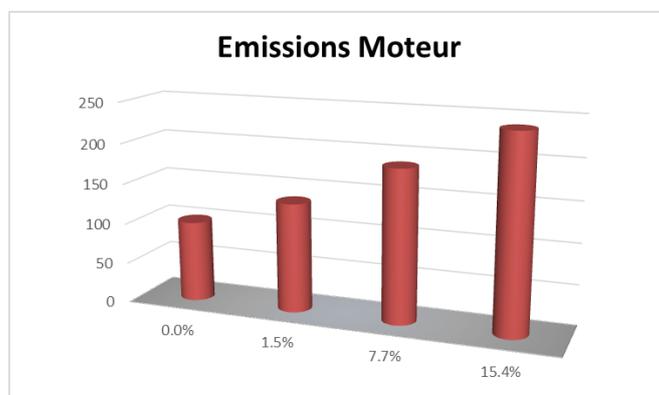


Figure 4: augmentation du signal RPE en réponse à une augmentation de la concentration d'émissions industrielles (*ILLUSTRATION*)

3 CONCLUSION

Le purificateur d'air TEQOYA TIP9 ne présente pas d'augmentation significative du potentiel oxydant de l'air à une distance de 5 cm de ses aiguilles. On peut donc considérer que les émissions de ce produit ne présentent pas de risque d'oxydation par rapport à un air sain.