

Offre de Thèse: étude du couplage ENR-Diesel pour la production d'électricité en site isolé

Localisation: LHEEA, Nantes, France

Directeur: Pr. Alain Maiboom / Pr. Xavier Tauzia

Co-Directeur:

Encadrant Industriel: Y (MAN Energy Solutions France)

Contact: Les candidats intéressés doivent adresser une lettre de motivation et un CV à xavier.tauzia@ec-nantes.fr, alain.maiboom@ec-nantes.fr

Sujet

La transition énergétique semble imposer le déploiement de centrales de production d'électricité exploitant des sources d'énergie renouvelables, éoliennes (terrestres ou off-shore) et/ou solaires (centrales photovoltaïques (PV) essentiellement, ou solaire thermodynamique à concentration dans une moindre mesure). L'un des principaux verrous est l'intermittence de ces modes de production d'énergie dits « non-pilotables ». Tant que des systèmes de stockage massifs de l'énergie ne sont pas déployés, il doit y avoir accord entre production et consommation d'électricité à tout instant (équilibre du réseau électrique). Le couplage entre sources renouvelables non-pilotables et sources conventionnelles pilotables est alors nécessaire.

A petite échelle, telle que pour des sites isolés (par exemple pour les îles non raccordées au réseau électrique continental) l'hybridation de systèmes conventionnels et de sources renouvelables permet localement : le déploiement des ENR, la réduction des émissions de CO₂ (par rapport à des centrales thermiques conventionnelles), tout en assurant la fourniture en électricité. C'est dans ce contexte que l'on souhaite étudier le couplage entre une centrale Diesel et une centrale ENR (éolien ou PV).

Un rapide état de l'art des centrales Diesel-ENR fait apparaître les spécificités, verrous techniques et scientifiques suivants :

- Lorsque le taux de couverture ENR est élevé, le moteur Diesel est régulièrement arrêté et ne fonctionne que transitoirement pour :
 - Apporter un supplément de production d'électricité lorsque la production ENR est insuffisante au regard de l'appel du réseau. Le moteur Diesel fonctionne à charge intermédiaire voire faible. Dans ce cas, l'amélioration du rendement en charge partielle est donc un levier de réduction supplémentaire des émissions de CO₂. On peut envisager : adaptation des lois d'injection pour un phasage optimum de la combustion, adaptation du système de refroidissement ou de son contrôle (augmentation de la température d'eau) pour réduction des pertes aux parois de la chambre de combustion (=> amélioration de la CSI).
 - Couvrir seul la production d'électricité lorsque la production ENR est nulle (éolien à l'arrêt lorsque la vitesse du vent est en-dessous de la vitesse de « démarrage » de l'éolienne, la nuit pour une centrale PV par exemple).

Compte tenu du fonctionnement intermittent du moteur Diesel (en particulier lorsqu'il est couplé à une centrale PV), il paraît également intéressant d'étudier le fonctionnement du moteur en régime transitoire et d'adapter le moteur en vue de réduire la consommation de carburant pendant ces phases :

- En régime transitoire de régime/charge (durée du transitoire : quelques secondes) : adaptation de la suralimentation, gestion de la montée en couple pour palier à une chute brutale de la production ENR (ex : couverture nuageuse soudaine au-dessus de la centrale PV).
- En régime transitoire thermique : réduction du temps de montée en température en adaptant le système de refroidissement, par stockage thermique par matériaux à changement de phase ou chaleur sensible, ou en utilisant un système de pré-chauffage (électrique).

A l'échelle de l'ensemble de la centrale Diesel-ENR, d'autres problématiques/verrous apparaissent :

- Contrôle : anticipation météo (prévisions vents, prévisions ensoleillement) => anticipation du démarrage/changement de charge du Diesel.
- Contrôle : les dynamiques sont différentes pour l'éolien et le solaire ; il paraît judicieux d'étudier spécifiquement le couplage avec l'une ou l'autre de ces sources.
- Stockage électrique par batteries : intérêt de disposer d'un stockage (même très réduit) pour aider au contrôle pendant les phases transitoires ou éviter le fonctionnement du Diesel en charge très faible ?

Deux approches complémentaires seront développées :

- Approche macroscopique : étude de la centrale Diesel-ENR complète => définition du cahier des charges du moteur Diesel
- Approche locale : étude centrée sur le Diesel et son adaptation à une centrale hybride.

Compétences attendues

- Systèmes énergétiques / conversion énergétiques
- Approche système, modélisation de systèmes énergétiques complexes et de leurs couplages
- Machines thermiques / Moteurs à combustion interne