



## MODÉLISATION

## TECHNIQUES D'ÉNERGIE ÉCOLOGIQUE

MODÉLISATION INFORMATIQUE DES  
PROCÉDÉS DE COMBUSTIONSimulations de pointe des procédés de  
combustion

*Il existe actuellement un programme relatif aux techniques de pointe de la simulation de la combustion apte à répondre aux besoins de l'industrie. Cette capacité de modélisation permet de prévoir le rendement de l'équipement de combustion en fonctionnement : les caractéristiques de la combustion, les émissions de NO<sub>x</sub>, la consommation de combustible, le transfert de chaleur et l'écoulement des fluides. CTEC-Ottawa s'est engagé dans le perfectionnement de la technologie liée à la simulation de la combustion par l'entremise de liens de collaboration établis avec le secteur privé et la communauté de la recherche.*

La capacité de simulation de CTEC-Ottawa est le produit des efforts déployés pendant deux décennies de travaux de recherche et de collaborations avec le milieu universitaire et les développeurs de logiciels commerciaux. Son développement est basé sur les travaux amorcés par le Collège impérial de l'Université de Londres, l'Université de Waterloo et ANSYS Canada Ltd. Il peut simuler le rendement en fonctionnement des chaudières destinés à des services publics, des fours industriels, des chambres de combustion ou des fours ouverts de formes variées en utilisant différents combustibles.

**Modélisation de la combustion**

La simulation de la combustion permet d'obtenir des renseignements détaillés sur les températures, le transfert de chaleur, les vitesses d'écoulement et la concentration des espèces chimiques. Les analyses et la visualisation de ces paramètres s'accordent parfaitement aux usages suivants :

- Analyse de la conception
- Optimisation de la performance
- Évaluation des options d'améliorations éconergétiques
- Identification des difficultés opérationnelles et des problèmes
- Mise à l'échelle de prototypes

La capacité de simulation de CTEC-Ottawa est un outil de prise de décision. Elle peut simuler des conditions de fonctionnement réelles ou des scénarios hypothétiques, faciliter l'évaluation du risque et le choix de la meilleure option possible avant d'acheter de l'équipement ou d'apporter des changements sur le plan opérationnel.

La capacité de simulation de CTEC-Ottawa vise à réaliser des

économies de temps et d'argent. Par exemple, elle pourrait être utilisée dans les cas suivants :

**Exemple 1 : Modélisation d'un four de raffinerie**

La capacité de modélisation de la combustion est utilisée pour mieux comprendre et améliorer le fonctionnement d'un brûleur (Fig. 1) utilisé dans le procédé de craquage catalytique d'une raffinerie de pétrole. Dans ce cas, le chauffage inégal de deux fluides de procédés avait eu pour effet de compromettre la production et la sécurité. L'étude de modélisation a confirmé qu'il y avait eu une répartition inégale de la chaleur dans le four et a permis d'en déterminer la cause. Une analyse plus approfondie du modèle a révélé que le rendement du système était fortement influencé par les petites différences dans les brûleurs. Cette information a guidé les opérateurs de fours dans leur révision des taux de combustion du brûleur, en vue d'améliorer la répartition de la chaleur. Les corrections ainsi apportées ont permis de réaliser des économies de coût de 100 000 \$ à 300 000 \$ par année (période de recouvrement du coût de l'étude de trois mois).

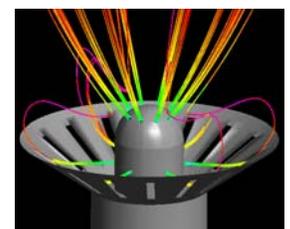


Fig. 1 : Four de raffinerie et modèle de flux détaillé du combustible dans le brûleur

### Exemple 2 : Technologie de combustion innovatrice

En collaboration avec d'autres chercheurs de CTC-Ottawa, la modélisation de la combustion a été utilisée pour mettre à l'essai différentes conceptions relatives à un nouveau procédé de combustion à l'oxygène pur. Cela a permis de mettre à l'essai des conceptions radicalement différentes avant de passer au prototypage physique et à l'expérimentation. À l'aide de cette capacité de modélisation, une conception optimisée a été retenue en vue de la fabrication. D'autres expériences ont permis de valider les résultats prévus des modèles, et un brûleur associé à une technologie de combustion innovatrice a été mis au point. Une comparaison des différentes conceptions de brûleur est indiquée à la figure 2.

### Exemple 3 : Réduction des émissions de chaudière

Les services publics visent à diminuer les émissions de NO<sub>x</sub> provenant des chaudières alimentées aux combustibles fossiles. Ils prévoient y arriver en régularisant la chimie de combustion des secteurs de la chaudière près du brûleur. L'échéancier des charges, la configuration des brûleurs, les débits d'air et les combustibles brûlés collectivement régissent la production d'émissions de NO<sub>x</sub>. Par conséquent, les conditions optimales permettant de réduire au minimum les émissions de NO<sub>x</sub> diffèrent pour chaque chaudière. Le personnel de CTC-Ottawa a conçu un modèle d'émissions de NO<sub>x</sub> pour les services publics.

Le personnel de CTC-Ottawa a validé le modèle en comparant les résultats simulés avec ceux qui ont été obtenus dans les faits (voir la figure 3). Le personnel a utilisé trois charbons différents dans une chaudière à l'échelle préindustrielle dotée d'un brûleur à faibles émissions de NO<sub>x</sub>. Une quatrième expérience a permis de comparer les résultats obtenus pour des conditions de fonctionnement générant des quantités relativement importantes de NO<sub>x</sub>.

La capacité de simulation de CTC-Ottawa a depuis été utilisée pour évaluer le rendement des chaudières industrielles des services publics en Alberta, en Saskatchewan, en Ontario, en Nouvelle-Écosse et en Chine. Les résultats de ces travaux ont permis au personnel de CTC-Ottawa d'élaborer et de mettre à l'essai des stratégies de réduction des émissions de NO<sub>x</sub> et d'améliorer le rendement des chaudières.

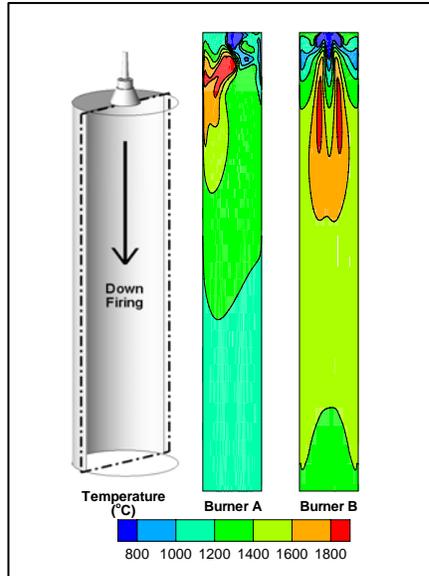


Fig. 2 : Comparaison de profils de températures associés à différentes conceptions de brûleur  
Down Firing = Allumage vers le bas  
Temperature (°C) = Température (°C)  
Burner A = Brûleur A  
Burner B = Brûleur B

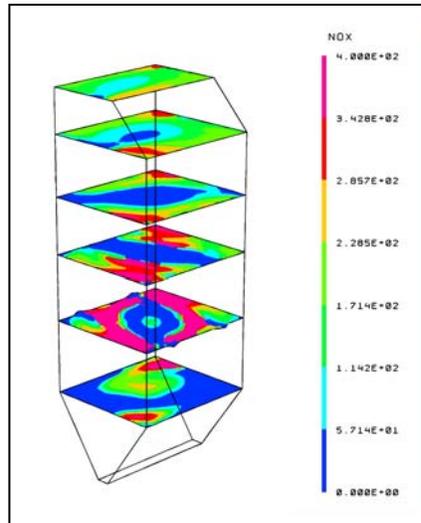


Fig.4 : Concentration de NO<sub>x</sub> (en ppm) dans des sites choisis à l'intérieur d'une chaudière industrielle (Offert à titre gracieux par l'Association canadienne de l'électricité)

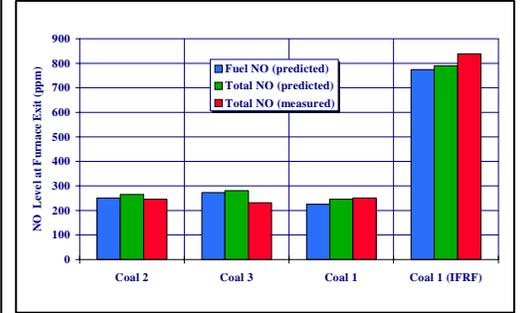


Fig.3 : Comparaison entre les NO totaux mesurés et prévus à la sortie d'un four pour 3 charbons différents testés au CTC-Ottawa et à l'IFRF (Offert à titre gracieux par l'Association canadienne de l'électricité)

NO Level at Furnace Exit (ppm) = Concentration de NO à la sortie du four (en ppm)  
Coal 1 = Charbon 1  
Coal 1 (IFRF) = Charbon 1 (IFRF)  
Coal 2 = Charbon 2  
Coal 3 = Charbon 3  
Fuel NO (predicted) = NO du combustible (prévus)  
Total NO (predicted) = NO totaux (prévus)  
Total NO (measured) = NO totaux (mesurés)

### Utilisation de la capacité de simulation de CTC-Ottawa

Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque le modèle est adapté aux besoins du client. La géométrie de la chambre de combustion, le type de combustible, les conditions de fonctionnement et les paramètres à étudier doivent tous être fixés correctement si l'on souhaite obtenir des résultats utiles et probants. Les experts de CTC-Ottawa sont familiers avec les programmes informatiques et possèdent les connaissances scientifiques et techniques nécessaires en ce qui concerne les sciences et les technologies liées à la combustion. Le personnel de CTC-Ottawa peut adapter le logiciel de manière à répondre aux besoins du client.

### Venez travailler avec nous!

Nous aimerions collaborer avec vous. N'hésitez pas à contacter le Bureau de la planification et de la coordination des affaires pour discuter de vos besoins avec nous.

☎ 613-996-8693

✉ [cetc-bdo@nrcan.gc.ca](mailto:cetc-bdo@nrcan.gc.ca)

Pour de plus amples renseignements, contactez-nous :

Eddy Chui, Ph. D., ing.  
Chercheur scientifique  
☎ 613-943-1774  
✉ [echui@nrcan.gc.ca](mailto:echui@nrcan.gc.ca)

Centre de la technologie de l'énergie de CANMET - Ottawa  
Ressources naturelles Canada  
1, promenade Hanel  
Nepean (Ontario) K1A 1M1  
Canada

[cetc.nrcan.gc.ca](http://cetc.nrcan.gc.ca)