

LA FLEXIBILITÉ ÉNERGÉTIQUE INTELLIGENTE POUR UN AVENIR PLUS CLEAN

Publié le 5 août 2019



par Laetitia Theunis

Du lever au coucher, notre existence est guidée par une consommation énergétique démentielle. Conduire les enfants à l'école, se rendre au travail, boire une tasse de café, faire une recherche sur internet, ... quelle que soit l'activité, presque rien n'est possible sans la combustion de carburants. Soit 66 % de la signature énergétique de notre quotidien. Etant la principale source d'émission de gaz à effet de serre responsables des dérèglements climatiques, la combustion d'énergie fossile grève notre avenir.

« Le problème ne peut plus être ignoré et nous devons changer notre façon de produire et d'utiliser l'énergie », dit Alessandro Parente, Professeur associé au [département Aero-Thermo-Mécanique](#) de l'ULB. Son projet CLEAN s'attelle à développer de nouvelles technologies de combustion non polluantes et neutres en CO₂. Un domaine de recherche innovant mêlant expérimentations, simulations numériques et machine learning.

Emergence des vecteurs énergétiques intelligents

L'avenir continuera de rimer avec combustion. Le stockage de l'énergie à long terme et les processus à forte consommation d'énergie – tels que le transport de biens et passagers sur de grandes distances ainsi que les processus industriels - nécessitent des densités d'énergie élevées. On parle de plusieurs dizaines de Méga Joules par kilo. « Seuls les carburants peuvent fournir une telle abondance », assure le Pr Parente.

Quelle forme prendront-ils? Le nucléaire vivant certainement ses dernières années, le futur sera nourri par des énergies dites vertes. Mais comment faire pour assurer un approvisionnement permanent, voire constant, alors que la production éolienne ou solaire est par essence intermittente?

« A certains moments, ces sources renouvelables produisent trop par rapport à la consommation électrique », explique le Professeur. « L'idée est de stocker leur excès d'énergie sous forme de composés chimiques, appelés «Vecteurs Energétiques Intelligents» (VEI) et caractérisés par des densités d'énergie très élevées ». Ce sont par exemple le dihydrogène (H₂), le méthane (CH₄), le méthanol (CH₃OH) ou encore l'ammoniac (NH₃). Ils peuvent être convertis en électricité pour alimenter les habitations. Mais ils peuvent aussi servir de puissants carburants indispensables au transport de biens et de personnes ainsi qu'aux process industriels lourds, comme la production d'acier ou de verre. C'est cet aspect qui au cœur des recherches du projet [CLEAN \(Combustion in Low-Emission And CO₂ – Neutral technologies – \)](#).

L'énergie du futur sera multiforme et c'est un casse-tête

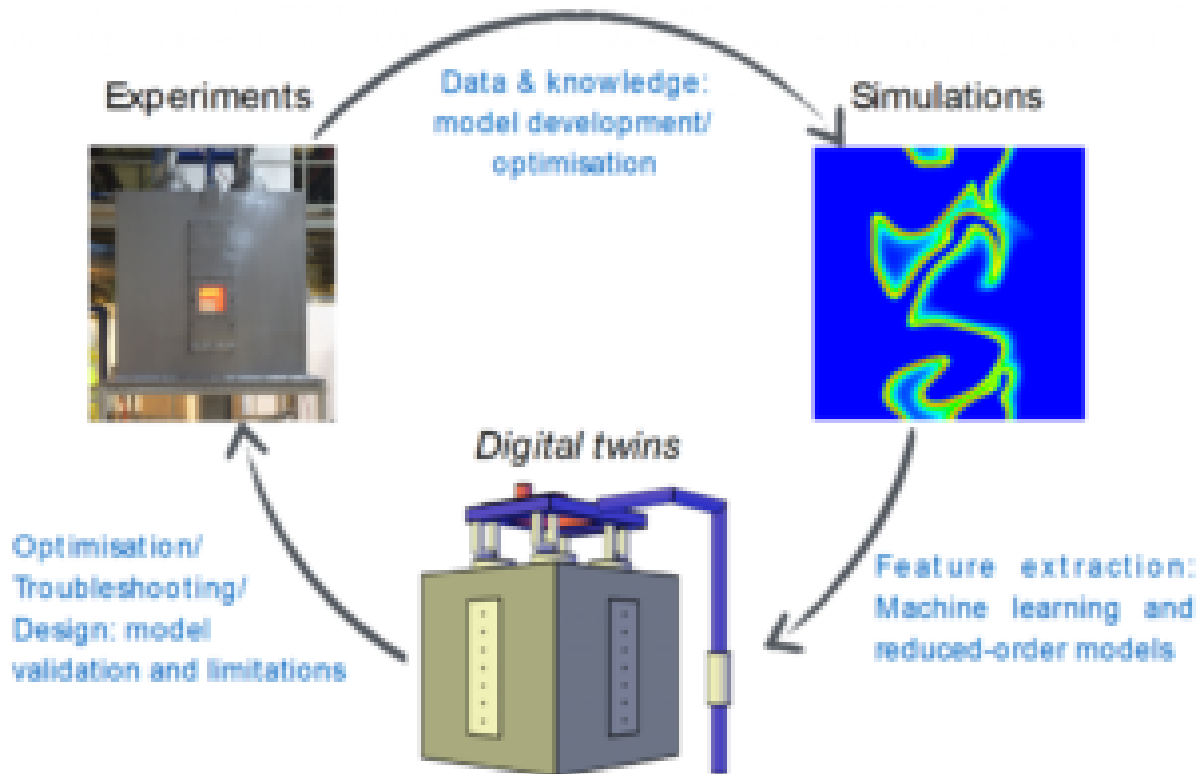
A l'avenir, les combustibles fossiles seront remplacés par une grande diversité de vecteurs énergétiques intelligents (VEI) issus des sources renouvelables. On parle de « flexibilité du combustible ». Le défi sera de rendre les procédés industriels capables d'utiliser n'importe quel VEI, doté de caractéristiques de combustion variant fortement.

Les processus industriels ne sont classiquement alimentés que par un seul type de combustible : gaz naturel ou charbon ou diesel. Ils sont donc optimisés uniquement en fonction des spécificités de ce combustible unique. Avec le mix énergétique, l'avenir s'annonce autrement plus complexe.

Le projet CLEAN vise à développer des outils de simulation avancés pour les systèmes de combustion de taille semi-industrielle. « Face au mix énergétique très varié, les questions seront : si mon système de combustion passe du méthane à l'hydrogène, va-t-il polluer plus ou moins ? Pour ne pas polluer, quelles configurations dois-je changer et comment ? C'est ici que le concept de « digital twin » devient important car dans un futur très flexible, on aura besoin d'outils flexibles indiquant comment le système va se comporter », poursuit le Pr Parente.

Un jumeau numérique au secours des ingénieurs

Le développement d'un « digital twin » ou jumeau numérique nécessite une nouvelle stratégie de recherche. Sa construction requiert des informations extraites de méthodes avancées de machine learning - comme l'apprentissage automatique -. Ces informations sont alimentées à la fois par les résultats d'expériences menées à l'ULB sur des prototypes de systèmes de combustion et par des simulations informatiques.



Les « Digital twins » peuvent être considérés comme le lien entre les systèmes réels et le monde digital. Leur développement nécessite une nouvelle stratégie de recherche où expériences et simulations alimentent des méthodes avancées de machine learning permettant d'extraire les informations nécessaires à la construction du « digital twin ». (c) ULB

A quoi devrait servir le jumeau numérique d'un système de combustion ? Notamment à gérer ce dernier. « Aujourd'hui, dans l'industrie, il existe déjà des systèmes prédictifs pour piloter les process industriels. Cela est fait de façon empirique : on récolte des données, on développe des modèles empiriques et on pilote les systèmes industriels. Avec un jumeau digital , basé sur des simulations prédictives très détaillées, on pourra améliorer cette procédure. » Et donc évoluer vers des technologies de combustion non polluantes et neutres en CO₂.

Le premier jumeau digital est actuellement développé pour un four appartenant à l'ULB. Il devrait être utilisable d'ici deux ans. Des industriels sensibles à la fois à la décarbonation et à la digitalisation se montrent par ailleurs très intéressés par cette innovation technologique au parfum de révolution.