Climat, environnement et économie circulaire | Stockage d'énergie

STOCKAGE D'ÉNERGIE

NOS SOLUTIONS

La transition énergétique passe par un accroissement important de **la production d'électricité renouvelable**, notamment en provenance d'éoliennes et de panneaux photovoltaïques. Ces deux technologies ont la particularité de dépendre des conditions météorologiques, et donc d'afficher une **production variable et non pilotable**. D'où une **possible non concomitance entre la production et la demande d'électricité**. Afin de maximiser le taux d'énergies renouvelables dans le mix électrique, IFPEN propose des innovations technologiques pour l'insertion des renouvelables variables sur les réseaux, accompagnant ainsi le développement **des filières de stockage d'énergie techniquement et économiquement viables**.

LES SYSTÈMES DE GESTION DE L'ÉNERGIE

Un stockage d'énergie peut fournir des services de natures diverses au réseau (arbitrage ou effacement des pics notamment) : en fonction de leurs caractéristiques propres (coûts d'investissement et d'opération, rendement, profondeur de décharge admissible, etc.), les diverses technologies de stockage sont donc plus ou moins aptes à répondre à ces besoins. IFPEN développe **une analyse multicritère** capable d'identifier les meilleures solutions techniques au regard de leurs enjeux économiques et environnementaux.

Ses travaux intègrent **la simulation** du système concerné tout au long de sa durée de vie et reposent notamment sur la capacité à mettre au point **des systèmes de gestion de l'énergie (Energy**

Management System ou EMS).

Les **EMS** sont des **systèmes informatiques et matériels** destinés à **piloter** au mieux des systèmes énergétiques, en appliquant des stratégies permettant de tirer le meilleur parti d'un système de stockage au sein d'un réseau particulier. Ils sont intéressants dans des contextes aussi différents que l'autoconsommation individuelle ou collective, les services au réseau, les sites industriels multi-énergies.

L'expertise d'IFPEN en méthodes mathématiques d'optimisation, **data science** et contrôle des systèmes, et la performance de nos moyens de tests nous permettent de développer des EMS pour proposer plusieurs types de services :

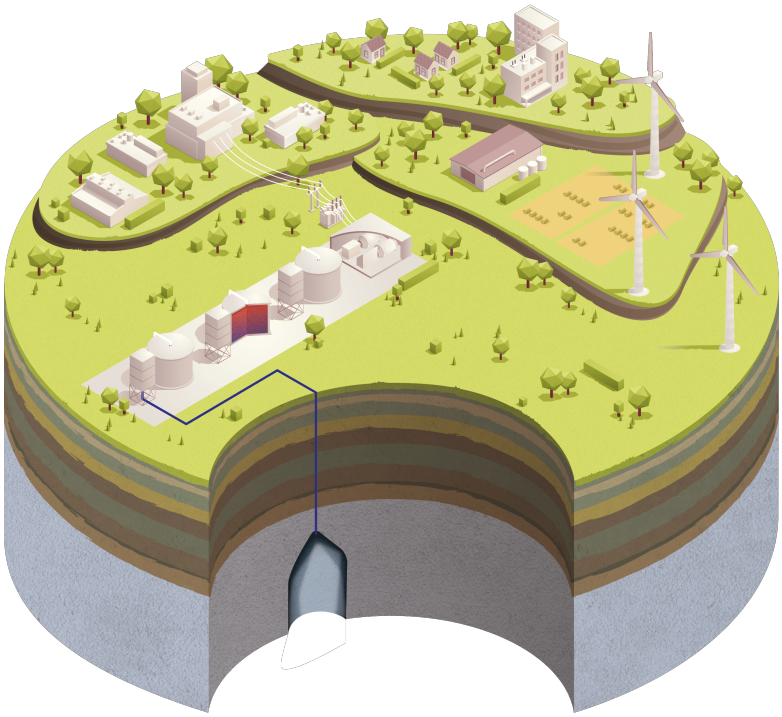
- maximiser le taux d'autoconsommation pour des utilisateurs professionnels équipés de panneaux solaires et d'une batterie. Nous proposons un EMS avec notre partenaire Soalis qui gère la batterie pour optimiser la consommation et la production des panneaux solaires afin de diviser la facture énergétique des clients équipés. Notre système EMS a été testé sur un des bâtiments de notre site de Lyon, ce qui nous a permis de valider nos développements en conditions réelles. Notre compétence historique en modélisation de batterie nous permet d'intégrer dans le cœur de calcul **la prise en compte du vieillissement des batteries de stockage et nos algorithmes d'optimisation assure un pilotage optimal pour par exemple maximiser un taux d'autoconsommation individuel.**

- favoriser l'émergence et la rentabilité de projets d'autoconsommation collective de communautés énergétiques. Nous travaillons sur les services d'optimisation et de calcul de répartition d'énergie pour des communautés énergétiques basé sur des **modèles de machine learning.**

- soutenir le réseau électrique en utilisant l'agrégation de batteries diffuses et l'utilisation de l'ensemble des batteries comme service système au réseau soit en réserve d'énergie (réserve en capacité) soit en soutien au réseau (réserve primaire et secondaire).Ces algorithmes agrégés peuvent également minimiser l'empreinte CO2 du prélèvement au réseau. Nos travaux en collaboration avec des agrégateurs électriques comme Urban Solar Energy nous permettent de tester différentes méthodes d'optimisation basées sur des résolutions simultanées de milliers de scénarios.
  La plateforme cloud EMS-lab@ifpen assure le monitoring et le pilotage temps-réel de sites équipés par les partenaires d'IFPEN. Les prévisions de production, de consommation et les scénarios d'optimisation sont ainsi gérés automatiquement.

LE STOCKAGE D’ÉNERGIE PAR AIR COMPRIMÉ AA-CAES

Le stockage d’énergie par air comprimé existe depuis les années 70 (centrale de Huntorf en Allemagne mise en service en 1978) sous la forme de centrales à gaz améliorées dont le rendement énergétique se limite à 50 %. Dans ces anciens systèmes CAES (Compressed Air Energy System), la chaleur produite par la compression est perdue. Un concept plus évolué est **le stockage d’énergie par air comprimé AA-CAES** (Advanced Adiabatic Compressed Air Energy Storage) : il permet de stocker la chaleur de la compression et d’atteindre un rendement bien plus important.



Stockage Energie par Air Comprimé - Adiabatique Avancé

Sur le principe de l'AA-CAES, IFPEN développe un système :
- reposant sur un maximum de composants sur étagère, comme les compresseurs et les turbomachines,
- proposant des solutions innovantes, pour les composants qui n'existent pas encore comme les systèmes de stockage de chaleur TES (Thermal Energy Storage).

Son fonctionnement est le suivant :
- le stockage est réalisé par la compression de l'air et le stockage de la chaleur,
- le déstockage est réalisé par le turbinage de l'air après son réchauffage par restitution de la chaleur stockée.

Le stockage est réalisé en cavité, ce qui présente l'avantage d'offrir à la fois un bon rendement et un coût modéré par rapport à un stockage en surface qui nécessiterait des équipements plus conséquents.
Le stockage pourrait être également réalisé dans des réseaux de pipelines, ce qui est une solution intéressante pour la réutilisation des réseaux existants.

Nous concentrons nos développements R&D principalement à deux niveaux :

- Choix de systèmes de stockages de chaleur performants
- Optimisation du procédé
  - Amélioration de la gestion des transferts de chaleur lors des phases de compression et de détente de l'air
  - Choix des paliers de pression
  - Utilisation de matériaux innovants

Nous regardons également avec des partenaires les technologies de compression quasi-isotherme permettant d'éviter la gestion de la chaleur.

CONTACT

Yannick Peysson
Responsable de programme
yannick.peysson@ifpen.fr

Stockage d'énergie : Nos solutions

Lien vers la page web :