

TACOMA

Mise en œuvre de Techniques Avancées de Combustion pour Minimiser les rejets Atmosphériques

Date de rédaction : octobre 2009

IDENTIFICATION DU PROJET

Programme ANR : CO2

Edition : 2006

Partenaire coordinateur : GDF SUEZ

Autres partenaires du projet : IFP TOTAL Divergent CNRS ICARE

Contact : Clotilde Villiermaux Email : clotilde.villiermaux@gdfsuez.com

Date de début – date de fin du projet : 12 / 2006 à 08 / 2010

RÉSUMÉ DU PROJET

L'objectif de ce projet est de proposer un procédé de combustion applicable sur des fours ou des chaudières industrielles

- permettant d'obtenir du CO₂ concentré à vocation d'être capté.
- apportant une technologie performante en terme de rendement énergétique et d'émissions de NOx.

Le projet est ainsi bâti autour de deux objectifs majeurs :

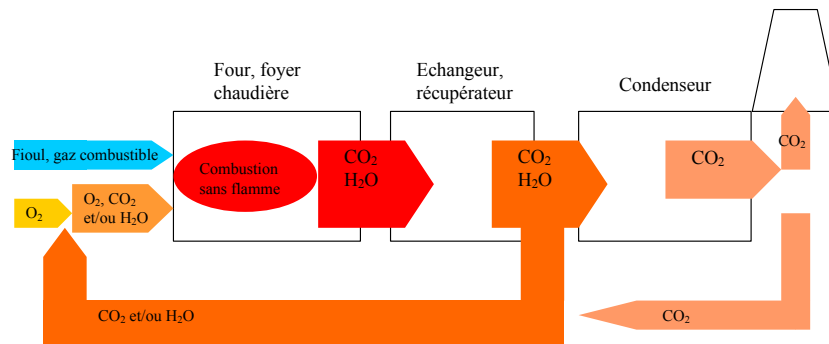
- **Tester le concept d'oxycombustion avec recirculation externe des fumées.** Ce procédé repose sur la combustion à oxygène pur (oxycombustion) moyennant la dilution de l'oxygène par recirculation des produits de combustion refroidis pour créer un air synthétique (**atmosphère O₂/CO₂/H₂O**). Cette approche permet d'éviter les pics de température par rapport à l'utilisation d'oxygène pur et le redimensionnement du foyer et des échangeurs thermiques. Une telle approche permettra l'**adaptation d'installations existantes** en vue de la capture du CO₂. La faisabilité d'une combustion en régime d'oxydation sans flamme sera étudiée afin d'en cerner les avantages et les inconvénients.
- **Explorer un nouveau concept de foyer d'oxycombustion sans flamme avec recirculation interne des fumées.** Dans cette approche, l'oxygène pur et le combustible sont injectés dans le foyer de manière à favoriser une forte recirculation interne des gaz brûlés dans le foyer tout en assurant un refroidissement partiel aux parois. L'avantage de cette approche est d'éviter le recours à une recirculation externe de CO₂/H₂O soumises aux agressions des gaz acides dont (SO_x, NO_x, Fluor...) rencontrés dans le cas de la combustion de fioul. Elle nécessite cependant un re-dimensionnement important du four ou de la chaudière et de ses équipements avals (échangeurs, récupérateurs...) du fait des volumes moindres de fumées. Elle devrait donc concerner certaines installations existantes bien spécifiques et, à terme, s'imposer comme solution sur **des installations neuves** pour la pré-capture du CO₂.

Ces deux axes doivent être étudiés de façon **expérimentale** (mise en œuvre de dispositifs spécifiques) et **numérique** (développements et validations de modèles et d'outils numériques) de sorte à instruire les **études de cas industriels**. De nombreux secteurs industriels (verrière, sidérurgie, pétrochimie...) sont susceptibles, selon leur niveau de maturité, d'être intéressés par cette technique de combustion via leur process industriel ou via leurs utilités.

PUBLICATIONS-COMMUNICATIONS MAJEURES

- WGC2009 : "Flameless oxy-FGR : an energy efficient combustion concept that complies with environmental regulation and offers direct CO₂ capture solution for existing and new gas furnaces" GDF SUEZ, DRI, CRIGEN, Saint Denis La Plaine, France

ILLUSTRATIONS



Concept de combustion étudié

FAITS MARQUANTS

Les premiers résultats expérimentaux à GDF SUEZ indiquent que le régime de combustion sans flamme peut être stabilisé avec un brûleur à combustion sans flamme classique (dimensionné pour fonctionner à l'air) et ce, fonctionnant en air synthétique ($O_2/CO_2/H_2O$). Ils confirment que ce concept permet d'envisager le retrofit d'installations existantes permettant le captage direct de CO_2 , tout en incluant une réduction drastique des émissions de NO_x et une meilleure efficacité énergétique qu'en aéro-combustion.

L'IFP a réduit un mécanisme détaillé de la cinétique chimique d'oxycombustion du gazole développé par ICARE dans le cadre de ce projet. Le mécanisme initial a été réduit de 377 à 39 espèces, ce qui permet d'insérer la version réduite dans le code FLUENT et de réaliser des calculs CFD avec un temps de calcul acceptable. Appliqué à la configuration expérimentale étudiée par l'IFP, on obtient une description plus fine de l'évolution des espèces chimiques formées dans l'oxycombustion et une structure de zone réactionnelle différente de celle obtenue précédemment avec un schéma global à deux étapes.

RETOMBÉES PRÉVISIBLES

Une fois les études expérimentales réalisées et les outils numériques validés, les études de cas industriels prévues dans le cadre du projet permettront de confirmer l'intérêt technico-économique et la viabilité de ce concept de combustion que ce soit pour les installations existantes ou des installations neuves, fonctionnant au gaz naturel ou au fioul.

Le retrofit d'installations existantes semble un marché qui sera plus rapidement concerné par la technologie, et qui permettra de valider ce concept nouveau et en rupture auprès des industriels. Ces premières réalisations bénéficieront ensuite aux installations neuves pour lesquels les industriels pourront alors plus facilement juger des retombées potentielles.

A court ou moyen terme, le concept ne pourra être mis en œuvre que si les performances énergétiques permettent de justifier la rentabilité économique du projet. L'aspect environnemental est à plus longue échéance. Les secteurs industriels alors concernés sont ceux qui permettent des grosses installations, fortement émettrices de CO_2 , pour lesquelles un captage local est compatible avec la mise en œuvre d'un stockage rentable.

VERROUS RESTANT À FRANCHIR

Verrous restant à lever dans ce projet :

- validation des outils de calcul CFD de type RANS pour leur capacité à reproduire le régime d'oxycombustion sans flamme dans les conditions expérimentales étudiées
- valider l'atteinte du régime d'oxycombustion sans flamme dans la configuration expérimentale élaborée par IFP

Verrous à lever dans les projets ultérieurs :

- dimensionner et valider expérimentalement une configuration de foyer d'oxycombustion à recycle interne.
- développer les outils de calcul CFD de type LES pour la combustion sans flamme