



Titre : Optimisation de la gestion de sources d'énergie renouvelables dans l'alimentation électrique de centres de calculs

Contexte :

L'équipe ENERGIE du laboratoire FEMTO-ST (UMR CNRS 6174) et la fédération de recherche FCLAB (FR CNRS 3539) travaillent depuis de nombreuses années dans le domaine de la caractérisation, de la durabilité et de l'optimisation énergétique de différentes sources, stockeurs et vecteurs d'énergie (hydrogène-énergie, pile à combustible, batteries, supercondensateurs, production électrique photovoltaïque...). Une plate-forme PHIL (Power Hardware In the Loop) est également développée depuis plusieurs années pour évaluer en vraie grandeur les performances des solutions développées.

L'équipe CODIASE (laboratoire LAPLACE UMR CNRS 5213) travaille sur la répartition optimale de puissance sur plusieurs sources électriques et le contrôle local des convertisseurs et des auxiliaires associés à différentes sources d'énergie renouvelables (Compresseur PaC, MPPT PV...).

Le travail de thèse proposé se place dans le contexte du projet Datazero financé par l'ANR (Agence Nationale de la Recherche), mené en partenariat entre le laboratoire IRIT (Toulouse), l'industriel EATON (Grenoble) et les laboratoires FEMTO-ST (Belfort - Besançon) et LAPLACE (Toulouse). Ce projet s'intéresse à **l'optimisation de la gestion de centres de calcul alimentés par des sources d'énergies renouvelables**. Des travaux connexes permettront d'obtenir des contraintes de distribution et de redondance électrique (schéma électrique 2N), mais aussi des puissances demandée en fonction des stratégies de gestion des tâches à effectuer par les processeurs du data center (tâches IT consommatrices) et autres données nécessaires à cette thèse.

Le travail de thèse se déroulera physiquement 18 mois à FEMTO-ST/FCLAB à Belfort et 18 mois au LAPLACE à Toulouse.

Sujet :

Différentes sources et stockeurs d'énergie (dont notamment ceux basés sur le vecteur hydrogène) serviront dans cette thèse à l'alimentation électrique d'un data center et devront donc répondre avec une excellente robustesse à la demande énergétique de celui-ci. Les demandes en calcul seront planifiées et opérées en fonction de la fourniture énergétique disponible. **Le verrou scientifique consiste à faire travailler de manière synchronisée et optimisée deux systèmes de décision** aujourd'hui indépendants et sans interaction directe : la gestion du centre de calcul (machines et applications) ; la gestion de la fourniture électrique (batteries, panneaux solaires, piles à combustible, électrolyseur, super condensateur).

La thèse proposée a pour but de faire le lien entre ces deux centres de décision pour les faire coopérer. Pour cela des études ‘temps court’ doivent être conduites pour permettre un bon contrôle local des différentes sources, une bonne gestion des stockages d’énergie décentralisés et une optimisation temps réel intégrant le vieillissement d’usage des stockeurs énergétiques.

Pour cela, la thèse propose trois étapes :

1) Etat de l'art, verrous scientifiques

- Etat de l’art sur les centres de calcul alimentés par sources renouvelables
- Etat de l’art sur les modèles disponibles de sources et stockeurs d’énergie électrique considérés. Identification en particulier des modèles intégrant le vieillissement.
- Etat de l’art sur les algorithmes de gestion des centres de calcul alimentés par sources renouvelables
- Identification des verrous scientifiques majeurs

2) Développement de modèles

- Il s’agira ici de développer le modèle énergétique complet de l’alimentation électrique d’un datacenter alimenté par des énergies renouvelables. Des logiciels spécifiques (type Matlab / Simulink) et des approches de représentation énergétique (type REM) seront utilisés.
- Dans un deuxième temps, le vieillissement d’usage des composants critiques (pile à combustible, batterie) sera intégré dans les modèles.

3) Optimisation de la gestion des flux énergétiques

Proposer des algorithmes de partage optimal de l’énergie multi-sources pour une gestion optimisée des ressources électriques provenant des sources renouvelables en utilisant leur caractérisation et leur disponibilité. Proposer des algorithmes de négociation entre la planification côté IT et la répartition côté électrique. Étudier leur stabilité et leur sensibilité à la précision des mesures.

La thèse adressera des problématiques d’optimisation avec des propositions d’heuristiques, de logique floue, d’optimisation sur fenêtre temps court et de comparaison avec l’optimal sur de petites instances.

4) Implémentation et validation :

Intégration dans un ensemble de simulation Power Hardware In The Loop de la solution optimisée proposée. Cette implantation devra prendre en compte :

- la caractérisation des sources d’énergie renouvelables, leur vieillissement et leur commande rapprochée ;
- les politiques d’engagement des sources électriques et des stratégies de planification IT ;
- l’optimisation temps réel de l’adéquation entre fourniture énergétique et demande énergétique.

Encadrement :

Professeur S. Caux (LAPLACE, caux@laplace.univ-tlse.fr)

Professeur D. Hissel (FEMTO-ST / FCLAB, daniel.hissel@univ-fcomte.fr)