Méthodes d'apprentissage de prédiction du RON pour l'amélioration du suivi de tests sur unités pilotes

Gwénaëlle RADENAC[1], Abdelaziz FARAJ[2], Thibault FANEY[2], Julien GORNAY[1]

Affiliation 1 : IFP Energies Nouvelles, Rond-Point de l'échangeur de Solaize, France

Affiliation 2 : IFP Energies Nouvelles, 1-4 Av. du Bois Préau, 92852 Rueil-Malmaison

Introduction

Le Research Octane Number (RON) est un paramètre clé du procédé de reforming. L'évaluation des catalyseurs sur unité pilote étant effectuée à RON constant, une mesure régulière du RON du reformat est donc nécessaire afin d'assurer une régulation satisfaisante de l'unité. Les méthodes de mesure physique permettant de connaître cette propriété requièrent toutefois des équipements coûteux et des temps de mesure relativement longs. Sur les unités pilotes actuelles, le RON est calculé par l'intermédiaire d'un chromatographe gaz (GC). Le temps de mesure du GC impose une fréquence d'acquisition de la mesure du RON de trois heures. De plus, le GC est un appareil sensible aux dérives, ce qui expose la régulation de l'unité à de potentielles dérives qui ne peuvent aujourd'hui être automatiquement détectées. Il apparaît donc nécessaire de chercher des moyens complémentaires alternatifs d'estimer le RON du reformat au sein de l'unité, qui ne soient pas basés sur les résultats du GC mais sur les données process acquises en continu au cours des tests. Une des voies possibles est de développer des méthodes statistiques permettant de déduire le RON à partir de données process facilement accessibles. Ce type d'approches, appelées soft sensors et basées sur l'analyse des données process et analytiques, permet de mesurer des grandeurs de manière indirecte. L'objectif de ce travail est ainsi de prédire le RON à partir des données process que sont la densité du reformat, le volume de gaz de recycle ainsi que la température du réacteur. Une des difficultés principales pour la mise en œuvre de ces modèles est le choix de la base de données servant à l'apprentissage (données « source » issues de tests pilotes antérieurs ainsi que données « target » du test en cours).

Principaux résultats

Plusieurs méthodes de prédiction du RON à partir des données issues de tests sur unités pilote ont été étudiées. Prédire le RON uniquement à partir des données des tests antérieurs (méthode « Source ») a pour effet d'amoindrir le poids des données process et ainsi de moyenner les prédictions. Inversement, se baser uniquement sur les données du test en cours (méthode « Target ») ne permet pas de prédire le RON de manière satisfaisante dès le début de test en raison du peu de bilans disponibles pour établir les modèles. Des modèles utilisant des régressions linéaires et se basant conjointement sur les données source et les données « target » par une approche de type « transfert learning » ont permis d'obtenir des résultats satisfaisants lorsqu'une combinaison optimale des paramètres des modèles linéaires de chaque test source est recherchée. Cette méthode, appelée « Weight Factors », permet d'établir un modèle propre au test et dont les paramètres sont en cohérence avec les paramètres des tests passés. Cette méthode est ainsi la meilleure à utiliser au cours du test pour calculer des RON intermédiaires pour un suivi plus fin du RON, calculer le RON en cas de dysfonctionnement du chromatographe (Figure 1), ou encore réguler de manière plus fine les unités dont la mesure de RON ne peut se faire qu'une fois par jour. Une fois que le test est terminé, la méthode « Target » peut être utilisée afin de recalculer a posteriori les RON imputés (Figure 1). Pour la détection d'anomalies des appareils de mesure la méthode « Source » se révèle être la plus

pertinente car le modèle ne varie pas, contrairement aux modèles exploitant les données « target » et incorporant ainsi progressivement l'anomalie dans les modèles.

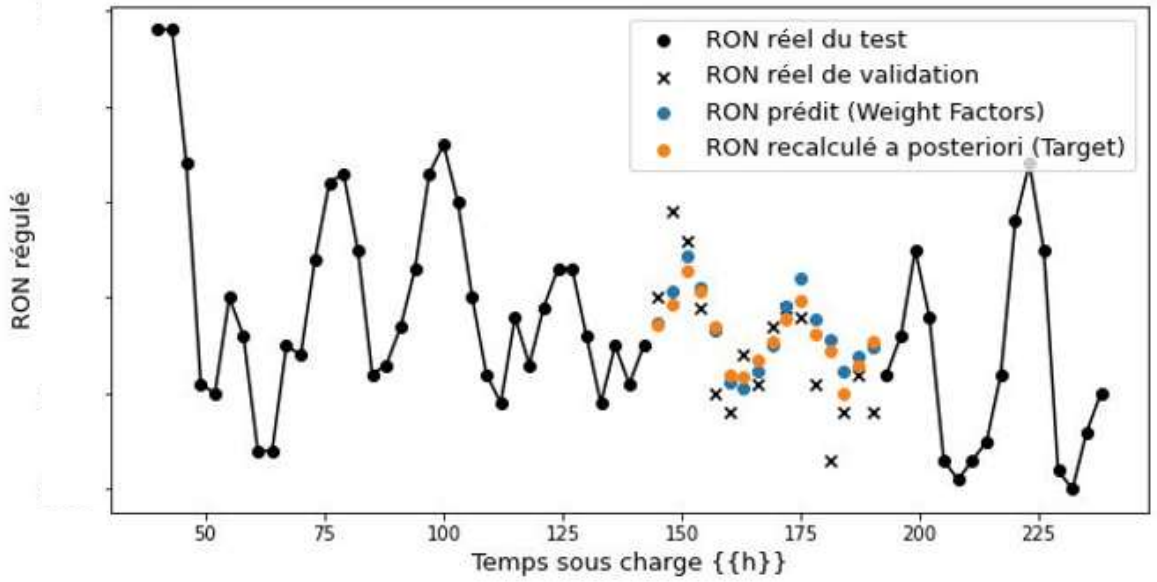

Figure 1 : Exemple de comparaison du RON mesuré avec deux des méthodes de prédiction du RON (méthode Weight Factor et méthode Target).

Conclusion

Les résultats de cette étude montre qu'il possible d'utiliser des méthodes alternatives pour prédire avec une bonne précision les RON des tests en se basant sur des données process acquises en continu. Ces modèles sont complémentaires et le choix du modèle à utiliser dépend de l'usage : suivi de test en continu, imputation de données manquantes ou détection d'anomalie.

Références bibliographiques

S. Ali, J. Anabtawi et K. Alam, "An Alternate Method To Estimate Reformate Octane Number," Fuel Science and Technology International, t. 13, no 5, p. 545-558, 1995.

J. Wang et C. Zhao, Mode-cloud data analytics based transfer learning for soft sensor of manufacturing industry with incremental learning ability, Control Engineering Practice, t. 98, p. 104 392, 2020.