

Coordinateur Nicole Blin-Simiand

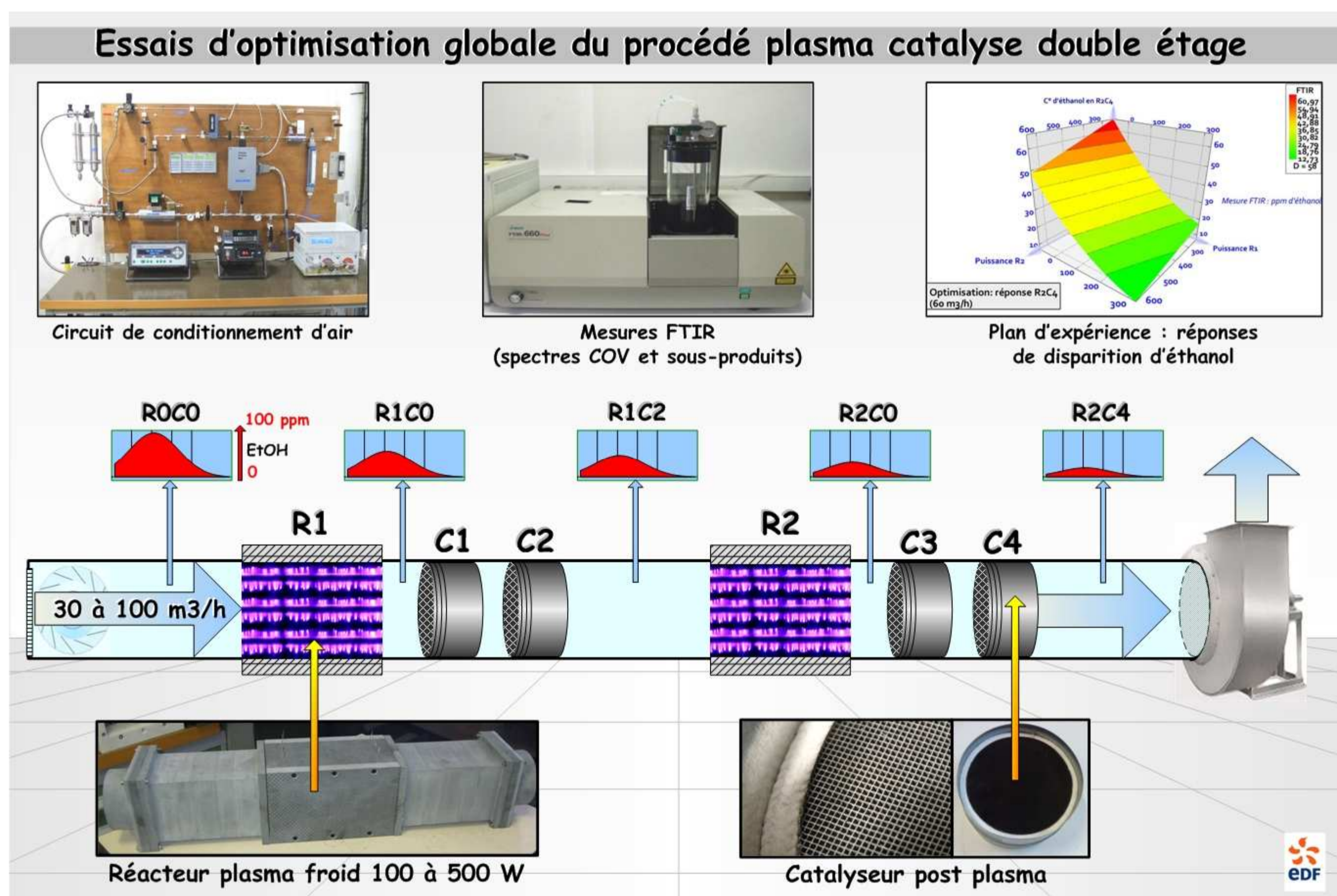
Partenaires: LPGP, SUPELEC, IC2MP, EDF R&D

Objectifs du projet

→ Préparer les bases pour le développement d'une technique éco-efficace associant plasma froid (décharge électrique hors-équilibre) et catalyse post-plasma pour le traitement de rejets gazeux de type COV (débit 100-10000 m³/h, C < 1 g/Nm³).

Réduction des coûts énergétiques : couplage réacteur plasma avec catalyseur fonctionnant à basse température; optimisation de l'excitation électrique (forme temporelle de l'impulsion de haute tension).

→ Arriver à une meilleure compréhension et maîtrise des mécanismes mis en jeu en phases plasma et catalytique.



Méthologie et Résultats

➤ Couplage alimentation-réacteur plasma (tâche 1)

La géométrie du réacteur multipointes-plan est bien adaptée, mais pas d'amélioration de l'efficacité énergétique du traitement plasma par l'application d'une tension pulsée unipolaire rapide (1 kV/ns), par rapport à une impulsion à croissance plus lente (kV/μs - kV/ms). Un générateur compact et d'architecture plus conventionnelle, délivrant un signal pulsé bidirectionnel (fréquence variable) à front de montée intermédiaire (kV/μs) a été réalisé et mis en œuvre pour la tâche 4.

➤ Caractéristiques physico-chimiques des réacteurs plasmas (tâche 2)

Les sous produits issus de la conversion par plasma de l'éthanol et de l'acétone, seuls ou en mélange, ont été identifiés et quantifiés. Après les oxydes de carbone, les aldéhydes (CH₂O, CH₃CHO) sont majoritaires. Les

études en mélange montrent un effet additif sans effet synergétique. Une modélisation cinétique a permis de déterminer les principales réactions mises en jeu.

➤ Optimisation du couplage plasma-catalyseur pour le traitement des COV (tâche 3)

Le catalyseur devant utiliser l'ozone issu du plasma pour terminer l'oxydation des COV résiduels, nous avons choisi MnO₂. Pour la conversion de l'éthanol (voire l'acétone) 5% en masse de MnO₂ sur Al₂O₃ est bien adapté. Un dopage par l'argent est performant pour la conversion de l'ozone. Des catalyseurs de type industriel (déposés sur monolithes nid d'abeilles) ont été préparés avec entre 5 et 10% en masse de MnO₂ et sont actuellement testés pour la tâche 4.

➤ Optimum énergétique global pour un dispositif avec une capacité de traitement élevée (tâche 4)

Tests à grande échelle avec deux réacteurs plasmas-catalyseurs placés en série, un débit 100 m³/h et une alimentation prototype très compacte. Des essais ont été réalisés avec des catalyseurs industriels comportant un liant. Un plan d'expérience a permis de déterminer des points de fonctionnement optimaux associant le meilleur traitement pour la moindre consommation d'énergie (ex.: élimination de 75% d'éthanol pour 25 J/L et 100 ppm de polluant).

Les essais se poursuivent avec des catalyseurs plus performants n'intégrant pas de liant dans le support.

Conclusions et perspectives

Ces travaux ont permis la mise au point d'une alimentation prototype compacte, adaptée au réacteur de conception EDF, qui pourrait être développée industriellement pour une application du projet (coût et encombrement faibles).

Une moindre consommation d'énergie peut être atteinte pour traiter les COV aliphatiques. Un traitement optimisé des sous-produits de dégradation (aldéhydes) nécessite une étude de catalyseur plus poussée. Les travaux sur les aromatiques (toluène) sont en cours.

Il serait possible, avec un tel procédé, de réduire fortement la consommation énergétique de chauffage des locaux industriels nécessitant un fort taux de renouvellement de l'air (gisement estimé à 2,1 TWh/an).

Articles: Eur. Phys. J. Appl. Phys. 2012 ; IJPEST 2012
Communications à des congrès : 6

CONTACT :

Nicole Blin Simiand (équipe DIREBIO - LPGP)
nicole.similand@u-psud.fr
www.peccovair.cnrs.fr

